



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102007634 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 06

(21) 申请号 200980113801. 6

(22) 申请日 2009. 05. 18

(30) 优先权数据

2008-131162 2008. 05. 19 JP

2008-131163 2008. 05. 19 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 10. 19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2009/002175 2009. 05. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/141990 JA 2009. 11. 26

(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 竹口伸介 辻庸一郎 中川贵嗣

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司
11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

H01M 8/02 (2006. 01)

H01M 8/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2007/148761 A1, 2007. 12. 27, 说明书第
21-165 段及附图 1-13.

审查员 周文娟

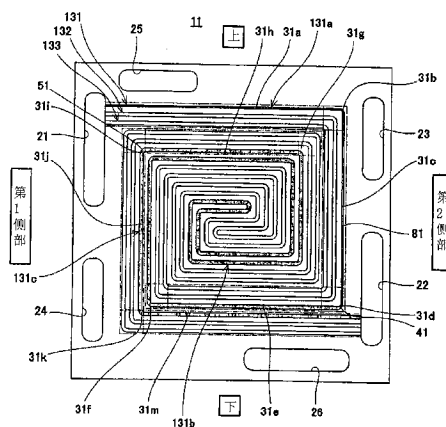
权利要求书2页 说明书26页 附图20页

(54) 发明名称

燃料电池用隔板以及具备该隔板的燃料电池

(57) 摘要

本发明涉及燃料电池用隔板及具备该隔板的燃料电池。本发明的燃料电池用隔板为板状, 具有反应气体供给用歧管孔 (21)、反应气体排出用歧管孔 (22)、沟槽状的第 1 反应气体流路 (131)、一条以上的沟槽状的第 2 反应气体流路 (132, 133); 第 1 反应气体流路 (131) 具有第 1 部分 (41) 和位于该第 1 部分 (41) 的下游侧的第 2 部分 (51); 第 1 反应气体流路 (131) 的至少包含所述第 1 部分的连续的第 1 特定部分 (81) 的截面积以及 / 或者第 1 反应气体流路 (131) 的至少从下游端连续的第 2 特定部分 (82) 的截面积被形成成为比第 2 反应气体流路 (132, 133) 的截面积小。



1. 一种燃料电池用隔板,其特征在于,
为板状燃料电池用隔板,

具有:在厚度方向上贯通的反应气体供给用歧管孔、在厚度方向上贯通的反应气体排出用歧管孔、沟槽状的第1反应气体流路、以及一条以上的沟槽状的第2反应气体流路,其中第1反应气体流路被形成为至少在一个主面上其上游端连接于所述反应气体供给用歧管孔而其下游端连接于所述反应气体排出用歧管孔且弯曲,第2反应气体流路被形成为其上游端连接于所述反应气体供给用歧管孔,其下游端连接于所述反应气体排出用歧管孔,且与所述第1反应气体流路并行地弯曲,

所述第1反应气体流路具有第1部分和位于该第1部分的下游侧的第2部分,所述第1部分在所述第1反应气体流路的所述上游端与所述第2部分之间的部分中最接近于所述下游端,所述第2部分在所述第1反应气体流路的所述第1部分与所述下游端之间的部分中最接近于所述上游端,

所述第1部分与所述下游端之间不存在所述第2反应气体流路,且所述第2反应气体流路介于所述上游端与所述第2部分之间,

所述第1反应气体流路上的所述第1部分与所述第2部分之间的部分被形成为漩涡状,

而且,所述第1反应气体流路的第1特定部分的截面积以及/或者所述第1反应气体流路的第2特定部分的截面积被形成为比特定第2反应气体流路的所有部分的截面积小,所述第1特定部分是至少包含所述第1部分的连续部分,所述第2特定部分是所述第1反应气体流路的至少从所述下游端连续的部分,所述特定第2反应气体流路是所述一条以上的第2反应气体流路中至少一条反应气体流路。

2. 如权利要求1所述的燃料电池用隔板,其特征在于,

所述第1反应气体流路的所述第1特定部分以及/或者所述第2特定部分的流路宽度被形成为比所述特定第2反应气体流路的流路宽度小。

3. 如权利要求1所述的燃料电池用隔板,其特征在于,

所述第1反应气体流路的所述第1特定部分以及/或者所述第2特定部分的流路深度被形成为比所述特定第2反应气体流路的流路深度浅。

4. 如权利要求1所述的燃料电池用隔板,其特征在于,

所述第1特定部分是从所述第1反应气体流路的所述上游端到所述第1部分为止的部分。

5. 如权利要求1所述的燃料电池用隔板,其特征在于,

所述第1反应气体流路的所述第1特定部分的流路的截面积被形成为比所述第1反应气体流路的该第1特定部分以外的部分的截面积小。

6. 如权利要求5所述的燃料电池用隔板,其特征在于,

所述第1反应气体流路的所述第1特定部分的流路宽度被形成为比所述第1反应气体流路的该第1特定部分以外的部分的流路宽度小。

7. 如权利要求5所述的燃料电池用隔板,其特征在于,

所述第1反应气体流路的所述第1特定部分的流路深度被形成为比所述第1反应气体流路的该第1特定部分以外的部分的流路深度浅。

8. 如权利要求 1 所述的燃料电池用隔板,其特征在于,
所述第 1 反应气体流路的所述第 2 特定部分是由从所述第 1 反应气体流路的所述第 2 部分到所述下游端为止的部分构成的。
9. 如权利要求 1 所述的燃料电池用隔板,其特征在于,
所述第 1 反应气体流路的所述第 2 特定部分的截面积被形成为比所述第 1 反应气体流路的该第 2 特定部分以外的部分的截面积小。
10. 如权利要求 9 所述的燃料电池用隔板,其特征在于,
所述第 1 反应气体流路的所述第 2 特定部分的流路宽度被形成为比所述第 1 反应气体流路的该第 2 特定部分以外的部分的宽度小。
11. 如权利要求 9 所述的燃料电池用隔板,其特征在于,
所述第 1 反应气体流路的所述第 2 特定部分的流路深度被形成为比所述第 1 反应气体流路的该第 2 特定部分以外的部分的深度浅。
12. 如权利要求 1 所述的燃料电池用隔板,其特征在于,
所述第 1 反应气体流路整体被形成为比所述特定第 2 反应气体流路的截面积小。
13. 如权利要求 12 所述的燃料电池用隔板,其特征在于,
所述第 1 反应气体流路整体的流路宽度被形成为比所述特定第 2 反应气体流路的流路宽度小。
14. 如权利要求 12 所述燃料电池用隔板,其特征在于,
所述第 1 反应气体流路整体的流路深度被形成为比所述特定第 2 反应气体流路的流路深度浅。
15. 如权利要求 1 所述的燃料电池用隔板,其特征在于,
所述第 1 反应气体流路被形成为:在所述第 1 部分的下游侧,与所述一条以上的第 2 反应气体流路中至少被设置为最接近于所述第 1 反应气体流路的反应气体流路相连通。
16. 如权利要求 1 所述的燃料电池用隔板,其特征在于,
所述第 1 反应气体流路被形成为:在所述第 2 特定部分的上游侧,与所述一条以上的第 2 反应气体流路中至少被设置为最接近于所述第 1 反应气体流路的反应气体流路相连通。
17. 一种燃料电池,其特征在于,
具有:
一对包含权利要求 1 所述的燃料电池用隔板的燃料电池用隔板;以及
具有电解质层和一对夹持该电解质层的电极的电解质层-电极组件,
所述电解质层-电极组件被一对所述燃料电池用隔板所夹持。

燃料电池用隔板以及具备该隔板的燃料电池

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池用隔板以及具备该隔板的燃料电池，特别涉及燃料电池用隔板的构造。

背景技术

[0002] 高分子电解质型燃料电池（以下称之为 PEFC）是通过使含有氢的燃料气体与空气等含有氧的氧化剂气体发生电化学反应从而同时产生电力和热能的装置。PEFC 的单电池（cell）具有由高分子电解质膜以及一对气体扩散电极（阳极以及阴极）构成的 MEA（膜-电极组件 Membrane-Electrode-Assembly）、垫圈以及导电性的板状隔板。而且，一般通过层叠多个这样的单电池，并利用端板夹持被层叠的单电池的两端，利用联结器具联结该端板和单电池而形成 PEFC。

[0003] 然而，在隔板的主面上设置有形成用于提供并排出燃料气体或者氧化剂气体（以下将这些气体称之为反应气体）的歧管的歧管孔（反应气体供给用歧管孔和反应气体排出用歧管孔），在与气体扩散电极相接触的主面上，反应气体流过的沟槽状的反应气体流路被设置为与这些歧管孔相连通。

[0004] 这样，在反应气体流过该反应气体流路期间，反应气体被提供给 MEA，并由于电化学反应而在 MEA 的内部被消耗。为此，在反应气体流路的下游部，由于气体被消耗，使得氢或者氧的浓度降低。其结果会导致在气体浓度较低的反应气体流路的下游部区域发电量下降，从而在单电池面内形成对应于气体浓度的发电分布。

[0005] 对于这样的问题，已知的燃料电池是通过改善气体流路的形状而谋求在单电池面内的气体浓度的均匀化，从而提高发电效率（例如参照专利文献 1）。图 11 是表示专利文献 1 所公开的燃料电池中的隔板主面的概略结构的模式示意图。

[0006] 如图 11 所示，在由专利文献 1 所公开的燃料电池的隔板 200 上，多条（在图 11 中为三条）流体通道 201 ~ 203（反应气体流路）由上游端与入口（反应气体供给用歧管孔）211 相连通的大致 L 字形的上游部、下游端与出口（反应气体排出用歧管孔）212 相连通的下游部、连接上游部的下游端和下游部的上游端的中游部构成，作为整体被形成为漩涡状。由此，由于在隔板 200 的特定部分上未形成流体通道的上游部或者下游部的集中，所以能够使反应气体浓度在电极面内均匀。

[0007] 现有专利文献

[0008] 专利文献 1：日本专利特开平 10-284094 号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的问题

[0010] 然而本发明人发现，从改善在多条流体通道中流过的反应气体的利用率的观点出发，即使是专利文献 1 所公开的隔板 200 也还有改善的空间。

[0011] 本发明正是鉴于上述问题而悉心研究的结果，目的在于提供一种能够改善在反应

气体流路中流过的反应气体的利用率的燃料电池用隔板以及具备该隔板的燃料电池。

[0012] 解决问题的手段

[0013] 本发明人等为了解决上述现有技术中的问题而反复进行了悉心研究,结果发现了以下问题。

[0014] 即,发现了在上述专利文献1所公开的燃料电池的隔板200中,一部分在流体通道201~203的上游部的下游端附近部分201a~203a中流过的反应气体在接近该上游部的下游端附近部分201a~203a的下游部发生短路,由此,在流体通道201~203中流动的反应气体中,产生了有无助于反应而被排出的反应气体,因而降低了反应气体的利用率。

[0015] 具体而言,由于流体通道201~203被设置为与气体扩散电极的气体扩散层相邻(以利用气体扩散层而覆盖隔板200的开放面(上表面)的方式),所以一部分流过流体通道201~203的反应气体流过气体扩散层(以下将在气体扩散层中流过的气体称之为潜流气体)。为此,在三条流体通道201~203中,由于流过处于最上侧的流体通道201的上游部的下游端附近部分201a的反应气体与流过流体通道201的下游部的下游端附近部分的反应气体的压力差,使得一部分流过流体通道201的上游部的下游端附近部分201a的反应气体经由气体扩散层而流入到流体通道201的下游部(短路)。这样,流入到流体通道201的下游部的反应气体原样流过下游部并从出口212排出。为此,一部分流过流体通道201的反应气体无助于反应而被排出,因而降低了反应气体的利用率。

[0016] 此外,在三条流体通道201~203中,由于流过处于最下侧的流体通道201的上游部的下游端附近部分201a的反应气体发生短路,所以流过其余两条流体通道202、203的上游部的下游端附近部分202a、203a的反应气体与流过流体通道201的上游部的下游端附近部分201a的反应气体之间产生压力差。该压力差使得一部分流过其余两条流体通道202、203的上游部的下游端附近部分202a、203a的反应气体流入到流体通道201的上游部的下游端附近部分201a。于是,一部分流入到流体通道201的上游部的下游端附近部分201a的气体在流体通道201的下游部发生短路。为此,流过流体通道201~203的反应气体中无助于反应而被排出的反应气体量进一步增加,从而进一步降低了反应气体利用率。

[0017] 对于这样的问题,本发明人等通过采用以下所述的结构,发现了对于实现上述本发明的目的极为有效的方法,从而实现了本发明。

[0018] 即,本发明所涉及的燃料电池用隔板为板状燃料电池用隔板,具有:在厚度方向上贯通的反应气体供给用歧管孔、在厚度方向上贯通的反应气体排出用歧管孔、沟槽状的第1反应气体流路、以及一条以上的沟槽状的第2反应气体流路,其中第1反应气体流路被形成至少在一个主面上其上游端连接于所述反应气体供给用歧管孔而其下游端连接于所述反应气体排出用歧管孔且弯曲,第2反应气体流路被形成至少其上游端连接于所述反应气体供给用歧管孔且与所述第1反应气体流路并行地弯曲;所述第1反应气体流路具有第1部分和位于该第1部分的下游侧的第2部分,所述第1部分在所述第1反应气体流路的所述上游端与所述第2部分之间的部分中最接近于所述下游端,所述第2部分在所述第1反应气体流路的所述第1部分与所述下游端之间的部分中最接近于所述上游端;所述第1部分与所述下游端之间不存在所述第2反应气体流路,且所述第2反应气体流路介于所述上游端与所述第2部分之间;而且,所述第1反应气体流路的至少包含所述第1部分的连续部分(以下称之为第1特定部分)的截面积以及/或者所述第1反应气体流路的至少从所

述下游端连续的部分（以下称之为第2特定部分）的截面积被形成为比所述一条以上的第2反应气体流路中至少一条反应气体流路（以下称之为特定第2反应气体流路）的截面积小。

[0019] 根据这样的结构，由于流过第1反应气体流路的第1特定部分的反应气体流量较小，所以从第1反应气体流路的上游部向下游部发生短路的反应气体的流量也较小。或者，即使反应气体从第1反应气体流路的上游部（特别是第1部分）向下游部发生短路，由于第1反应气体流路的第2特定部分的截面积较小，使得该第2特定部分的压力损失瞬时增加。为此，流过第1氧化剂气体流路的上游部的氧化剂气体与流过第2特定部分的氧化剂气体的压力差变小，因而能够减少从上游部向下游部发生短路的氧化剂气体。因此，能够减少流过第1反应气体流路的反应气体中无助于反应而被排出的反应气体，从而可以改善反应气体的利用率。

[0020] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1反应气体流路的所述第1特定部分以及/或者所述第2特定部分的流路宽度可以被形成为比所述特定第2反应气体流路的流路宽度小。

[0021] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1反应气体流路的所述第1特定部分以及/或者所述第2特定部分的流路深度可以被形成为比所述特定第2反应气体流路的流路深度浅。

[0022] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1特定部分可以是所述第1反应气体流路的所述上游端到所述第1部分为止的部分。

[0023] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1反应气体流路的所述第1特定部分的流路的截面积可以被形成为比所述第1反应气体流路的该第1特定部分以外的部分的截面积小。

[0024] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1反应气体流路的所述第1特定部分的流路宽度可以被形成为比所述第1反应气体流路的该第1特定部分以外的部分的流路宽度小。

[0025] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1反应气体流路的所述第1特定部分的流路深度可以被形成为比所述第1反应气体流路的该第1特定部分以外的部分的流路深度浅。

[0026] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1反应气体流路的所述第2特定部分可以由从所述第1反应气体流路的所述第2部分到所述下游端为止的部分构成。

[0027] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1反应气体流路的所述第2特定部分的截面积可以被形成为比所述第1反应气体流路的该第2特定部分以外的部分的截面积小。

[0028] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1反应气体流路的所述第2特定部分的流路宽度可以被形成为比所述第1反应气体流路的该第2特定部分以外的部分的宽度小。

[0029] 此外，在本发明所涉及的燃料电池用隔板中，所述第1反应气体流路的所述第2特定部分的流路深度可以被形成为比所述第1反应气体流路的该第2特定部分以外的部分的深度浅。

[0030] 此外,在本发明所涉及的燃料电池用隔板中,所述第 1 反应气体流路整体可以被形成成为比所述特定第 2 反应气体流路的截面积小。

[0031] 此外,在本发明所涉及的燃料电池用隔板中,所述第 1 反应气体流路整体的流路宽度可以被形成成为比所述特定第 2 反应气体流路的流路宽度小。

[0032] 此外,在本发明所涉及的燃料电池用隔板中,所述第 1 反应气体流路整体的流路深度可以被形成成为比所述特定第 2 反应气体流路的流路深度浅。

[0033] 此外,在本发明所涉及的燃料电池用隔板中,所述第 1 反应气体流路可以被形成成为:在所述第 1 部分的下游侧,与所述一条以上的第 2 反应气体流路中至少被设置为最接近于所述第 1 反应气体流路的反应气体流路相连通。

[0034] 此外,在本发明所涉及的燃料电池用隔板中,所述第 1 反应气体流路可以被形成成为:在所述第 2 特定部分的上游侧,与所述一条以上的第 2 反应气体流路中至少被设置为最接近于所述第 1 反应气体流路的反应气体流路相连通。

[0035] 此外,在本发明所涉及的燃料电池用隔板中,所述第 1 反应气体流路上的所述第 2 部分与所述第 1 部分之间的部分可以被形成成为漩涡状。

[0036] 此外,在本发明所涉及的燃料电池用隔板中,所述第 1 反应气体流路上的所述第 2 部分与所述第 1 部分之间的部分可以被形成成为蜿蜒状 (serpentine)。

[0037] 此外,本发明所涉及的燃料电池具备:一对包含所述燃料电池用隔板的燃料电池用隔板、具有电解质层和一对夹持该电解质层的电极的电解质层-电极组件;所述电解质层-电极组件被一对所述燃料电池用隔板所夹持。

[0038] 根据这样的结构,由于流过第 1 反应气体流路的第 1 特定部分的反应气体的流量较小,所以从第 1 反应气体流路的上游部向下游部发生短路的反应气体的流量也较小。为此,可以减少流过第 1 反应气体流路的反应气体中无助于反应而被排出的反应气体,从而可以改善反应气体的利用率。

[0039] 参照附图并根据下述对优选的实施方式的详细说明,可以明了本发明的上述目的、其它目的、特征以及优点。

[0040] 发明效果

[0041] 根据本发明的燃料电池用隔板以及燃料电池,通过减少从第 1 反应气体流路的上游部向下游部发生短路的反应气体,可以减少无助于反应而被排出的反应气体,因此可以改善反应气体的利用率。

附图说明

[0042] 图 1 是本发明的第 1 实施方式所涉及的燃料电池的概略结构的截面模式示意图。

[0043] 图 2 是图 1 所示燃料电池的阴极隔板的概略结构的模式示意图。

[0044] 图 3 是本发明的第 2 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0045] 图 4 是本发明的第 3 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0046] 图 5 是本发明的第 4 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0047] 图 6 是本发明的第 5 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

图。

[0048] 图 7 是本发明的第 6 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0049] 图 8 是本发明的第 7 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0050] 图 9 是本发明的第 8 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0051] 图 10 是本发明的第 9 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0052] 图 11 是专利文献 1 所公开的燃料电池的隔板主面的概略结构的模式示意图。

[0053] 图 12 是本发明的第 10 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0054] 图 13 是本发明的第 11 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0055] 图 14 是本发明的第 12 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0056] 图 15 是本发明的第 13 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0057] 图 16 是本发明的第 14 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0058] 图 17 是本发明的第 15 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0059] 图 18 是本发明的第 16 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0060] 图 19 是本发明的参考例的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0061] 图 20 是在试验例 1 的实施例 1 中所使用的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0062] 图 21 是试验例 1 的电池电压测定结果的曲线图。

[0063] 图 22 是进行试验例 2 的模拟解析的结果的曲线图。

[0064] 符号说明

[0065] 1. 高分子电解质膜

[0066] 2. 2a. 阳极催化剂层

[0067] 3. 2b. 阴极催化剂层

[0068] 3a. 阳极气体扩散层

[0069] 3b. 阴极气体扩散层

[0070] 4a. 阳极

[0071] 4b. 阴极

[0072] 5. MEA (Membrane-Electrode-Assembly :电解质层 - 电极组件)

[0073] 6. 垫圈

- [0074] 9. 冷却介质流路
- [0075] 10. 阳极隔板
- [0076] 11. 阴极隔板
- [0077] 21. 氧化剂气体供给用歧管孔（反应气体供给用歧管孔）
- [0078] 22. 氧化剂气体排出用歧管孔（反应气体排出用歧管孔）
- [0079] 23. 燃料气体供给用歧管孔（反应气体供给用歧管孔）
- [0080] 24. 燃料气体排出用歧管孔（反应气体排出用歧管孔）
- [0081] 25. 冷却介质供给用歧管孔
- [0082] 26. 冷却介质排出用歧管孔
- [0083] 31a. 第 1 上游直线部
- [0084] 31b. 第 1 上游折回部
- [0085] 31c. 第 2 上游直线部
- [0086] 31d. 第 2 上游折回部
- [0087] 31e. 第 3 上游直线部
- [0088] 31f. 第 3 上游折回部
- [0089] 31g. 第 1 下游折回部
- [0090] 31h. 第 1 下游直线部
- [0091] 31i. 第 2 下游折回部
- [0092] 31j. 第 2 下游直线部
- [0093] 31k. 第 3 下游折回部
- [0094] 31m. 第 3 下游直线部
- [0095] 31n. 第 4 下游折回部
- [0096] 31p. 第 4 下游直线部
- [0097] 41. 第 1 部分
- [0098] 51. 第 2 部分
- [0099] 54. 第 5 部分
- [0100] 61. 连通用通道
- [0101] 81. 第 1 特定部分
- [0102] 82. 第 2 特定部分
- [0103] 83. 第 3 特定部分
- [0104] 100. 燃料电池
- [0105] 101. 中心轴
- [0106] 131. 第 1 氧化剂气体流路（第 1 反应气体流路）
- [0107] 131a. 上游部
- [0108] 131b. 中游部
- [0109] 131c. 下游部
- [0110] 132. 第 2 氧化剂气体流路（第 2 反应气体流路）
- [0111] 133. 第 2 氧化剂气体流路（第 2 反应气体流路）
- [0112] 141. 第 1 燃料气体流路（第 1 反应气体流路）

- [0113] 142. 第 2 燃料气体流路 (第 2 反应气体流路)
- [0114] 143. 第 2 燃料气体流路 (第 2 反应气体流路)
- [0115] 200. 隔板
- [0116] 201. 流体通道
- [0117] 202. 流体通道
- [0118] 203. 流体通道
- [0119] 211. 入口
- [0120] 212. 出口

具体实施方式

[0121] 以下,参照附图说明本发明的优选实施方式。其中,在所有的附图上,将相同的符号标注于相同或者相当的部分上,省略重复的说明。此外,在图 2 至图 8 和图 12 至图 20 中,将隔板中的上下方向表示为图中的上下方向。

[0122] (第 1 实施方式)

[0123] [燃料电池的结构]

[0124] 图 1 是本发明的第 1 实施方式所涉及的燃料电池概略结构的截面示意图。其中,在图 1 中省略了燃料电池中的一部分。

[0125] 如图 1 所示,第 1 实施方式所涉及的燃料电池 100 是单电池 (cell),具备 MEA (Membrane-Electrode-Assembly:电解质层-电极组件) 5、垫圈 6、阳极隔板 10 以及阴极隔板 11。

[0126] MEA5 具有选择性地输送氢离子的高分子电解质膜 (电解质层,例如美国杜邦公司制的 Nafion (商品名)) 1、阳极 4a 以及阴极 4b。

[0127] 高分子电解质膜 1 的形状大致为四边形 (在这里是矩形)。在分子电解质膜 1 的两个面上,阳极 4a 以及阴极 4b (称之为气体扩散电极) 分别被设置为比高分子电解质膜的周边部更靠内部。此外,在分子电解质膜 1 的周边部上,下述的反应气体供给用歧管孔等各个歧管孔 (没有图示) 被设置为在厚度方向上贯通。

[0128] 阳极 4a 被设置于高分子电解质膜 1 的一个主面上,具有搭载了电极催化剂 (例如白金等贵金属) 的导电性碳粒子与具有氢离子传导性的高分子电解质的混合物所构成的阳极催化剂层 2a、以及被设置于阳极催化剂层 2a 的主面上并且兼备了气体通气性和导电性的阳极气体扩散层 3a。同样,阴极 4b 被设置于高分子电解质膜 1 的另一个主面上,具有搭载了电极催化剂 (例如白金等贵金属) 的导电性碳粒子与具有氢离子传导性的高分子电解质的混合物所构成的阴极催化剂层 2b、以及被设置于阴极催化剂层 2b 的主面上并且兼备了气体通气性和导电性的阴极气体扩散层 3b。

[0129] 此外,可以使用含有搭载了由贵金属构成的电极催化剂的导电性碳粒子、高分子电解质以及分散介质的催化剂层形成用油墨,利用该领域中的公知方法形成阳极催化剂层 2a 以及阴极催化剂层 2b。此外,作为构成阳极气体扩散层 3a 以及阴极气体扩散层 3b 的材料并没有特别的限定,可以使用该领域中的公知材料,例如可以使用碳布和碳纸等导电性多孔质基材。此外,也可以利用现有的公知方法在该导电性多孔质基材上进行拨水处理。

[0130] 此外,在 MEA5 的阳极 4a 以及阴极 4b 的周围,夹持高分子电解质膜 1 而设置有一

对环状且大致为矩形的氟橡胶制垫圈 6。由此,可以防止空气或者氧化剂气体向电池外泄漏,此外还可以防止这些气体在燃料电池 100 内发生互相混合。此外,在垫圈 6 的周围,下述反应气体供给用歧管孔等各个歧管孔被设置为在厚度方向上贯通。

[0131] 此外,以夹持 MEA5 和垫圈 6 的方式设置有具有导电性的板状阳极隔板(燃料电池用隔板)10 以及阴极隔板(燃料电池用隔板)11。由此,MEA5 被机械性地固定,且当在其厚度方向上层叠多个燃料电池 100 时,MEA5 被电连接。此外,这些隔板 10、11 可以使用具有优异的热传导性以及导电性的金属、石墨或者混合了石墨和树脂的物质,例如可以使用将碳粉和粘结剂(溶剂)的混合物挤压成型而制作的材料、或者在钛或不锈钢制的板表面上实行了电镀的材料。

[0132] 在与阳极隔板 10 的阳极 4a 接触的一个主面上,设置有用于使燃料气体流过的沟槽状的第 1 燃料气体流路(第 1 反应气体流路)141、以及与第 1 燃料气体流路并行的沟槽状的第 2 燃料气体流路(第 2 反应气体流路)142、143。此外,在另一个主面上,设置有用于使冷却介质流过的沟槽状的冷却介质流路 9。同样,在与阴极隔板 11 的阴极 4b 接触的一个主面上,设置有用于使氧化剂气体流过的沟槽状的第 1 氧化剂气体流路(第 1 反应气体流路)131、与第 1 氧化剂气体流路 131 并行的第 2 氧化剂气体流路(第 2 反应气体流路)132, 133。此外,在另一个主面上,设置有用于使冷却介质流过的沟槽状的冷却介质流路 9。

[0133] 由此,分别向阳极 4a 以及阴极 4b 提供燃料气体以及氧化剂气体,使这些气体发生反应从而产生电和热量。此外,通过使冷却水等的冷却介质流过冷却介质流路 9,回收所产生的热量。

[0134] 此外,既可以将由上所述方式构成的燃料电池 100 作为单电池(cell)使用,也可以层叠多个燃料电池 100 作为电池堆使用。此外,在层叠燃料电池 100 的情况下,可以每 2~3 个单电池设置一个冷却介质流路 9。此外,在单电池之间不设置冷却介质流路 9 的情况下,可以使用被 2 个 MEA5 夹持的隔板,其一个主面上设置有第 1 燃料气体流路 141 以及第 2 燃料气体流路 142、143,另一个主面上设置有第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133,为兼有阳极隔板 10 和阴极隔板 11 的隔板。

[0135] 接着,参照图 1 以及图 2 详细说明阴极隔板 11。此外,关于阳极隔板 10,由于其基本结构与阴极隔板 11 相同,所以在此省略对其作详细说明。

[0136] [燃料电池用隔板的结构]

[0137] 图 2 为图 1 所示的燃料电池 100 的阴极隔板(本发明的第 1 实施方式所涉及的燃料电池用隔板)11 的概略结构的模式示意图。

[0138] 如图 2 所示,本发明第 1 实施方式所涉及的阴极隔板 11 被形成板状且大致为矩形。在阴极隔板 11 的主面的周边部上,形成有在厚度方向上贯通的多个贯通孔,这些贯通孔构成了用于提供氧化剂气体的氧化剂气体供给用歧管孔(反应气体供给用歧管孔)21、用于排出氧化剂气体的氧化剂气体排出用歧管孔(反应气体排出用歧管孔)22、用于提供燃料气体的燃料气体供给用歧管孔(反应气体供给用歧管孔)23、用于排出燃料气体的燃料气体排出用歧管孔(反应气体排出用歧管孔)24、用于提供冷却介质的冷却介质供给用歧管孔 25 以及用于排出冷却介质的冷却介质排出用歧管孔 26。

[0139] 氧化剂气体供给用歧管孔 21 被设置于阴极隔板 11 的一个侧部(附图左侧的侧部,以下称之为第 1 侧部)的上部,氧化剂气体排出用歧管孔 22 被设置于燃料电池用隔板

的另一个侧部（附图右侧的侧部，以下称之为第2侧部）的下部。此外，燃料气体供给用歧管孔23被设置于第2侧部的上部，燃料气体排出用歧管孔24被设置于第1侧部的下部。此外，冷却介质供给用歧管孔25被设置于氧化剂气体供给用歧管孔21的上部的第2侧部侧，冷却介质排出用歧管孔26被设置于氧化剂气体排出用歧管孔22的下部的第1侧部侧。

[0140] 此外，氧化剂气体供给用歧管孔21和氧化剂气体排出用歧管孔22、以及燃料气体供给用歧管孔23和燃料气体排出用歧管孔24分别被设置为夹持阴极隔板11的中央部并彼此相对。在此，所谓阴极隔板11的中央部是指相对于阴极隔板11的外周的中央部。

[0141] 此外，在阴极隔板11的一个主面上，以连通氧化剂气体供给用歧管孔21和氧化剂气体排出用歧管孔22的方式设置沟槽状的第1氧化剂气体流路131和多条（这里是两条）沟槽状的第2氧化剂气体流路132, 133,使得氧化剂气体被提供给阴极4b的主面的整个区域。第1氧化剂气体流路131和第2氧化剂气体流路132,133被形成为彼此并行。在此，所谓并行是指多条氧化剂气体流路被设置为彼此并列。即，特定多条氧化剂气体流路中的一条氧化剂气体流路，沿着该特定的氧化剂气体流路设置其它氧化剂气体流路。换言之，是指多条氧化剂气体流路被设置为多条氧化剂气体流路从其上游端向下游端使流过各个流路的氧化剂气体的流动方向整体上一致。因此，无需使多条氧化剂气体流路从其上游端到下游端以完全并行，多条氧化剂气体流路可以有被设置为非并行的部分。

[0142] 此外，第2氧化剂气体流路132,133被形成为构成流路的沟槽在垂直于氧化剂气体流动方向的方向上的截面积（以下仅称之为流路的截面积）彼此相同，第2氧化剂气体流路132,133分别构成了特定第2反应气体流路（以下仅称之为第2反应气体流路132,133）。此外，由于与第1氧化剂气体流路131相同地形成了第2氧化剂气体流路132,133，所以在以下的说明中，仅说明第1氧化剂气体流路131。

[0143] 第1氧化剂气体流路131由上游端与氧化剂气体供给用歧管孔21相连通的大致为U字形的上游部131a（图2所示点划线内的流路）、下游端与氧化剂气体排出用歧管孔22相连通的大致为U字形的下游部131c（图2所示双划线内的流路）、上游端与上游部131a的下游端相连接且下游端与下游部131c的上游端相连接的漩涡状的中游部131b构成，且被形成为由上游部131a和下游部131c包围中游部131b。

[0144] 在此，在第1氧化剂气体流路131中，将一端作为第1氧化剂气体流路131的上游端、即氧化剂气体供给用歧管孔21的连接端，将另一端作为满足式子 $L1 \leq L2$ 的部分，上游部131a是指它们之间的部分。其中，上式中的 $L1$ 表示第1氧化剂气体流路131的上游部131a的流路长， $L2$ 表示第1氧化剂气体流路131的流路全长。此外，上游部131a的另一端更加优选为满足式子 $L1 \leq [(1/3) \times L2]$ 的部分。

[0145] 此外，在第1氧化剂气体流路131中，将一端作为第1氧化剂气体流路131的下游端、即氧化剂气体排出用歧管孔22的连接端，将另一端作为满足式子 $L3 \leq L2$ 的部分，下游部131c是指它们之间的部分。其中，上式中的 $L3$ 表示第1氧化剂气体流路131的下游部131c的流路长。此外，下游部131c的另一端更加优选为满足式子 $L3 \leq [(1/3) \times L2]$ 的部分。

[0146] 上游部131a由第1上游直线部31a、第1上游折回部31b、第2上游直线部31c、第2上游折回部31d、第3上游直线部31e以及第3上游折回部31f构成。

[0147] 第1上游直线部31a被形成为其上游端连通于氧化剂气体供给用歧管孔21，且从

阴极隔板 11 的第 1 侧部向第 2 侧部延伸（在水平方向上延伸）。第 1 上游折回部 31b 被形成为其上游端连接于第 1 上游直线部 31a 的下游端，且流路从水平方向在阴极隔板 11 的上下方向上折曲。第 2 上游直线部 31c 被形成为其上游端连接于第 1 上游折回部 31b 的下游端，且从阴极隔板 11 的上部朝向下部延伸（在垂直方向上延伸）。第 2 上游折回部 31d 被形成为其上游端连接于第 2 上游直线部 31c 的下游端，且流路从垂直方向朝向水平方向折曲。第 3 上游直线部 31e 被形成为其上游端连接于第 2 上游折回部 31d 的下游端，且在水平方向上从第 2 侧部向第 1 侧部延伸。此外，第 3 上游折回部 31f 被形成为其上游端连接于第 3 上游直线部 31e 的下游端，且流路从水平方向在阴极隔板 11 的上下方向上折曲。

[0148] 中游部 131b 被形成为漩涡状，具体而言，以从阴极隔板 11 的周边部向中央部汇聚的方式被形成为顺时针旋转流路，并且以在阴极隔板 11 的中央部折返而向阴极隔板 11 的周边部发散的方式被形成为逆时针旋转流路。

[0149] 更为具体而言，中游部 131b 从上游部 131a 的第 3 上游折回部 31f 的下游端开始，从阴极隔板 11 的下部向上部（以下称之为上方向）垂直地延伸一定距离，然后，从第 1 侧部向第 2 侧部（以下称之为第 2 侧部方向）水平地延伸一定距离，然后，从阴极隔板 11 的上部向下部（以下称之为下方向）垂直地延伸一定距离，然后，从第 2 侧部向第 1 侧部（以下称之为第 1 侧部方向）水平地延伸一定距离，然后，向上方向垂直地延伸一定距离，然后，在第 2 侧部方向上水平地延伸一定距离，从而到达阴极隔板 11 的中央部。然后在阴极隔板 11 的中央部折返，然后，在第 1 侧部方向上水平地延伸一定距离，然后，在阴极隔板 11 的下方向上，垂直地延伸一定距离，然后，在第 2 侧部方向上水平地延伸一定距离，然后，在上方向上垂直地延伸一定距离，从而到达下游部 131c 的上游端。

[0150] 下游部 131c 由第 1 下游折回部 31g、第 1 下游直线部 31h、第 2 下游折回部 31i、第 2 下游直线部 31j、第 3 下游折回部 31k 以及第 3 下游直线部 31m 构成。

[0151] 第 1 下游折回部 31g 被形成为其上游端连接于中游部 131b 的下游端且流路从垂直方向朝向水平方向折曲。第 1 下游直线部 31h 被形成为其上游端连接于第 1 下游折回部 31g 的下游端且在第 1 侧部方向上水平地延伸。第 2 下游折回部 31i 被形成为其上游端连接于第 1 下游直线部 31h 的下游端且流路从水平方向朝向垂直方向折曲。第 2 下游直线部 31j 被形成为其上游端连接于第 2 下游折回部 31i 的下游端且在下方向上垂直延伸。第 3 下游折回部 31k 被形成为其上游端连接于第 2 下游直线部 31j 的下游端且流路从垂直方向朝向水平方向折曲。第 3 下游部直线部 31m 被形成为其上游端连接于第 3 下游折回部 31k 的下游端且在第 2 侧部方向上水平地延伸，并且被形成为其下游端与氧化剂气体排出用歧管孔 22 相连通。

[0152] 如以上所述，第 1 氧化剂气体流路 131 由在垂直方向或者在水平方向上延伸的直线部、流路从垂直方向朝向水平方向或者从水平方向朝向垂直方向折曲的折回部而被形成为整体地弯曲，第 2 氧化剂气体流路 132, 133 被设置为与第 1 氧化剂气体流路 131 并行。此外，在与阴极隔板 11 的主面相平行的方向上，第 1 氧化剂气体流路 131 上的下述第 1 部分 41 与第 1 氧化剂气体流路 131 的下游端之间不存在第 2 氧化剂气体流路 132, 133（没有设置）。此外，在与阴极隔板 11 的主面相平行的方向上，第 2 氧化剂气体流路 132, 133 介于（设置有）第 1 氧化剂气体流路 131 的上游端与第 1 氧化剂气体流路 131 上的下述第 2 部分 51 之间。

[0153] 此外,第1氧化剂气体流路131的上游部131a具有第1部分41,下游部131c具有第2部分51。第1部分41是第1氧化剂气体流路131的上游端与第2部分51之间的部分中最接近于第1氧化剂气体流路131的下游端的部分。换言之,第1部分41是第1氧化剂气体流路131的上游部131a中与下游部131c之间的压力梯度最大的部分(从第1氧化剂气体流路131的上游部131a发生短路的反应气体的量最多的部分)。具体而言,在本实施方式中,在上游部131a的第2上游折回部31d中,最接近于第1氧化剂气体流路131的下游端的部分构成了第1部分41。

[0154] 此外,第1氧化剂气体流路131被形成包含第1部分41的连续的部分、即第1特定部分81(这里是从第1氧化剂气体流路131的上游端到第1部分41为止的部分)的流路的截面积小于第2氧化剂气体流路132,133的截面积。具体而言,到第1氧化剂气体流路131的第1上游直线部31a、第1上游折回部31b、第2上游直线部31c以及第2上游折回部31d的第1部分41为止的流路宽度被形成小于第2氧化剂气体流路132,133的流路宽度。在此,所谓第1氧化剂气体流路131的包含第1部分41的连续的部分是指流路被连续形成于第1部分41的上游侧以及/或者下游侧(反应气体能够流过流路)。

[0155] 由此,与从氧化剂气体供给用歧管孔21提供给第2氧化剂气体流路132,133的上游端的氧化剂气体的流量相比,较小流量的氧化剂气体被提供给第1氧化剂气体流路131的上游端。这是由于在多条反应气体流路平行的情况下,如果反应气体流路的流路长度相同,为了确保气体压力一定而对应于流路的截面积的比例分配反应气体,所以如果流路的截面积减小,则被分配于该气体流路的气体流量也相应降低。

[0156] 此外,由于在第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81(从上游端到第1部分41为止的部分)中流过的氧化剂气体流量较小,所以能够减少经由阴极气体扩散层3b而流入到第1氧化剂气体流路131的下游部131c(特别是下游端附近的第3下游直线部31m)(短路)的氧化剂气体,从而可以减少无助于与燃料气体的反应而从氧化剂气体排出用歧管孔22排出的氧化剂气体。

[0157] 此外,第1氧化剂气体流路131被形成第1特定部分81的截面积(这里是流路的宽度)小于该第1特定部分81以外的部分的流路的截面积(这里是流路的宽度)、第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81以外的部分的截面实质上与第2氧化剂气体流路132,133的截面积相同。由此,可以使在第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81以外的部分中流过的氧化剂气体的流量实质上与在第2氧化剂气体流路132,133中流过的氧化剂气体的流量相同,从而可以将充足的氧化剂气体提供给阴极4b。

[0158] 此外,第2部分51是第1氧化剂气体流路131上第1部分41与下游端之间的部分中最接近于第1氧化剂气体流路131的上游端的部分。换言之,第2部分51是第1氧化剂气体流路131上第1部分41与下游端之间的部分中,在从第1氧化剂气体流路131上的上游端向下游端的方向上离下游端最远的部分,且是在第1氧化剂气体流路131的下游部131c中与上游部131a的压力梯度最大的部分。具体而言,在本实施方式中,下游部131c的第2下游折回部31i构成了第2部分51。

[0159] [燃料电池的作用效果]

[0160] 接着,参照图1以及图2说明本发明第1实施方式所涉及的燃料电池100的作用效果。

[0161] 如以上所述,由于在第1氧化剂气体流路131的上游部131a的第1特定部分81(特别是第1部分41)中流过的氧化剂气体和在最接近于第1氧化剂气体流路131的下游部131c的第1特定部分81的第3下游直线部31m中流过的氧化剂气体的压力差,使得一部分流过上游部131a的氧化剂气体经由阴极气体扩散层3b而流入到第1氧化剂气体流路131的下游部131c(特别是第3下游直线部31m)。

[0162] 此外,由于流过第1氧化剂气体流路131的上游部131a的氧化剂气体发生短路,所以在流过第2氧化剂气体流路132,133的上游部的氧化剂气体与流过第1氧化剂气体流路131的上游部131a的氧化剂气体之间会产生压力差。由于该压力差,使得一部分流过第2氧化剂气体流路132,133的上游部的氧化剂气体流入到第1氧化剂气体流路131的上游部131a。此外,一部分从第2氧化剂气体流路132,133流入到第1氧化剂气体流路131的氧化剂气体流入到第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81(特别是第1氧化剂气体流路131的第1部分41),一部分流过第1氧化剂气体流路131以及第2氧化剂气体流路132,133的氧化剂气体作为整体流入到第1氧化剂气体流路131的下游部131c(特别是第3下游直线部31m)。

[0163] 为此,由于一部分流过第1氧化剂气体流路131以及第2氧化剂气体流路132,133的氧化剂气体在第1氧化剂气体流路131的下游部131c(特别是第3下游直线部31m)发生短路,从而未被用于反应而并被原样排出至氧化剂气体排出用歧管孔22,由此降低了反应气体的利用率。

[0164] 然而,在本发明第1实施方式所涉及的燃料电池100中,第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81的流路的截面积被形成为比第1氧化剂气体流路131的该第1特定部分81以外的部分以及第2氧化剂气体流路132,133的流路的截面积小。由此,流过第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81的氧化剂气体流量较小,从而可以减少经由阴极气体扩散层3b而流入到第1氧化剂气体流路131的下游部131c(特别是第3下游直线部31m)(短路)的氧化剂气体。

[0165] 此外,由于可以减少从第1氧化剂气体流路131的上游部131a向下游部131c发生短路的氧化剂气体,所以能够降低在流过第2氧化剂气体流路132,133的上游部的氧化剂气体与流过第1氧化剂气体流路131的上游部131a的氧化剂气体之间产生的压力差,并且能够减少从第2氧化剂气体流路132,133的上游部经由第1氧化剂气体流路131的上游部131a而向第1氧化剂气体流路131的下游部131c发生短路的氧化剂气体。

[0166] 为此,可以减少流过第1以及第2氧化剂气体流路131~133的氧化剂气体中没有被用于与燃料气体的反应而从氧化剂气体排出用歧管孔22排出的氧化剂气体,从而改善反应气体的利用率。

[0167] 此外,在本发明第1实施方式所涉及的燃料电池100中,第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81以外的部分的截面积被形成为实质上与第2氧化剂气体流路132,133的截面积相同。为此,流过第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81以外的部分的氧化剂气体的流量实质上与流过第2氧化剂气体流路132,133的氧化剂气体的流量相同,从而可以将充足的氧化剂气体提供给阴极4b,燃料电池100可以进行充分的发电。

[0168] 如以上所述,利用本发明第1实施方式所涉及的燃料电池100,可以减少反应气体的短路并减少无助于反应而被排出的反应气体,从而可以改善反应气体的利用率。

[0169] （第 2 实施方式）

[0170] 图 3 是本发明的第 2 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0171] 如图 3 所示,本发明的第 2 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 与第 1 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的结构基本相同,然而第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 的结构与其有所不同。具体而言,第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81,其上游端为第 1 氧化剂气体流路 131 的上游端,这一点与第 1 实施方式相同,但是其下游端为第 3 上游折回部 31f 的向第 1 侧部方向水平延伸而到达的部分,这一点与第 1 实施方式有所不同。即,本发明第 2 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 上的第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 由第 1 上游直线部 31a、第 1 上游折回部 31b、第 2 上游直线部 31c、第 2 上游折回部 31d、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f 的水平延伸的流路构成。

[0172] 利用具有这样的结构的本发明第 2 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池,也能够取得与第 1 实施方式所涉及的燃料电池 100 相同的作用效果。此外,在具备本发明第 2 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池中,第 1 特定部分 81 被形成为从第 1 部分 41 开始,下游侧的流路(这里是第 2 上游折回部 31d 的水平延伸的流路、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f 的水平延伸的流路)的截面积比第 2 氧化剂气体流路 132,133 的截面积小。为此,可以减少从第 1 部分 41 流过下游侧流路的氧化剂气体在从该第 1 部分 41 而与下游侧流路并行的下游部 131c 的第 3 下游直线部 31 上发生短路,从而减少无助于反应而被排出的反应气体,改善反应气体的利用率。

[0173] （第 3 实施方式）

[0174] 图 4 是本发明的第 3 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0175] 如图 4 所示,本发明的第 3 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的基本结构与第 2 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 相同,然而第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 的上游端为第 1 上游折回部 31b 的在水平方向上延伸而到达的部分这一点却与其有所不同。即,本发明第 3 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 由第 1 上游折回部 31b 的上下方向延伸的流路、第 2 上游直线部 31c、第 2 上游折回部 31d、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f 的水平延伸的流路构成。

[0176] 利用具有这样的结构的本发明第 3 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池,也能够取得与第 2 实施方式所涉及的燃料电池 100 相同的作用效果。

[0177] （第 4 实施方式）

[0178] 图 5 是本发明的第 4 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0179] 如图 5 所示,本发明的第 4 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的基本结构与第 2 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 相同,然而在以下方面却与其有所不同,即,在第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 的下游(这里是中游部 131b)以规定的间隔设置多条(在这里是三条)连通用通道 61,使得第 1 氧化剂气体流

路 131、第 2 氧化剂气体流路 132 以及第 2 氧化剂气体流路 133 彼此连通。

[0180] 利用具有这样的结构的本发明第 4 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池,也能够取得与第 2 实施方式所涉及的燃料电池相同的作用效果。

[0181] 此外,在具备本发明第 4 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池中,流通过与第 2 氧化剂气体流路 132,133 上的第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分并行的部分的氧化剂气体在连通用通道 61 中流过。由此,氧化剂气体基本上均匀地被分流于第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133。为此,可以利用连通用通道 61 而降低在第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 的上游端被提供的氧化剂气体的供给量的不均匀性。这样,通过降低流过第 1 以及第 2 氧化剂气体流路 131 ~ 133 的氧化剂气体的不均匀性,从而可以进一步改善氧化剂气体的利用率。

[0182] 此外,在本发明第 4 实施方式中,为了使第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132,133 彼此连通,采用了设置有连通用通道 61 的结构,但是并不局限于此,例如也可以采用设置有使第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132,133 彼此连通的凹部并形成从该凹部的底面竖立设置的多个突起的结构。利用这样的结构,则在与第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分和第 2 氧化剂气体流路 132,133 上的第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分并行的部分中流过的氧化剂气体在凹部合流。于是,利用条纹状地配置于凹部的多个突起,在凹部合流的氧化剂气体的流动发生紊乱,从而促进了合流的氧化剂气体的混合,被混合的氧化剂气体从凹部下游端基本上均匀地被分流至第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133。为此,就能够利用凹部而降低在第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 的上游端被提供的氧化剂气体的供给量的不均匀性。

[0183] 此外,在本发明第 4 实施方式中,采用了以使第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132,133 彼此连通的方式设置有连通用通道 61 的结构,但是并不局限于此,例如也可以采用以只连通第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132 的方式设置连通用通道 61 或凹部的结构。

[0184] 此外,在设置三条以上第 2 氧化剂气体流路的情况下,只要是将连通用通道 61 设置为连通第 1 氧化剂气体 131 和多条第 2 氧化剂气体流路中至少与第 1 氧化剂气体流路 131 最为接近的第 2 氧化剂气体流路,则连通用通道 61 可以为任意样式。例如,连通用通道 61 可以被形成成为连通第 1 氧化剂气体流路 131 与多条第 2 氧化剂气体流路中被除设置于最远离第 1 氧化剂气体流路 131 的位置的第 2 氧化剂气体流路以外的第 2 氧化剂气体流路。

[0185] (第 5 实施方式)

[0186] 图 6 是本发明的第 5 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。此外,在图 6 中只图示了氧化剂气体供给用歧管孔 21 和氧化剂气体排出用歧管孔 22,省略了其它的歧管孔的图示。

[0187] 如图 6 所示,本发明的第 5 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的基本结构与第 1 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 相同,然而设置氧化剂气体排出用歧管孔 22 的位置、第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 下游部的结构、第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 的结构与其有所不同。

[0188] 具体而言,氧化剂气体排出用歧管孔 22 被设置于第 2 侧部的上部,此外,第 1 氧化

剂气体流路 131 的下游部 131c 由第 1 下游折回部 31g、第 1 下游直线部 31h、第 2 下游折回部 31i、第 2 下游直线部 31j 第 3 下游折回部 31k、第 3 下游直线部 31m、第 4 下游折回部 31n 以及第 4 下游直线部 31p 构成,从其上游端到第 3 下游直线部 31m 为止被形成为与第 1 实施方式所涉及的阴极隔板 11 的第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 相同。此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 被形成为在第 3 下游直线部 31m 的下游端连接有从水平方向将流路弯曲成垂直方向的第 4 下游折回部 31n 的上游端,在其下游端则连接有在上方向上垂直延伸的第 4 下游直线部 31p 的上游端,并且其下游端连通于氧化剂气体排出用歧管孔 22。在此,由于第 2 氧化剂气体流路 132,133 与第 1 氧化剂气体流路 131 同样地构成,因此省略对其作详细的说明。

[0189] 这样,由于第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 被形成为如上形式,所以在第 1 氧化剂气体流路 131 的上游端与第 2 部分 51 之间的部分中,最接近于第 1 氧化剂气体流路 131 的下游端的部分、即第 1 部分 41 成为上游部 131a 上的第 1 上游折回部 31b 的在水平方向上延伸而到达的部分。此外,本发明第 5 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 上的第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 由第 1 上游直线部 31a 和第 1 上游折回部 31b 的在水平方向上延伸的流路构成。

[0190] 利用具有这样的结构的本发明第 5 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池,也能够取得与第 1 实施方式所涉及的燃料电池 100 相同的作用效果。

[0191] (第 6 实施方式)

[0192] 图 7 是本发明的第 6 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。此外,在图 7 中只图示了氧化剂气体供给用歧管孔 21 和氧化剂气体排出用歧管孔 22,省略了其它歧管孔的图示。

[0193] 如图 7 所示,本发明的第 6 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的基本结构与第 1 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 相同,然而氧化剂气体排出用歧管孔 22 的配置位置、第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 下游部的结构以及第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 的结构与其有所不同。

[0194] 具体而言,氧化剂气体排出用歧管孔 22 被设置于第 1 侧部的下部。此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 被形成为大致 L 字形,由第 1 下游折回部 31g、第 1 下游直线部 31h、第 2 下游折回部 31i 以及第 2 下游直线部 31j 构成。此外,由于第 2 氧化剂气体流路 132,133 与第 1 氧化剂气体流路 131 同样地构成因此在此省略对其作详细的说明。

[0195] 这样,由于第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 以上述方式构成,所以在第 1 氧化剂气体流路 131 的上游端与第 2 部分 51 之间的部分中,最接近于第 1 氧化剂气体流路 131 的下游端的部分、即第 1 部分 41 成为上游部 131a 上的第 3 上游折回部 31f 的在水平方上延伸而到达的部分。此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 由第 1 上游直线部 31a、第 1 上游折回部 31b、第 2 上游直线部 31c、第 2 上游折回部 31d、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f 的在水平方向上延伸的流路构成。

[0196] 利用具有这样的结构的本发明第 6 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池,也能够取得与第 1 实施方式所涉及的燃料电池 100 相同的作用效果。

[0197] (第 7 实施方式)

[0198] 图 8 是本发明的第 7 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意

图。

[0199] 如图 8 所示,本发明的第 7 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的基本结构与第 1 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 相同,然而第 1 氧化剂气体流路 131 整体的流路的截面积(在这里是流路的宽度)被形成比第 2 氧化剂气体流路 132,133 的流路的截面积小。

[0200] 在具备以如此方式构成的本发明第 7 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池中,由于包含第 1 部分 41 的第 1 氧化剂气体流路 131 整体的流路的截面积小于第 2 氧化剂气体流路 132,133 的流路的截面积小,所以流过第 1 氧化剂气体流路 131 的氧化剂气体的流量比流过第 2 氧化剂气体流路 132,133 的氧化剂气体的流量小。为此,可以减少流过第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a(特别是第 1 部分 41)的氧化剂气体在下游部 131c(特别是第 3 下游直线部 31m)发生短路的那部分氧化剂气体。

[0201] 此外,由于能够减少从第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 向下游部 131c 发生短路的氧化剂气体,所以能够降低在流过第 2 氧化剂气体流路 132,133 的上游部的氧化剂气体与流过第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 的氧化剂气体之间所产生的压力差,从而能够减少从第 2 氧化剂气体流路 132,133 的上游部经由第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 而在第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 发生短路的氧化剂气体。

[0202] 为此,可以减少在流过第 1 以及第 2 氧化剂气体流路 131 ~ 133 的氧化剂气体中没有被用于与燃料气体的反应而从氧化剂气体排出用歧管孔 22 排出的氧化剂气体,从而改善反应气体的利用率。

[0203] (第 8 实施方式)

[0204] 图 9 是本发明的第 8 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0205] 如图 9 所示,本发明的第 8 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的基本结构与第 1 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 相同,然而在第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体 132,133 的中游部被形成成为蜿蜒状的这一点上与其有所不同。以下说明第 1 氧化剂气体流路 131 的中游部 131b 的结构。

[0206] 第 1 氧化剂气体流路 131 的中游部 131b,从其上游部 131a 的下游端向上方向延伸,然后,在第 2 侧部方向上水平延伸一定距离,然后,一边向上方向延伸一定的距离,一边使流路折回 180 度,然后,向第 1 侧部方向水平延伸一定距离。然后,重复一次该延伸图案,然后,流路向上方向延伸,然后,在第 2 侧部方向上水平延伸一定距离,然后,一边向上方向延伸一定距离,一边使流路折回 180 度,从而到达下游部 131c 的上游端。

[0207] 利用具有这样的结构的本发明第 8 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池,也能够取得与第 1 实施方式所涉及的燃料电池 100 相同的作用效果。

[0208] (第 9 实施方式)

[0209] 图 10 是本发明的第 9 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。其中,在图 10 中只图示了氧化剂气体供给用歧管孔 21 和氧化剂气体排出用歧管孔 22,省略了其它的歧管孔的图示。

[0210] 如图 10 所示,本发明第 9 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 被形成成为圆板状,此外,在其主面上形成有两根并行的第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气

体流路 132,133。氧化剂气体供给用歧管孔 21 和氧化剂气体排出用歧管孔 22 被设置为夹持阴极隔板 11 的中心部（中心轴 101）且相对。此外,虽然在将氧化剂气体供给用歧管孔 21 和氧化剂气体排出用歧管孔 22 设置为夹持阴极隔板 11 的中心轴且相对,但是并不局限于此,只要是被配置于阴极隔板 11 的周边部,则这些歧管孔可以被设置于任何位置。

[0211] 第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132,133 作为整体被形成为漩涡状,具体而言,从其上游端向阴极隔板 11 的中心部汇聚从而以顺时针画出弧形的方式形成流路,在阴极隔板 11 的中央部折返,向阴极隔板 11 的周边部发散从而以逆时针画出弧形的方式形成流路。

[0212] 此外,第 1 氧化剂气体流路 131 具有第 1 部分 41 和第 2 部分 51。如以上所述,第 1 部分是在第 1 氧化剂气体流路 131 上的上游端与第 2 部分 51 之间的部分中,最接近于第 1 氧化剂气体流路 131 的下游端的部分,在此,第 1 氧化剂气体流路 131 上的与第 1 氧化剂气体流路 131 的下游端和中心轴 101 的连接线相交的部分中最接近于隔板 11 外周的部分构成了第 1 部分 41。此外,第 2 部分 51 是在第 1 氧化剂气体流路 131 上的第 1 部分 41 与下游端之间的部分中最接近于第 1 氧化剂气体流路 131 的上游端的部分,在此,第 1 氧化剂气体流路 131 上,与第 1 氧化剂气体流路 131 的上游端和中心轴 101 的连接线相交的部分中最接近于隔板 11 外周的部分构成了第 2 部分 51。

[0213] 此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 由从第 1 氧化剂气体流路 131 的上游端环绕一周所到达的部分构成。

[0214] 利用具有这样的结构的本发明第 9 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池,也能够取得与第 1 实施方式所涉及的燃料电池 100 相同的作用效果。

[0215] （第 10 实施方式）

[0216] 图 12 是本发明的第 10 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0217] 如图 12 所示,本发明的第 10 实施方式所涉及的燃料电池用隔板（阴极隔板）11 的基本结构与第 1 实施方式所涉及的燃料电池用隔板（阴极隔板）11 相同,然而在从其下游端连续的部分、即第 2 特定部分 82（在这里是第 3 下游直线部 31m）的流路的截面积被形成成为比第 2 氧化剂气体流路 132,133 的截面积小这一点上与其有所不同。

[0218] 具体而言,第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82、即第 3 下游直线部 31m 的流路宽度被形成成为比第 2 氧化剂气体流路 132,133 的流路宽度小。

[0219] 由此,即使氧化剂气体从第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 上的第 2 上游折回部 31d、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f（特别是第 1 部分 41）向下游部 131c 发生短路,也会由于第 2 特定部分 82 的流路的截面积较小而使得该第 2 特定部分 82 的压力损失瞬时增加。为此,流过第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 上的第 2 上游折回部 31d、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f（特别是第 1 部分 41）的氧化剂气体与流过第 2 特定部分 82 的氧化剂气体的压力差变小,从而可以减少从第 2 上游折回部 31d、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f（特别是第 1 部分 41）发生短路的氧化剂气体,从而能够减少无助于与燃料气体的反应而从氧化剂气体排出用歧管孔 22 排出的氧化剂气体。

[0220] 此外,第 1 氧化剂气体流路 131 被形成成为第 2 特定部分 82、即第 3 下游直线部 31m

的截面积（在这里是流路的宽度）比该第 2 特定部分 82（第 3 下游直线部 31m）以外的部分的截面积（在这里是流路的宽度）小，第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82（第 3 下游直线部 31m）以外的部分的截面积被形成实质上与第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的截面积相同。由此，可以使流过第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82（第 3 下游直线部 31m）以外的部分的氧化剂气体的流量实质上与流过第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的氧化剂气体的流量相同，从而可以向阴极 4b 提供充足的氧化剂气体。

[0221] [燃料电池的作用效果]

[0222] 参照图 12 说明具有本发明第 10 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池 100（本发明的第 10 实施方式所涉及的燃料电池）的作用效果。

[0223] 如以上所述，由于在流过第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 上的第 2 上游折回部 31d、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f（特别是第 1 部分 41）的氧化剂气体与流过第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 上的第 3 下游直线部 31m 的氧化剂气体间的压力差，使得一部分流过上游部 131a 的氧化剂气体经由阴极气体扩散层 3b 而流入到第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 上的第 3 下游直线部 31m。

[0224] 此外，由于流过第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 的氧化剂气体发生短路，所以在流过第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的上游部的氧化剂气体与流过第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 的氧化剂气体之间会产生压力差。由于该压力差，而使得一部分流过第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的上游部的氧化剂气体流入到第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a。于是，一部分从第 2 氧化剂气体流路 132, 133 流入到第 1 氧化剂气体流路 131 的氧化剂气体流入到第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 上的第 2 上游折回部 31d、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f（特别是第 1 部分 41），一部分流过第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的氧化剂气体作为整体流入到第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c（特别是第 3 下游直线部 31m）。

[0225] 为此，由于一部分流过第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的氧化剂气体在第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 上的第 3 下游直线部 31m 发生短路，从而未被用于反应而并被原样排出至氧化剂气体排出用歧管孔 22，由此降低了反应气体的利用率。

[0226] 然而，在本发明第 10 实施方式所涉及的燃料电池 100 中，第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82（第 3 下游直线部 31m）的流路的截面积（在这里是流路的宽度）被形成比第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的流路的截面积（在这里是流路的宽度）小。由此，即使流过第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 上的第 2 上游折回部 31d、第 3 上游直线部 31e 以及第 3 上游折回部 31f（特别是第 1 部分 41）的氧化剂气体经由阴极气体扩散层 3b 而在第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 上的第 2 特定部分 82（第 3 下游直线部 31m）发生短路，由于第 2 特定部分 82 的流路的截面积较小，所以该第 2 特定部分 82 的压力损失会瞬时增加。此外，由于第 2 特定部分 82 的压力损失增加，所以第 2 特定部分 82 的上游侧的流路（在这里是第 3 下游折回部 31k）的压力损失也会增加。

[0227] 为此，流过第 1 氧化剂气体流路 131 的上游部 131a 的氧化剂气体与流过第 2 特定部分 82 的氧化剂气体的压力差变小，从而能够减少从上游部 131a（特别是第 1 部分 41）向下游部 131c（特别是第 2 特定部分 82）发生短路的氧化剂气体。

[0228] 此外,由于能够减少从第1氧化剂气体流路131的上游部131a(特别是第1部分41)向下游部131c(特别是第2特定部分82)发生短路的氧化剂气体,因此能够降低流过第2氧化剂气体流路132,133的上游部的氧化剂气体与流过第1氧化剂气体流路131的上游部131a的氧化剂气体之间产生的压力差,从而能够减少从第2氧化剂气体流路132,133的上游部经由第1氧化剂气体流路131的上游部131a向下游部131c发生短路的氧化剂气体。

[0229] 因此,可以减少流过第1以及第2氧化剂气体流路131~133的氧化剂气体中没有被用于与燃料气体的反应而从氧化剂气体排出用歧管孔22排出的氧化剂气体,从而也就能够改善反应气体的利用率。

[0230] 此外,在本发明第10实施方式所涉及的燃料电池100中,第1氧化剂气体流路131的第2特定部分82以外的部分的截面积被形成成为实质上与第2氧化剂气体流路132,133的截面积相同。为此,流过第1氧化剂气体流路131的第2特定部分82以外的部分的氧化剂气体的流量实质上与流过第2氧化剂气体流路132,133的氧化剂气体的流量相同,从而能够将充足的氧化剂气体提供给阴极4b,燃料电池100可以充分地进行发电。

[0231] 如以上所述,利用本发明第10实施方式所涉及的燃料电池100可以减少反应气体的短路,从而减少无助于反应而被排出的反应气体,改善反应气体的利用率。

[0232] (第11实施方式)

[0233] 图13是本发明的第11实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0234] 如图13所示,本发明的第11实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11的基本结构与第10实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11相同,然而第1氧化剂气体流路131的第2特定部分82的结构与其有所不同。具体而言,虽然第1氧化剂气体流路131的第2特定部分82的下游端为第1氧化剂气体流路131的下游端这一点上与第1实施方式相同,然而在其上游端为第1氧化剂气体流路131的第2部分这一点上却与其有所不同。即,第1氧化剂气体流路131的第2特定部分82由第2下游折回部31i、第2下游直线部31j、第3下游折回部31k以及第3下游直线部31m构成。

[0235] 利用具有这样的结构的本发明第11实施方式所涉及的燃料电池用隔板11的燃料电池,也能够取得与第10实施方式所涉及的燃料电池100相同的作用效果。

[0236] (第12实施方式)

[0237] 图14是本发明的第12实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0238] 如图14所示,本发明的第12实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11的基本结构与第11实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11相同,然而在第1氧化剂气体流路131的第2特定部分82的上游(在这里是第2下游折回部31i)以规定的间隔设置多条(这里是三条)连通用通道61使得第1氧化剂气体流路131和第2氧化剂气体流路132以及第2氧化剂气体流路133彼此连通这一点与其有所不同。

[0239] 利用具有这样的结构的本发明第12实施方式所涉及的燃料电池用隔板11的燃料电池,也能够取得与第11实施方式所涉及的燃料电池相同的作用效果。

[0240] 此外,在具备本发明第12实施方式所涉及的燃料电池用隔板11的燃料电池中,流

过第 2 氧化剂气体流路 132,133 的氧化剂气体在连通用通道 61 中流过。由此,在第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 的上游端被提供的氧化剂气体基本均匀地被分流于第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133。为此,可以降低提供给第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 的氧化剂气体的供给量的不均匀性,从而进一步改善氧化剂气体的利用率。

[0241] 此外,在本发明第 12 实施方式中,为了使第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132,133 彼此连通而采用了设置连通用通道 61 的结构,但是并不局限于此,例如也可以采用设置有使第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132,133 彼此连通的凹部并形成从该凹部的底面竖立设置的多个突起的结构。利用这样的结构,则流过第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132,133 的氧化剂气体在凹部合流。为此,就能够减少在第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 的上游端被提供的氧化剂气体的供给量的不均匀性,从进一步改善氧化剂气体的利用率。

[0242] 此外,利用条纹状地配置于凹部的多个突起,在凹部合流的氧化剂气体的流动发生紊乱,从而促进了合流的氧化剂气体的混合,被混合的氧化剂气体从凹部下游端分别被分流于第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133。

[0243] 此外,在本发明第 12 实施方式中采用了以使第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132,133 彼此连通的方式设置有连通用通道 61 的结构,但是并不局限于此,例如也可以采用以只连通第 1 氧化剂气体流路 131 和第 2 氧化剂气体流路 132 的方式设置连通用通道 61 或凹部的结构。

[0244] 此外,在设置三条以上第 2 氧化剂气体流路的情况下,只要是将连通用通道 61 设置为连通第 1 氧化剂气体 131 和多条第 2 氧化剂气体流路中至少与第 1 氧化剂气体流路 131 最为接近的第 2 氧化剂气体流路,则连通用通道 61 可以为任意样式。例如,连通用通道 61 可以被形成成为连通第 1 氧化剂气体流路 131 与多条第 2 氧化剂气体流路中被除设置于最远离第 1 氧化剂气体流路 131 的位置的第 2 氧化剂气体流路以外的第 2 氧化剂气体流路。

[0245] (第 13 实施方式)

[0246] 图 15 是本发明的第 13 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。此外,在图 15 中只图示了氧化剂气体供给用歧管孔 21 和氧化剂气体排出用歧管孔 22,省略了其它的歧管孔的图示。

[0247] 如图 15 所示,本发明的第 13 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的基本结构与第 11 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 相同,然而设置氧化剂气体排出用歧管孔 22 的位置、第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 下游部的结构以及第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 的结构与其有所不同。

[0248] 具体而言,氧化剂气体排出用歧管孔 22 被设置于第 2 侧部的上部。此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 由第 1 下游折回部 31g、第 1 下游直线部 31h、第 2 下游折回部 31i、第 2 下游直线部 31j、第 3 下游折回部 31k、第 3 下游直线部 31m、第 4 下游折回部 31n 以及第 4 下游直线部 31p 构成,从其上游端到第 3 下游直线部 31m 为止被形成为与第 2 实施方式所涉及的阴极隔板 11 的第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 相同。此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 被形成为在第 3 下游直线部 31m 的下游端连接有从水平方向将流路向垂直方向折曲的第 4 下游折回部 31n 的上游端,且在其下游端连接有在上

方向上垂直延伸的第 4 下游直线部 31p 的上游端,并且其下游端连通于氧化剂气体排出用歧管孔 22。在此,由于第 2 氧化剂气体流路 132,133 被形成为与第 1 氧化剂气体流路 131 相同,所以在此省略对其作详细的说明。

[0249] 这样,由于如上所述而形成第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c,所以在第 1 氧化剂气体流路 131 的上游端与第 2 部分 51 之间的部分中,最接近于第 1 氧化剂气体流路 131 的下游端的部分、即第 1 部分 41 成为上游部 131a 上的第 1 上游折回部 31b 的在水平方向上延伸而到达的部分。此外,本发明第 14 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 上的第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 由第 2 下游折回部 31i、第 2 下游直线部 31j、第 3 下游折回部 31k、第 3 下游直线部 31m、第 4 下游折回部 31n 以及第 4 下游直线部 31p 构成。

[0250] 利用具有这样的结构的本发明第 13 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池,也能够取得与第 11 实施方式所涉及的燃料电池 100 相同的作用效果。

[0251] (第 14 实施方式)

[0252] 图 16 是本发明的第 14 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。在此,在图 16 中只图示了氧化剂气体供给用歧管孔 21 和氧化剂气体排出用歧管孔 22,省略了其它的歧管孔的图示。

[0253] 如图 16 所示,本发明第 14 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的基本结构与第 11 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 相同,然而氧化剂气体排出用歧管孔 22 的配置位置、第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 下游部的结构以及第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 的结构与其有所不同。

[0254] 具体而言,氧化剂气体排出用歧管孔 22 被设置于第 1 侧部的下部。此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c 被形成为大致 L 字形,由第 1 下游折回部 31g、第 1 下游直线部 31h、第 2 下游折回部 31i 以及第 2 下游直线部 31j 构成。此外,由于以与第 1 氧化剂气体流路 131 相同的方式构成第 2 氧化剂气体流路 132,133,所以在此省略对其作详细的说明。

[0255] 这样,由于以如上方式形成第 1 氧化剂气体流路 131 的下游部 131c,所以在第 1 氧化剂气体流路 131 的上游端与第 2 部分 51 之间的部分中,最接近于第 1 氧化剂气体流路 131 的下游端的部分、即第 1 部分 41 成为上游部 131a 上的第 3 上游折回部 31f 的水平方向上延伸而到达的部分。此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 由第 2 下游折回部 31i 以及第 2 下游直线部 31j 构成。

[0256] 利用具有这样的结构的本发明第 14 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的燃料电池,也能够取得与第 11 实施方式所涉及的燃料电池 100 相同的作用效果。

[0257] (第 15 实施方式)

[0258] 图 17 是本发明的第 15 实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0259] 如图 17 所示,本发明的第 15 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 的基本结构与第 10 实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11 相同,然而在第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132,133 的中游部被形成为蜿蜒状的这一点上与其有所不同。以下说明第 1 氧化剂气体流路 131 的中游部 131b 的结构。

[0260] 第 1 氧化剂气体流路 131 的中游部 131b,流路从其上游部 131a 的下游端向上方向

延伸,然后,向第2侧部方向水平延伸一定距离,然后,一边向上方向延伸一定的距离,一边使流路折回180度,然后,向第1侧部方向水平延伸一定距离。然后,重复一次该延伸图案,然后,流路在上方向上延伸,然后,向第2侧部方向水平延伸一定距离,然后,一边向上方向延伸一定的距离,一边使流路折回180度,从而到达下游部131c的上游端。

[0261] 利用具有这样的结构的本发明第15实施方式所涉及的燃料电池用隔板11的燃料电池,也能够取得与第10实施方式所涉及的燃料电池100相同的作用效果。

[0262] (第16实施方式)

[0263] 图18是本发明的第16实施方式所涉及的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。此外,在图18中只图示了氧化剂气体供给用歧管孔21和氧化剂气体排出用歧管孔22,省略了其它的歧管孔的图示。

[0264] 如图18所示,本发明第16实施方式所涉及的燃料电池用隔板(阴极隔板)11被形成为圆板状,此外,在其主面上,以两根并行的方式形成有第1氧化剂气体流路131和第2氧化剂气体流路。氧化剂气体供给用歧管孔21和氧化剂气体排出用歧管孔22被形成为夹持阴极隔板11的中心部(中心轴101)而相对。此外,在这里虽然以夹持阴极隔板11的中心轴而相对的方式设置氧化剂气体供给用歧管孔21和氧化剂气体排出用歧管孔22,但是并不局限于此,只要是被配置于阴极隔板11的周边部,则这些歧管孔可以被设置于任何位置。

[0265] 第1氧化剂气体流路131以及第2氧化剂气体流路132,133作为整体被形成为漩涡状,具体而言,从其上游端向阴极隔板11的中心部汇聚从而以顺时针画出弧形的方式形成流路,在阴极隔板11的中央部折返,向阴极隔板11的周边部发散从而以逆时针画出弧形的方式形成流路。

[0266] 此外,第1氧化剂气体流路131具有第1部分41和第2部分51。如以上所述,第1部分是第1氧化剂气体流路131上的上游端与第2部分51之间的部分中最接近于第1氧化剂气体流路131的下游端的部分,在此,第1氧化剂气体流路131上的与第1氧化剂气体流路131的下游端和中心轴101的连接线相交的部分中最接近于隔板11外周的部分构成了第1部分41。此外,第2部分51是在第1氧化剂气体流路131上的第1部分41与下游端之间的部分中最接近于第1氧化剂气体流路131的上游端的部分,在此,第1氧化剂气体流路131上的与第1氧化剂气体流路131的上游端和中心轴101的连接线相交的部分中最接近于隔板11外周的部分构成第2部分51。

[0267] 此外,第1氧化剂气体流路131的第2特定部分82由从第1氧化剂气体流路131的第2部分51至下游端为止的部分构成。

[0268] 利用具有这样的结构的本发明第16实施方式所涉及的燃料电池用隔板11的燃料电池,也能够取得与第10实施方式所涉及的燃料电池100相同的作用效果。

[0269] 以上详细说明了本发明的实施方式,然而本发明并不局限于上述实施方式。

[0270] 例如,在上述本发明的第1~9实施方式中,为了使第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81的截面积比第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81以外的部分以及第2氧化剂气体流路132,133的截面积小,将第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81的流路的宽度形成为比第1氧化剂气体流路131的第1特定部分81以外的部分以及第2氧化剂气体流路132,133的流路的宽度小,但是并不局限于此,也可以将第1氧化剂气体流路

131 的第 1 特定部分 81 的流路的深度形成成为比第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 以外的部分以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的流路的深度浅。

[0271] 此外,在上述本发明的第 1 ~ 9 实施方式中,采用了使第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的截面积相同的结构,但是并不局限于此,也可以将流路的截面积构成为各自不同。此外,在能够获得本发明的作用效果的范围内,特定第 2 氧化剂气体流路的一部分截面积也可以被形成成为比第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 的截面积小;此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 以外的部分中的一部分截面积也可以被形成成为比第 1 特定部分 81 的截面积小。

[0272] 此外,第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 的一部分也可以被形成成为比特定第 2 氧化剂气体流路的截面积大。例如,可以将从第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 特定部分 81 的上游端直至从燃料电池用隔板 11 的厚度方向观察时第 1 特定部分 81 的与催化剂层(阴极催化剂层 2b 以及 / 或者阳极催化剂层 2a) 的端面重叠的部分为止的流路的截面积形成成为比特定第 2 氧化剂气体流路的截面积大,并且将从第 1 特定部分 81 的与该催化剂层的端面重叠的部分直至第 1 特定部分 81 的下游端为止的流路的截面积形成成为比特定第 2 氧化剂气体流路的截面积小。

[0273] 此外,例如在上述所述的本发明的第 10 ~ 16 实施方式中,为了使第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 的截面积比第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 以外的部分以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的截面积小,而将第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 的流路宽度形成成为比第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 以外的部分以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的流路宽度小,但是并不局限于此,例如也可以将第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 的流路深度形成成为比第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 以外的部分以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的流路深度浅。

[0274] 此外,在上述本发明第 10 ~ 16 实施方式中,采用了使第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的截面积相同的结构,但是并不局限于此,也可以将流路的截面积构成为各不相同。此外,在能够获得本发明的作用效果的范围内,可以将特定第 2 氧化剂气体流路的一部分截面积形成成为比第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 的截面积小;此外,也可以将第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 以外的部分中的一部分截面积形成成为比第 2 特定部分 82 的截面积小。

[0275] 此外,可以将第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 的一部分形成成为比特定第 2 氧化剂气体流路的截面积大。例如,可以将从第 1 氧化剂气体流路 131 的第 2 特定部分 82 的上游端直至从燃料电池用隔板 11 的厚度方向观察时第 2 特定部分 82 的与催化剂层(阴极催化剂层 2b 以及 / 或者阳极催化剂层 2a) 的端面重叠的部分为止的流路的截面积形成成为比特定第 2 氧化剂气体流路的截面积小,且将从第 2 特定部分 82 的与该催化剂层的端面重叠的部分直至第 2 特定部分 82 的下游端为止的流路的截面积形成成为比特定第 2 氧化剂气体流路的截面积大。

[0276] [参考例]

[0277] 接着,参照图 19 说明本发明的参考例。

[0278] 图 19 是本发明的参考例的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0279] 如图 19 所示,本发明的参考例的燃料电池用隔板 11 与本发明有所不同,在第 2 氧

化剂气体流路 132, 133 中, 离第 1 氧化剂气体流路 131 最远的第 2 氧化剂气体流路 133 (以下称之为第 3 氧化剂气体流路 133) 的一部分流路的截面积被形成为比其它流路的截面积小。此外, 在以下的说明中, 对第 3 氧化剂气体流路 133 上的相当于第 1 氧化剂气体流路 131 的部分使用相同的符号进行说明 (例如, 将第 3 氧化剂气体流路 133 上的相当于第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 上游直线部 31a 的部分作为第 3 氧化剂气体流路 133 上的第 1 上游直线部 31a)。

[0280] 具体而言, 第 3 氧化剂气体流路 133 具有相当于第 1 氧化剂气体流路 131 的第 1 部分 41 的第 5 部分 54。此外, 第 3 氧化剂气体流路 133 被形成为从上游端连续的部分、即第 3 特定部分 83 (在这里是第 1 上游直线部 31a) 的流路的截面积比第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的截面积小。具体而言, 第 3 氧化剂气体流路 133 的第 1 上游直线部 31a 的流路宽度被形成为比第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132 的流路宽度小。

[0281] 然而, 由于流过第 3 氧化剂气体流路 133 上的上游部 131a 的第 1 上游直线部 31a 的氧化剂气体与流过与第 3 氧化剂气体流路 133 的该第 1 上游直线部 31a 最相接近的流路的氧化剂气体的压力差, 使得一部分流过上游部 131a 的氧化剂气体经由阴极气体扩散层 3b 而流入到第 3 氧化剂气体流路 133 的流路 31z (特别是第 3 氧化剂气体流路 133 的第 5 部分 54)。

[0282] 此外, 由于流过第 3 氧化剂气体流路 133 的上游部 131a 的氧化剂气体发生短路, 所以在流过第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132 的上游部的氧化剂气体与流过第 3 氧化剂气体流路 133 的上游部 131a 的氧化剂气体之间产生压力差。由于该压力差, 使得一部分流过第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132 的上游部的氧化剂气体流入到第 3 氧化剂气体流路 133 的上游部 131a。于是, 一部分从第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132 流入到第 3 氧化剂气体流路 133 的氧化剂气体会流入到第 3 氧化剂气体流路 133 的流路 31z (特别是第 3 氧化剂气体流路 133 的第 5 部分 54), 一部分流过第 1 氧化剂气体流路 131、第 2 氧化剂气体流路 132 以及第 3 氧化剂气体流路 133 的氧化剂气体作为整体流入到第 3 氧化剂气体流路 133 的流路 31z (特别是第 1 部分 41)。

[0283] 为此, 由于一部分流过第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133 的氧化剂气体在第 3 氧化剂气体流路 133 的流路 31z (特别是第 5 部分 54) 发生短路, 没有被用于反应而被原样排出至氧化剂气体排出用歧管孔 22, 从而降低了反应气体的利用率。

[0284] 然而, 第 3 氧化剂气体流路 133 的第 3 特定部分 83 的流路的截面积被形成为比第 3 氧化剂气体流路 133 的该第 3 特定部分 83 以外的部分和第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132 的截面积小。由此, 由于流过第 3 氧化剂气体流路 133 的第 3 特定部分 83 的氧化剂气体流量较小, 所以减少了经由阴极气体扩散层 3b 而流入到第 3 氧化剂气体流路 133 的流路 31z (特别是第 5 部分 54) (短路) 的氧化剂气体。

[0285] 为此, 可以减少流过第 1 至第 3 氧化剂气体流路 131 ~ 133 的氧化剂气体中没有被用于与燃料气体的反应而从氧化剂气体排出用歧管孔 22 排出的氧化剂气体, 改善反应气体的利用率。

[0286] 接着, 说明实施例。

[0287] 实施例

[0288] (试验例 1)

[0289] 图 20 是在试验例 1 的实施例 1 中所使用的燃料电池用隔板的概略结构的模式示意图。

[0290] 如图 20 所示,实施例 1 的阴极隔板 11 被形成为具有本发明的第 3 实施方式的第 1 氧化剂气体流路 131 和五条第 2 氧化剂气体流路 132、以及本发明的参考例的第 3 氧化剂气体流路 133。其中,在图 20 中,将五条第 2 氧化剂气体流路 132 作为一条流路表示。此外,比较例的阴极隔板 11 被形成为具有七条图 11 所示的现有的燃料电池用隔板的流体通道。此外,实施例 1、2 以及比较例的阳极隔板 10,燃料气体流路被形成为三条且为蜿蜒状。于是,使用这些隔板 10、11 制作了单电池并用于试验例 1。

[0291] 在试验例 1 中,将发电条件调整为电流密度为 $0.16\text{A}/\text{cm}^2$ 、燃料利用率为 75%、燃料气体使用 75% 的氢和 25% 的二氧化碳的混合气体、氧化剂气体使用空气、燃料气体的露点为 65°C 、氧化剂气体的露点为 35°C 、使电池温度为 90°C ,使氧利用率在 55 ~ 90% 的范围内变动,测定了各个单电池的电池电压。测定结果示于图 21。

[0292] 图 21 是示意试验例 1 的电池电压测定结果的曲线图。

[0293] 如图 21 所示,与比较例的单电池相比,在实施例 1 的单电池中电池电压变高,特别是在氧利用率为 80% 时,与比较例的单电池相比,实施例 1 的单电池高出 13mV。

[0294] (试验例 2)

[0295] 在试验例 2 中,对本发明的燃料电池用隔板 11 以及具备该隔板的燃料电池 100 (在这里为单电池) 进行模拟解析而验证其效果。此外,为了便于评价而,只将电极面作为解析对象。

[0296] 在实施例 2 中,使用第 3 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133; 在实施例 3 中,使用第 10 实施方式所涉及的燃料电池用隔板 11 的第 1 氧化剂气体流路 131 以及第 2 氧化剂气体流路 132, 133; 此外,在比较例中,使用图 9 所示的现有燃料电池用隔板的流体通道 201 ~ 203。

[0297] 在解析过程中,使用了 ANSYS Japan 公司制的 FLUENT、PEM 模块。发电条件为: 电流密度为 $0.16\text{A}/\text{cm}^2$ 、燃料利用率为 75%、氧利用率为 55%、燃料气体使用 75% 的氢和 25% 的二氧化碳的混合气体、氧化剂气体使用空气、燃料气体的露点为 65°C 、氧化剂气体的露点为 35°C 以及电池温度为 90°C 。测定结果被表示于图 22 中。

[0298] 图 22 是示意进行试验例 2 的模拟解析的结果的曲线图。

[0299] 如图 22 所示,在实施例 2 中,膜电阻是 $1.972\text{m}\Omega$,在实施例 3 中膜电阻是 $1.940\text{m}\Omega$,在比较例中膜电阻是 $1.984\text{m}\Omega$ 。

[0300] 根据这些结果可以认为,在本发明所涉及的燃料电池用隔板 11 以及具备该隔板的燃料电池 100 中,通过减少了流过反应气体流路的反应气体无助于反应而被排出的情况,从而提高了单电池内的保水性,并且降低了膜电阻。此外,可以得到如下启示,即通过减少流过反应气体流路的反应气体无助于反应而被排出的情况从而改善反应气体的利用率,能够提高电池性能。

[0301] 对于本领域技术人员而言,根据上述说明可以明了本发明的多处改良或者其它的实施方式。因此,上述说明仅仅是作为例示而做的解释,目的在于向本领域技术人员阐明实现本发明的最佳方式。只要是不脱离本发明的要旨,可以实质性地改变其构造以及 / 或

者功能的细节。

[0302] 产业上的利用可能性

[0303] 本发明的燃料电池用隔板以及具备该隔板的燃料电池,可以减少流过反应气体流路的反应气体无助于反应而被排出的情况从而改善反应气体的利用率,因此可以高效率地发电,所以可用于燃料电池技术领域。

100

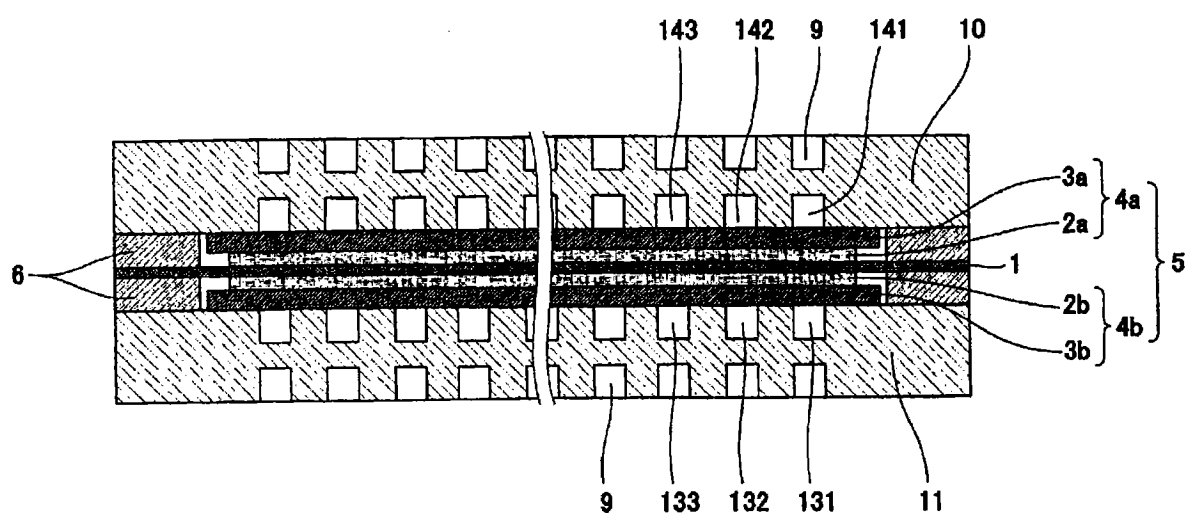


图 1

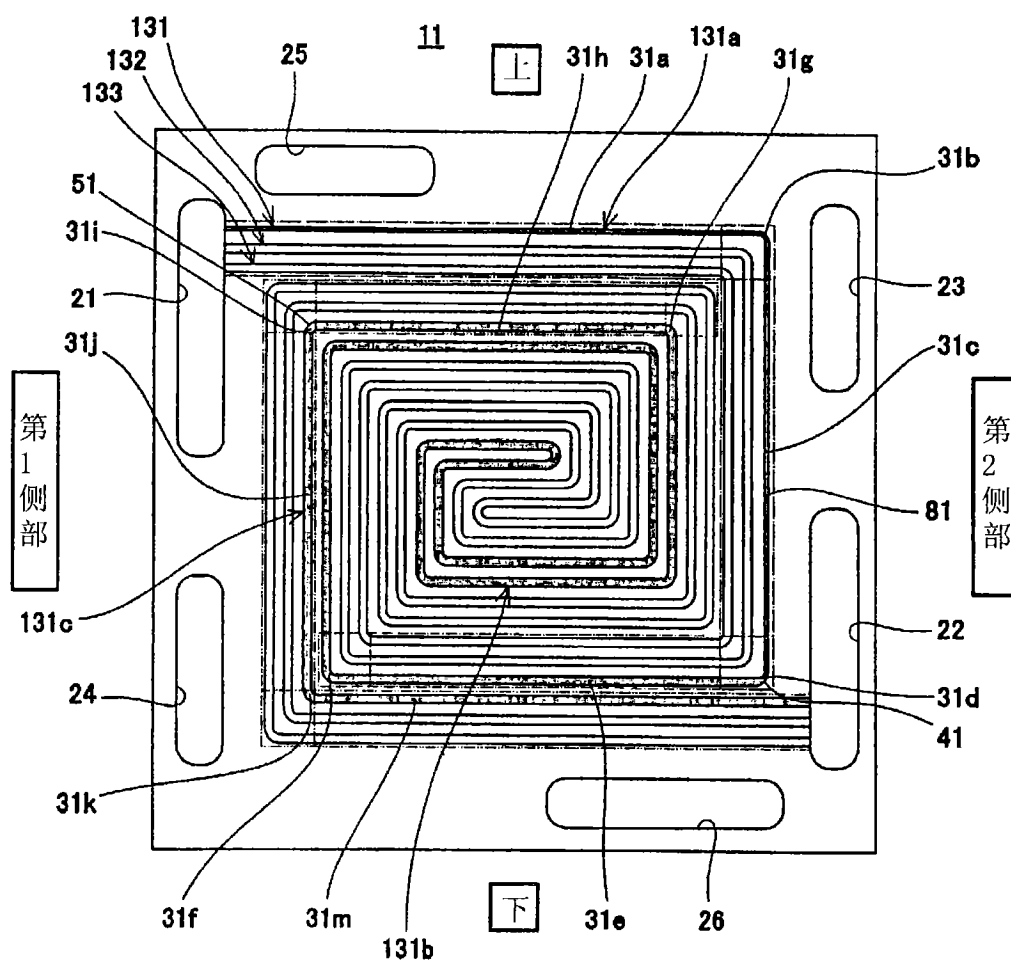


图 2

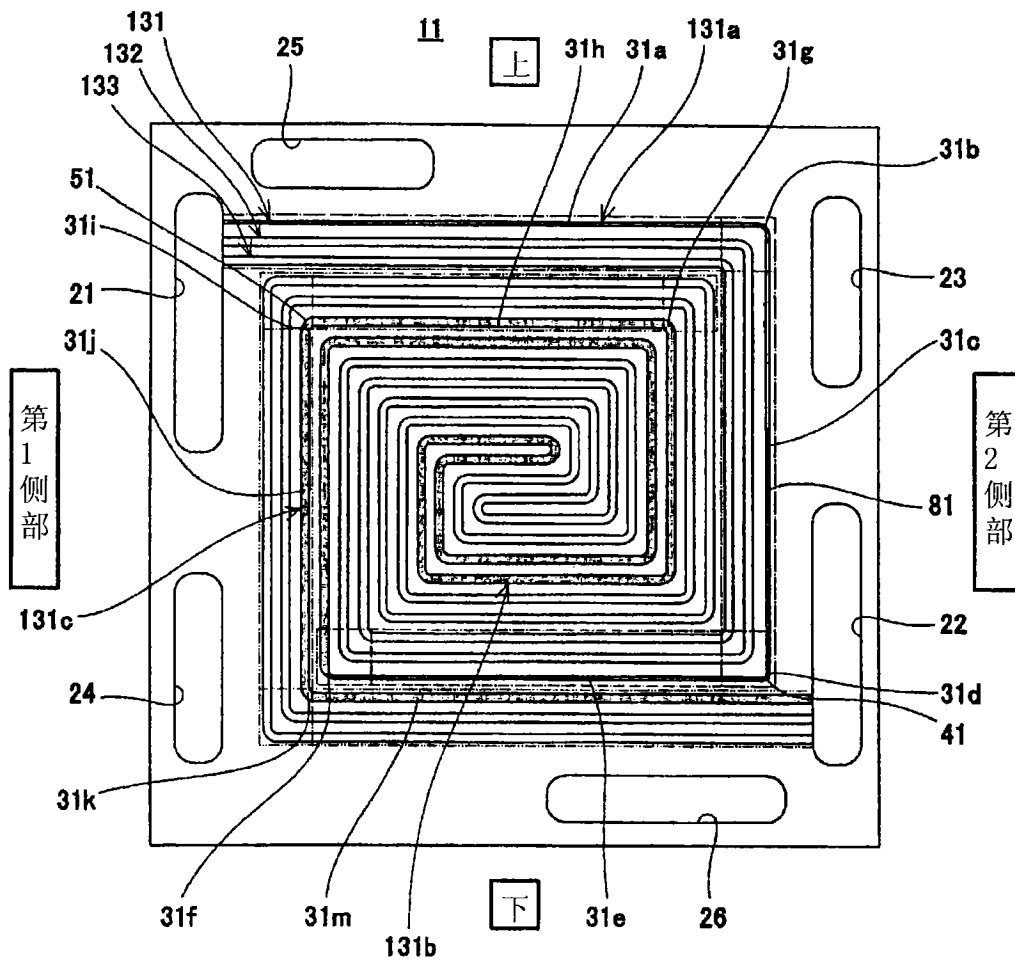


图 3

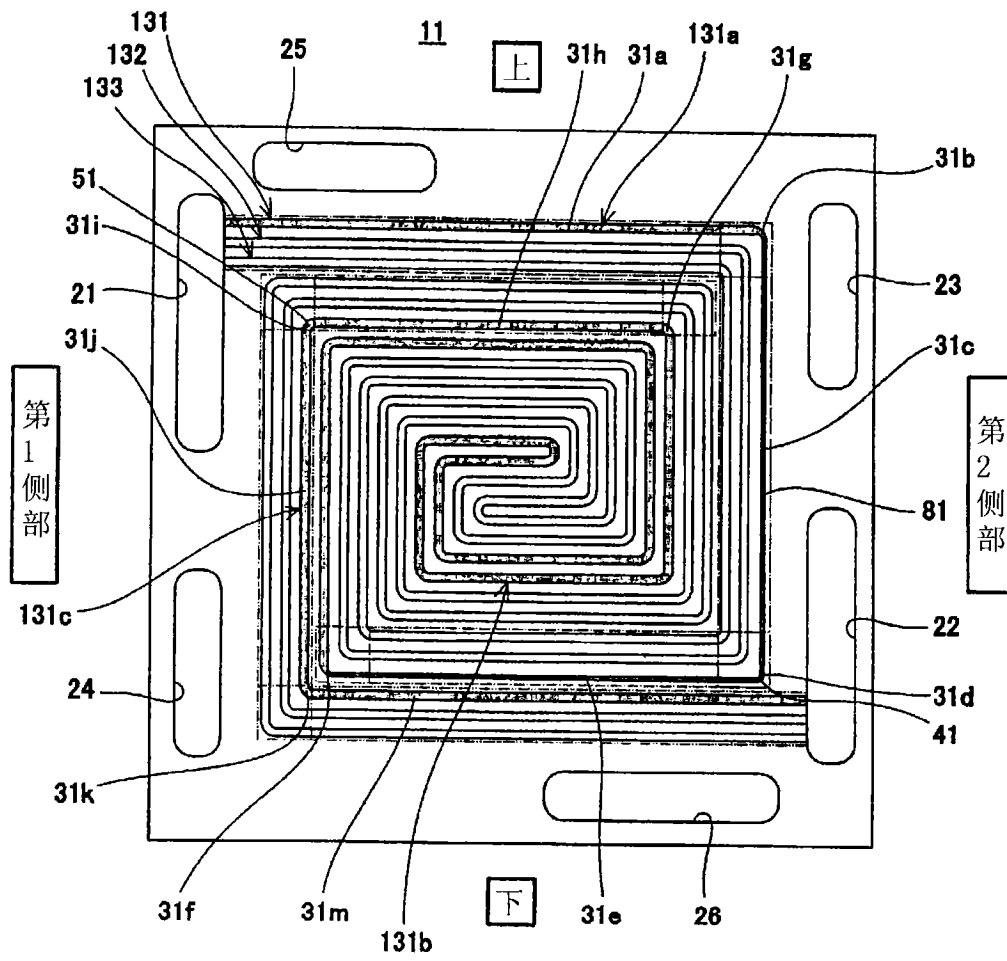


图 4

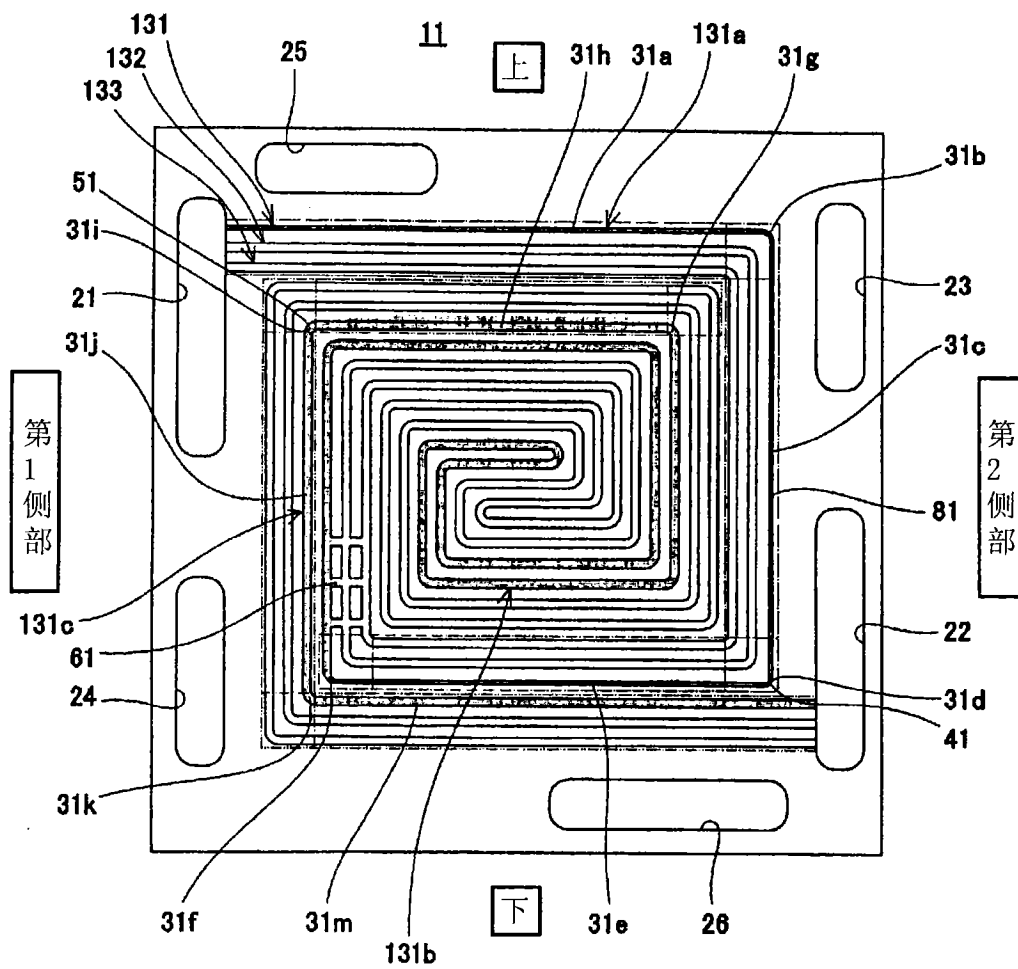


图 5

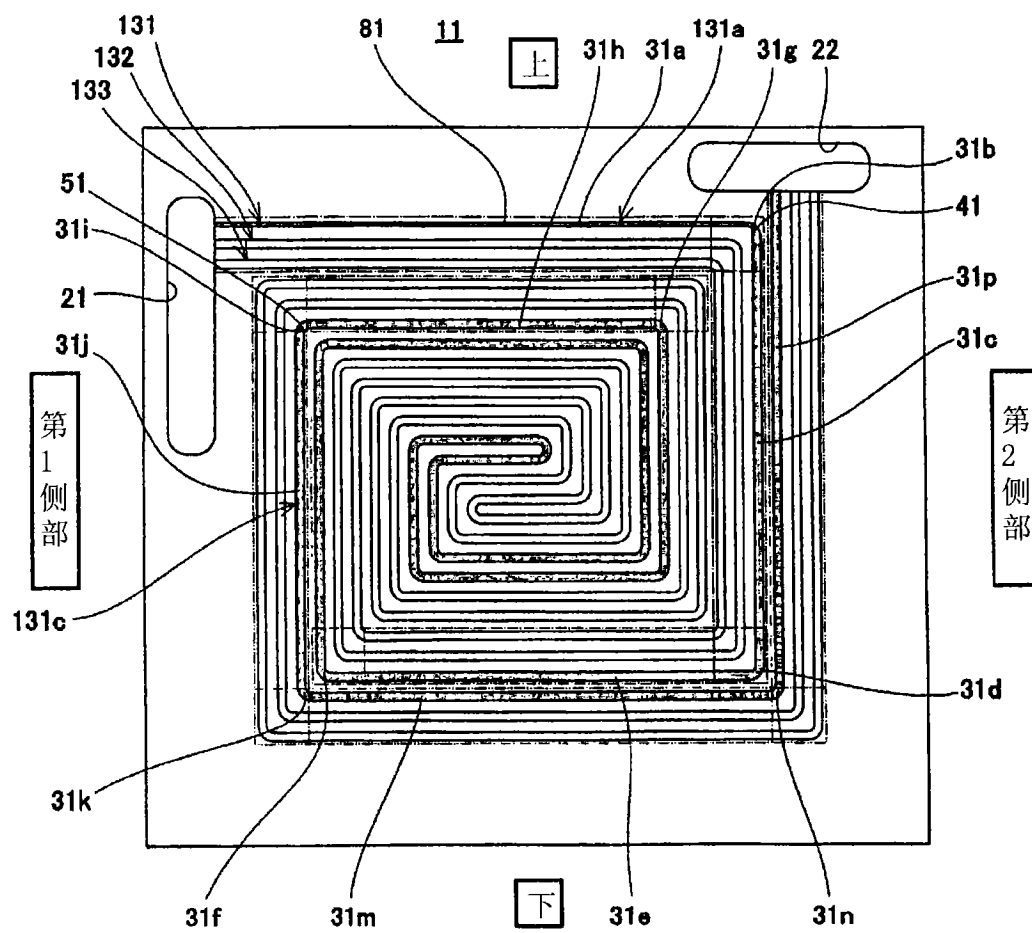


图 6

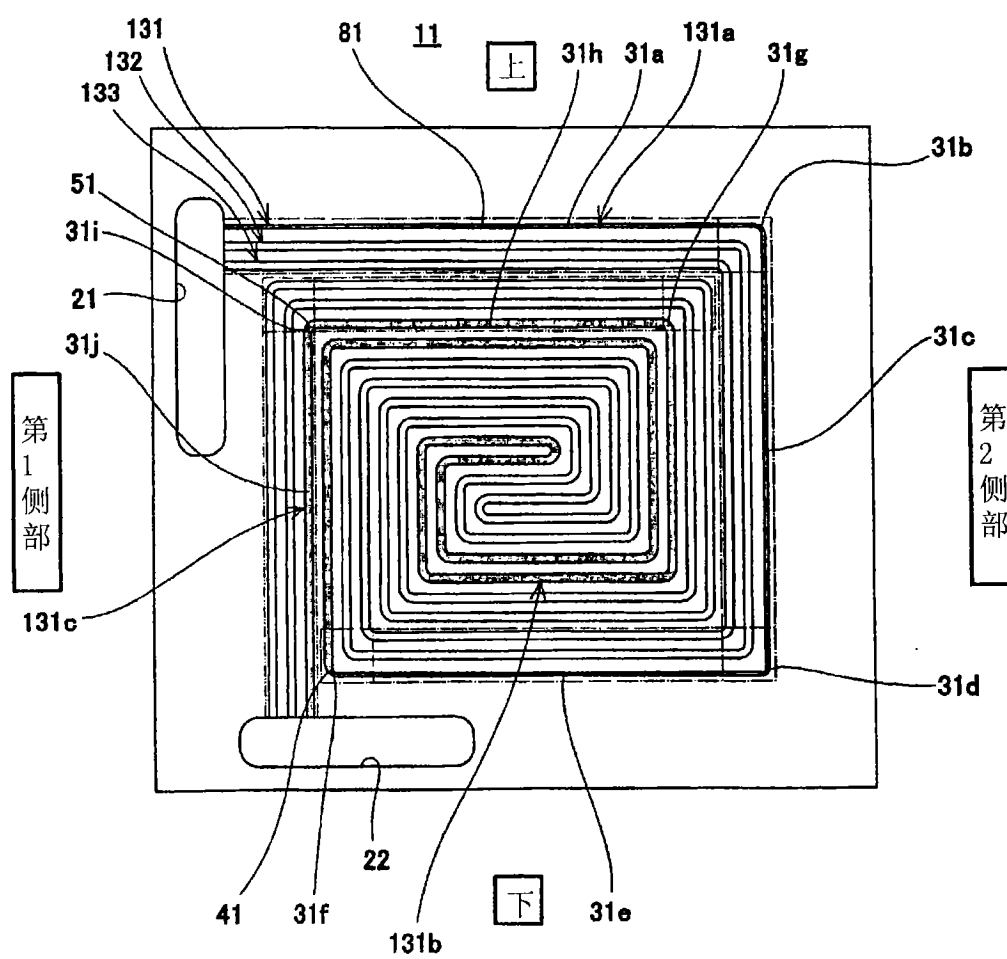


图 7

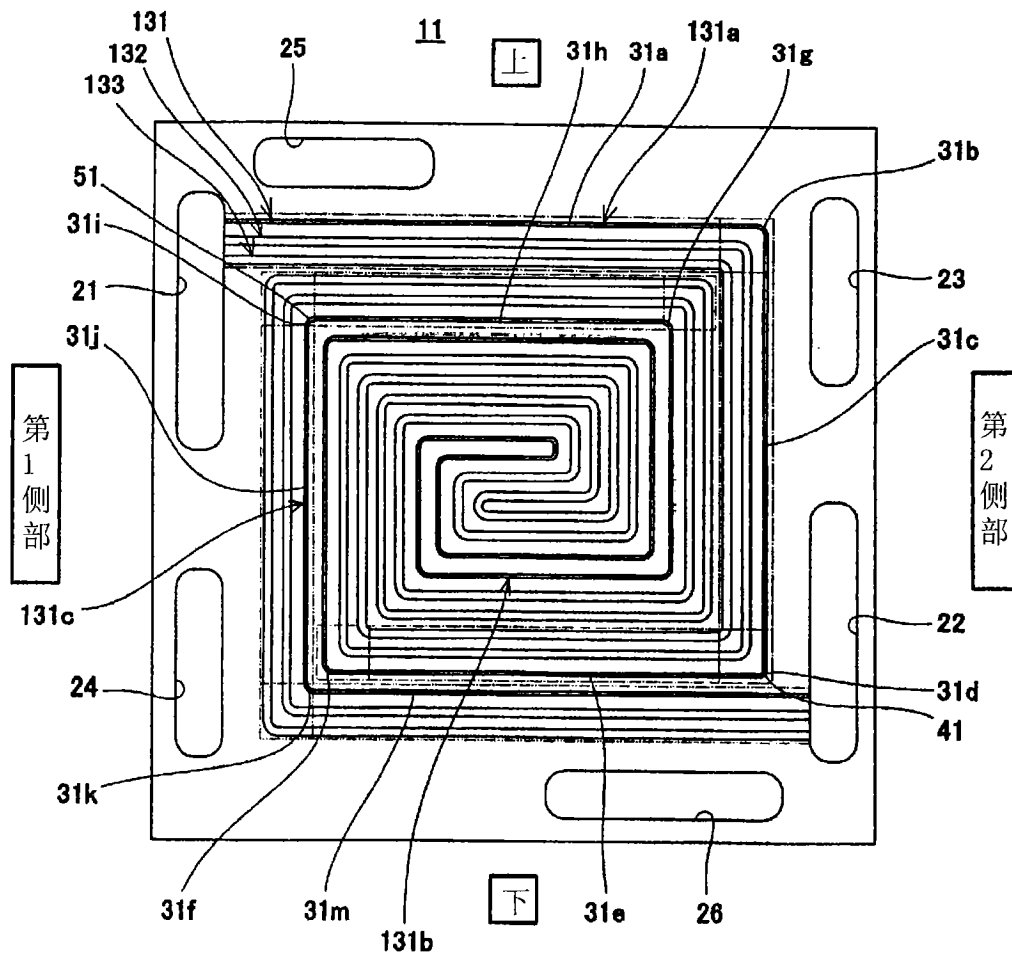


图 8

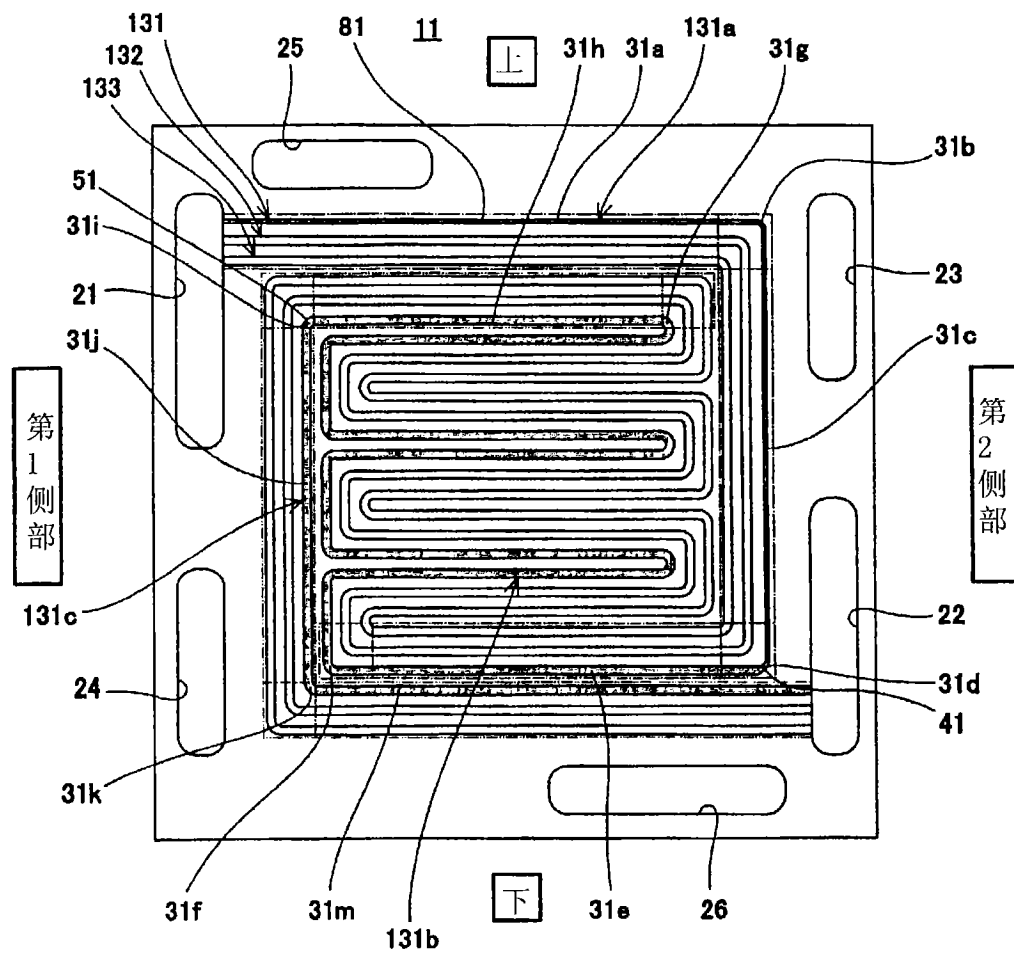


图 9

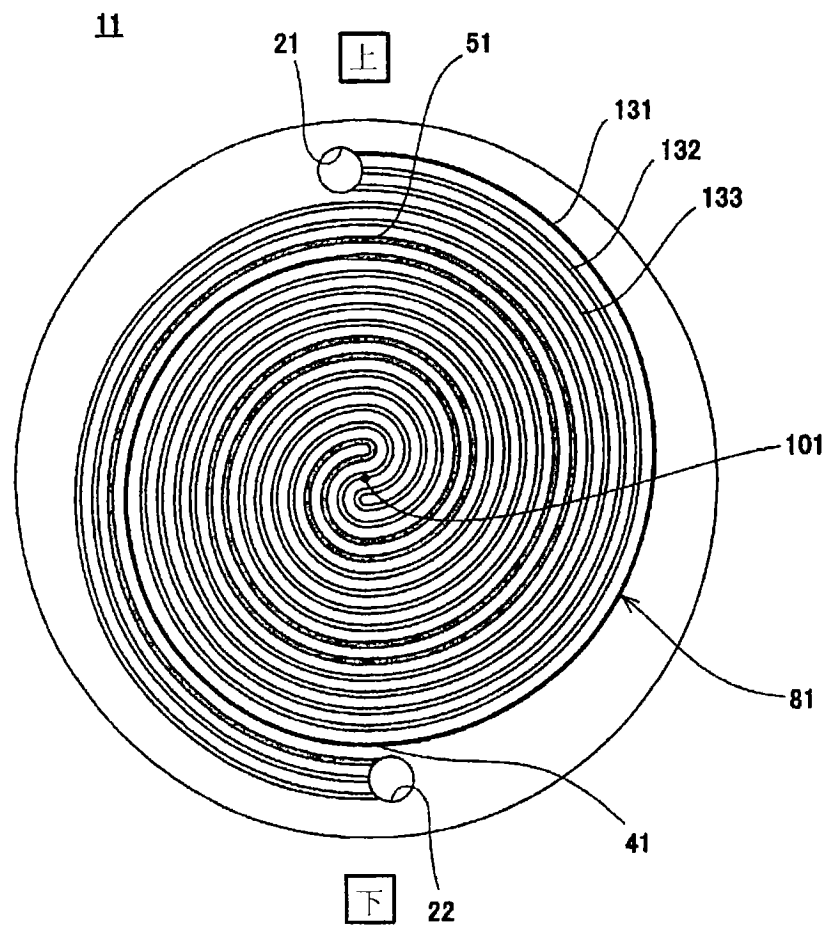


图 10

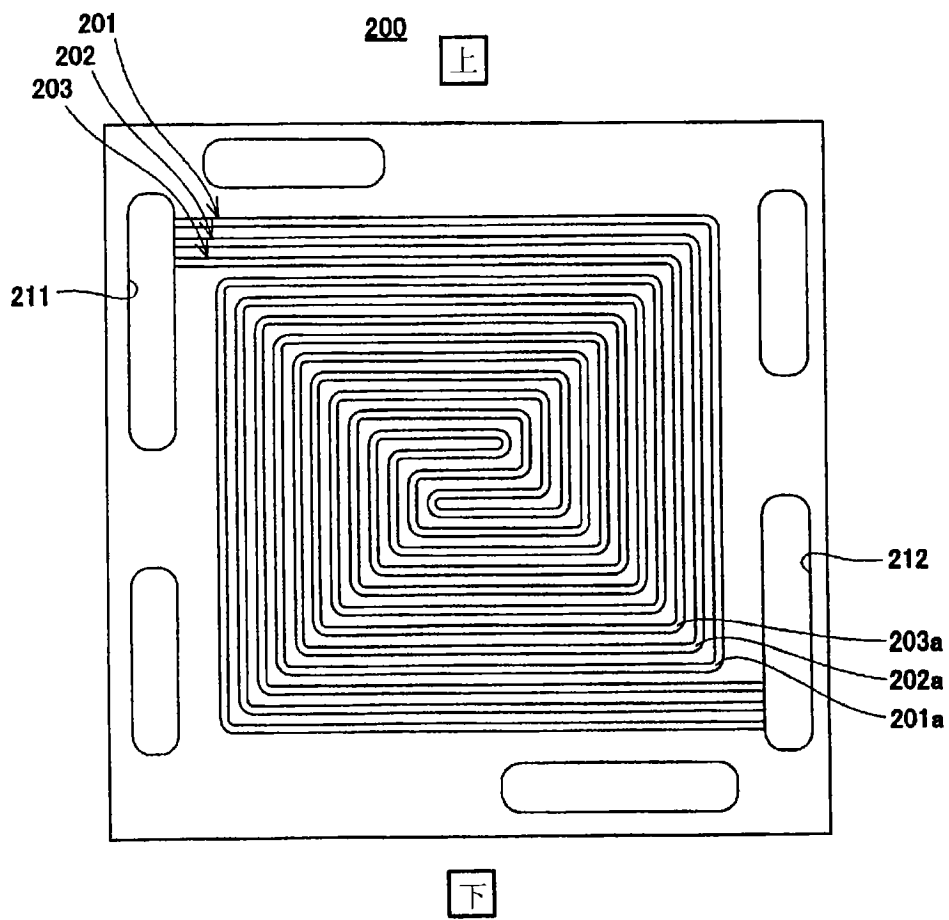


图 11

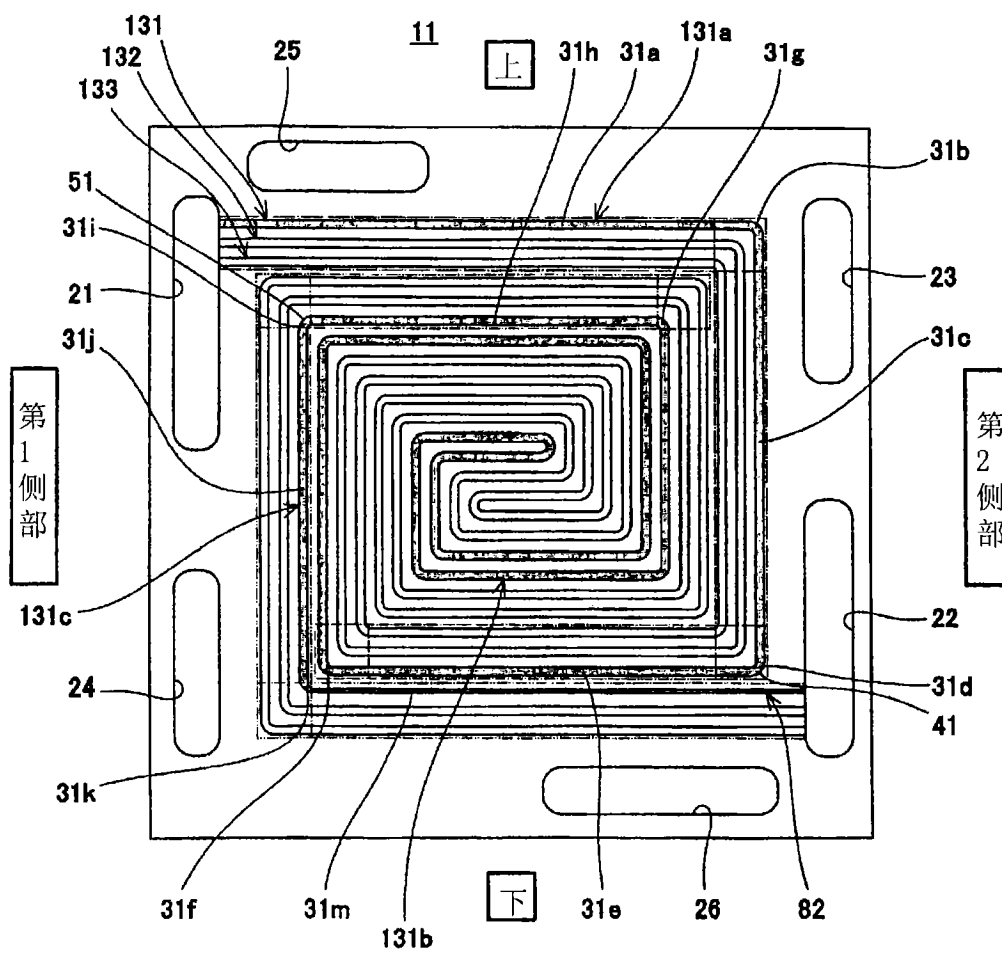


图 12

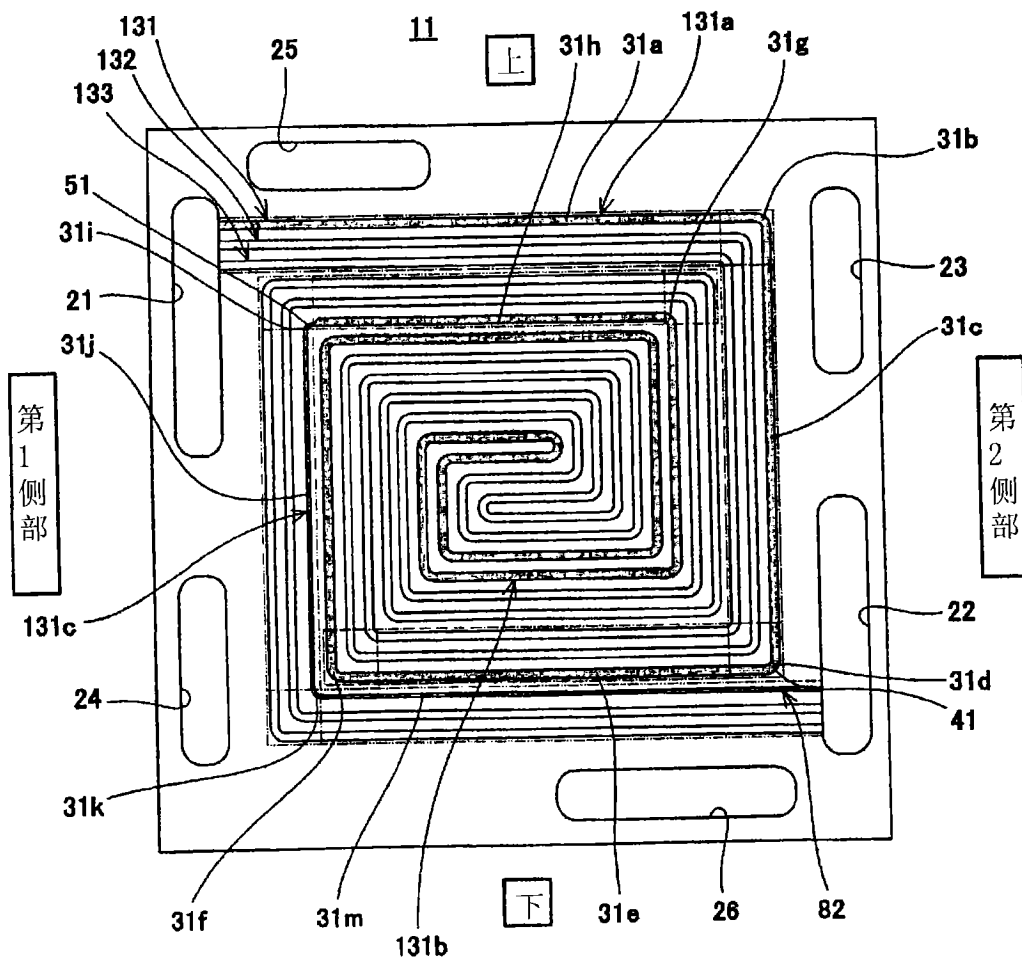


图 13

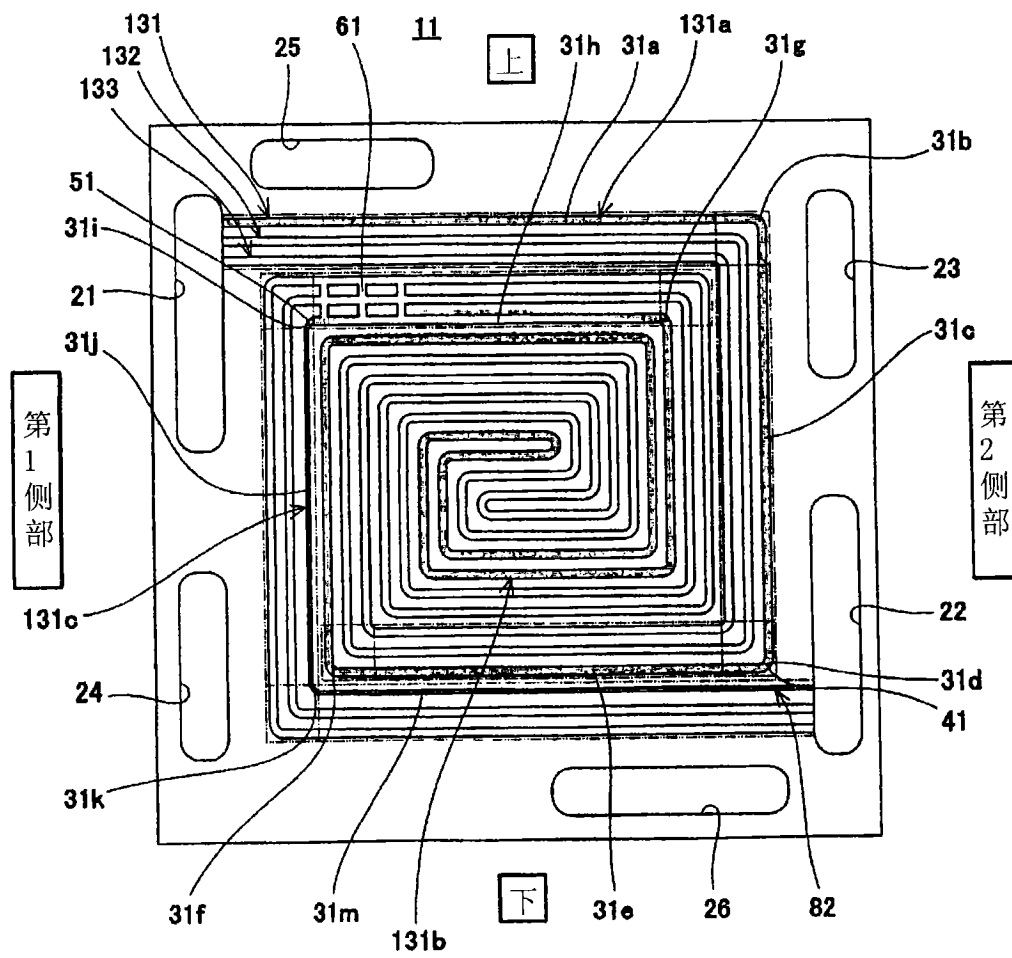


图 14

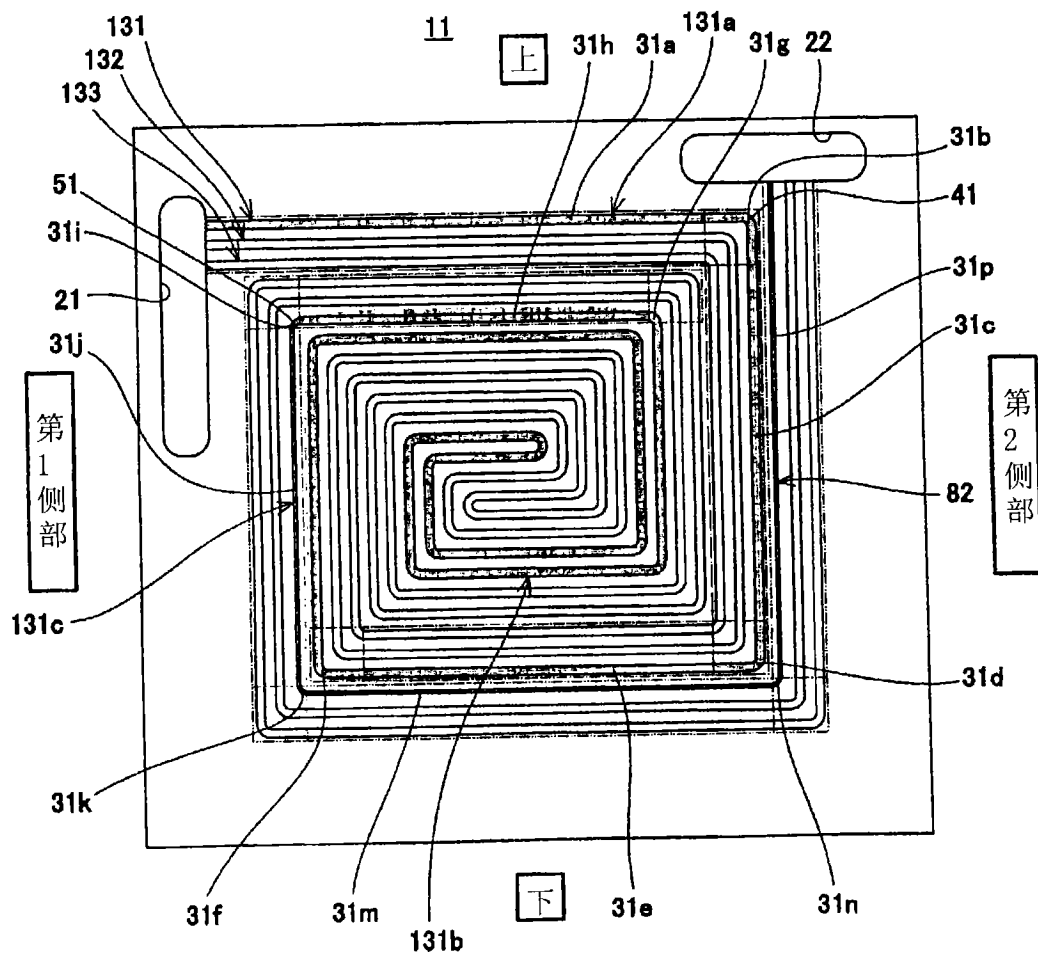


图 15

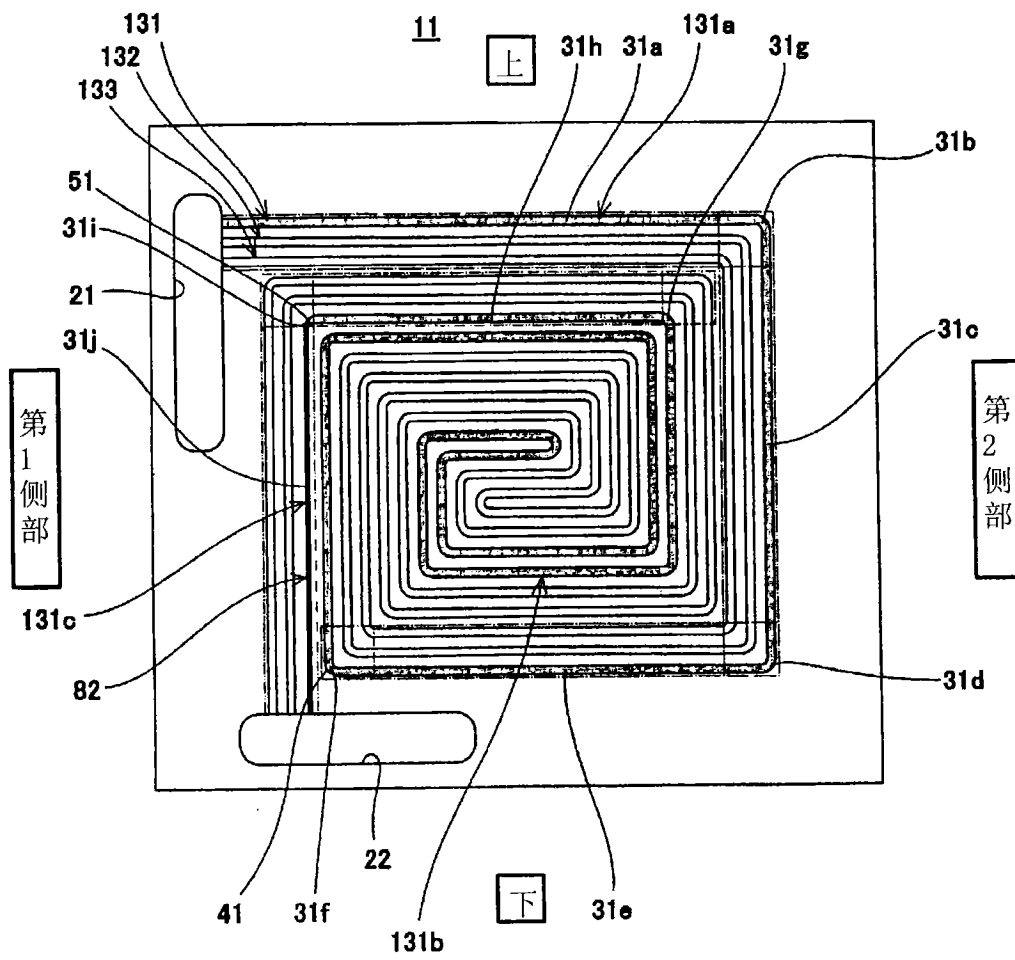


图 16

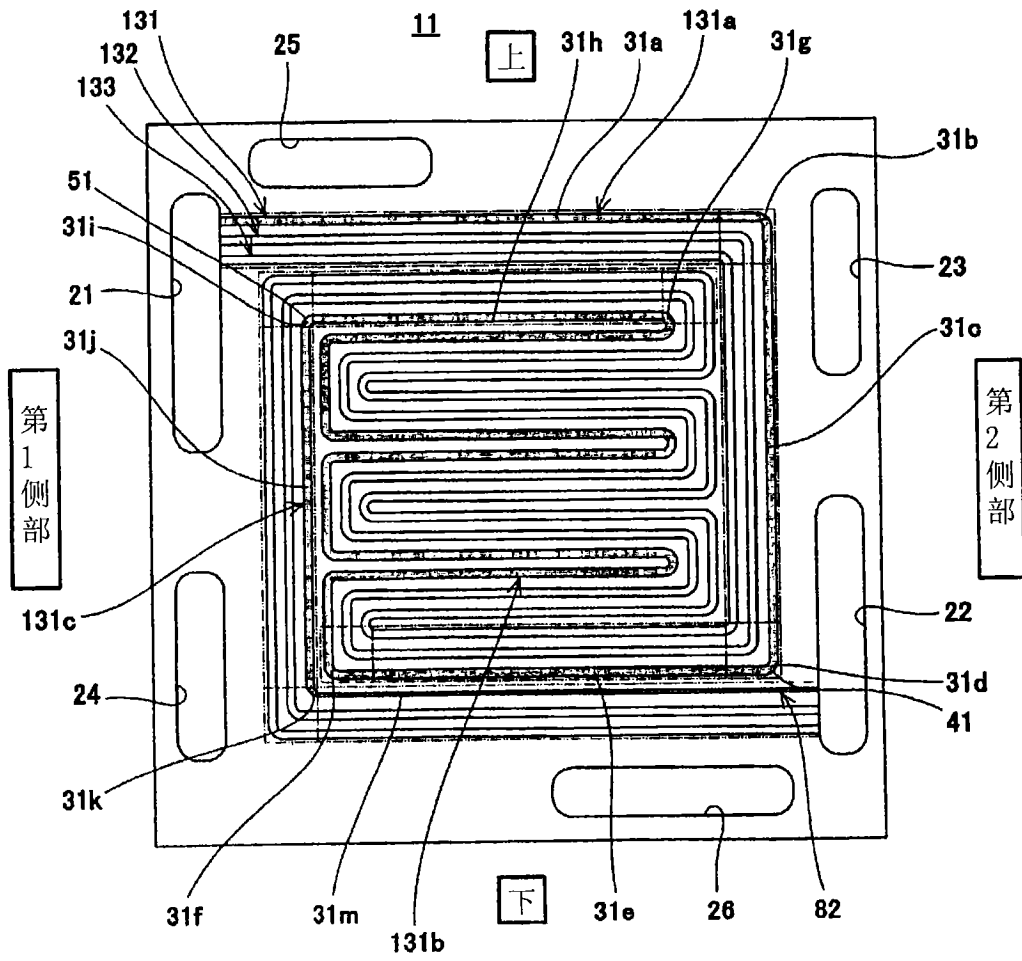


图 17

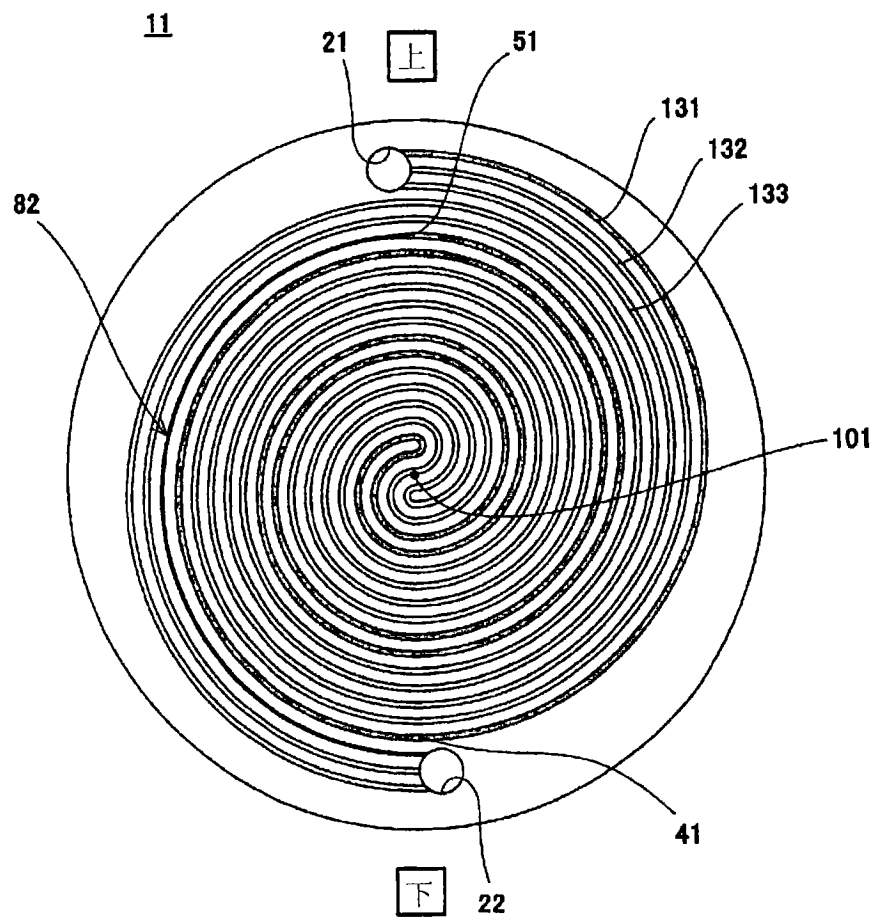


图 18

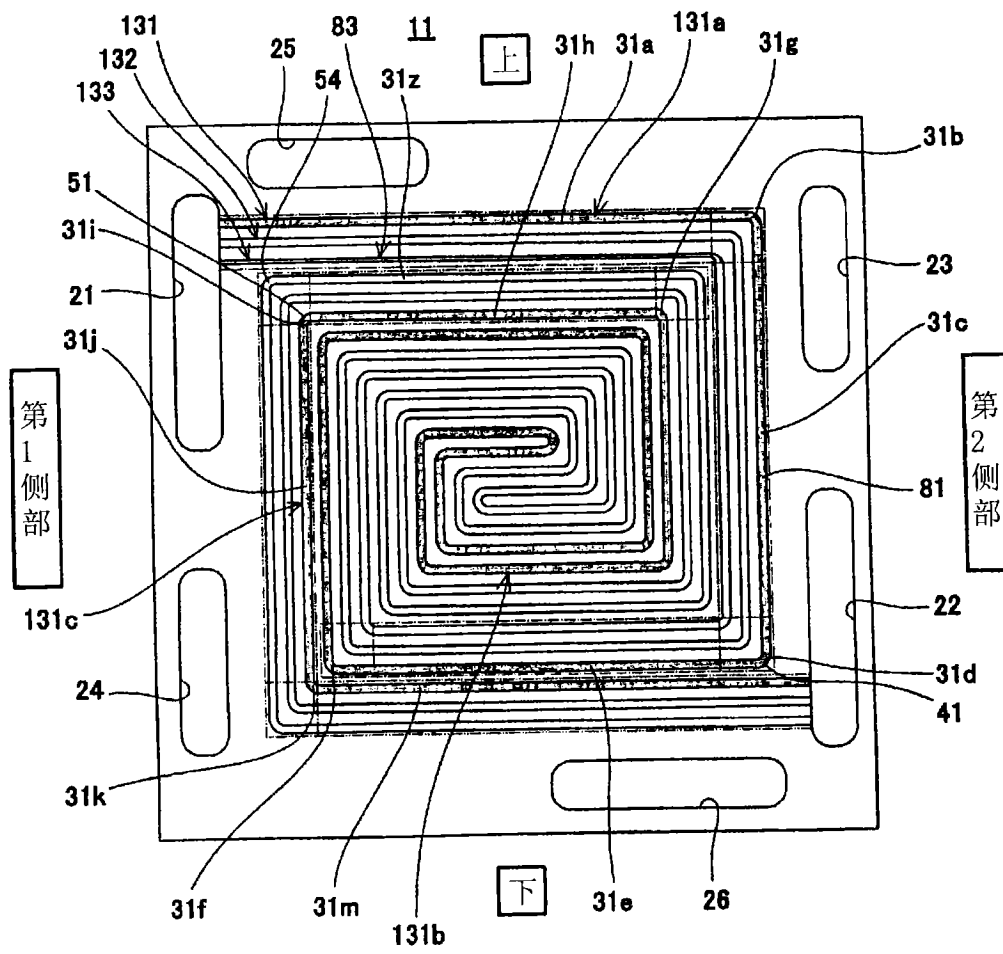


图 19

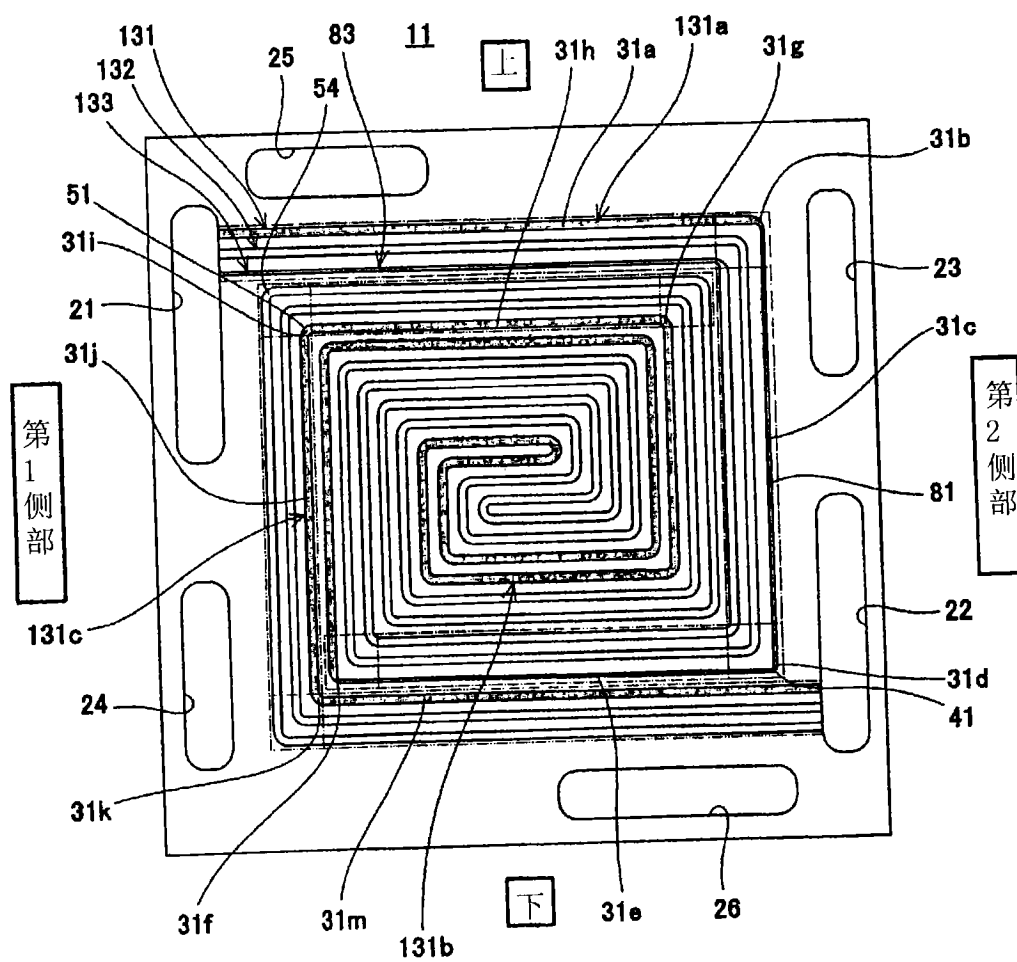


图 20

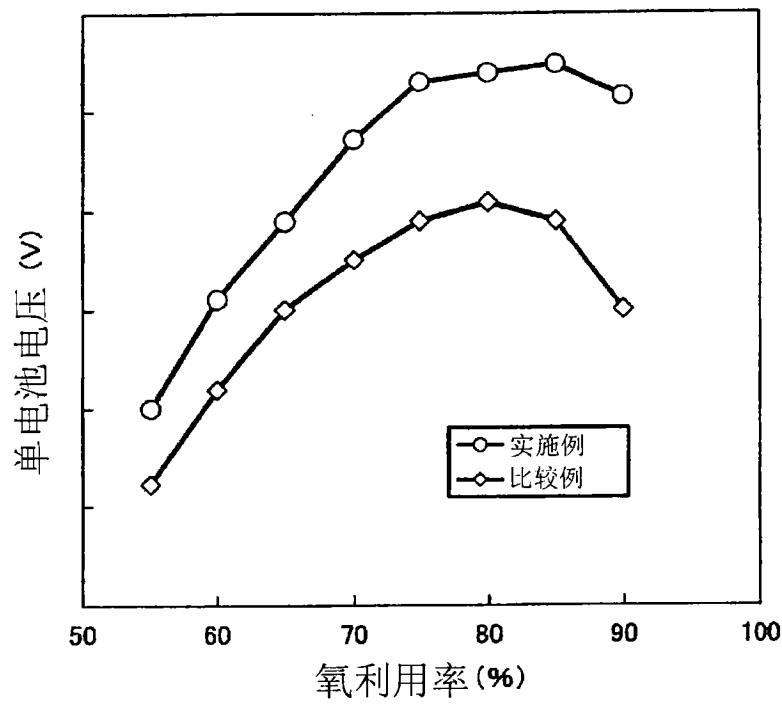


图 21

	膜电阻 (mΩ)
实施例 2	1. 972
实施例 3	1. 940
比较例	1. 984

图 22