

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01M 8/00

H01M 2/14

H01M 4/86



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510059274.9

[43] 公开日 2005年9月28日

[11] 公开号 CN 1674334A

[22] 申请日 2005.3.25

[21] 申请号 200510059274.9

[30] 优先权

[32] 2004.3.25 [33] KR [31] 20358/2004

[71] 申请人 三星 SDI 株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 李东勋 权镐真 安圣镇 金亨俊

徐峻源 金宗满 尹海权 殷莹讚

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

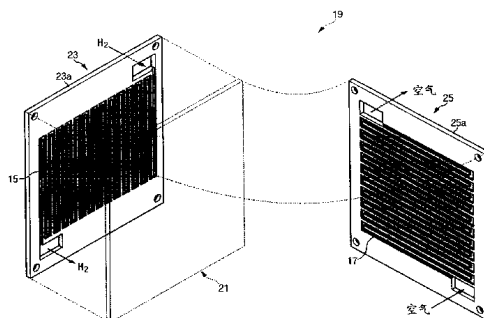
代理人 李晓舒 魏晓刚

权利要求书2页 说明书7页 附图6页

[54] 发明名称 燃料电池系统及其所用的叠

[57] 摘要

本发明公开了一种燃料电池系统及其所用的叠。该燃料电池系统中，优化了燃料和氧的流动，由此改善了整个系统的热效率。该燃料电池系统包括用于通过氢气与氧之间的电化学反应产生电能的至少一个叠、用于向叠供给燃料的燃料供给部分、以及用于向叠供给氧的氧供给部分。叠被形成为具有 MEA 和隔板的叠层构型。隔板设置在 MEA 的每个表面。隔板具有靠近 MEA 的多个肋，肋限定出多个槽，其中槽的宽度与肋的宽度的比为0.8至1.5。



ISSN 1008-4274

1. 一种燃料电池系统，包括：  
至少一个叠，用于通过氢气与氧之间的电化学反应产生电能；
- 5 燃料供给部分，用于向所述叠供给燃料；以及  
氧供给部分，用于向所述叠供给氧，  
其中，所述叠包括多个隔膜电极组件和隔板，隔板设置在每个隔膜电极组件的两表面上，所述隔板具有与所述隔膜电极组件紧密接触的多个肋，所述肋限定出槽，其中所述槽的宽度与所述肋的宽度的比为 0.8 至 1.5。
- 10 2. 如权利要求 1 所述的燃料电池系统，其中所述槽用作于供给氢和氧的通道。  
3. 如权利要求 2 所述的燃料电池系统，其中供给氢的通道设置在所述隔板的靠近阳极电极的一侧；供给氧的通道设置在所述隔板的靠近阴极电极的另一侧。
- 15 4. 如权利要求 2 所述的燃料电池系统，其中供给氢的通道与供给氧的通道正交。  
5. 如权利要求 1 所述的燃料电池系统，其中每个隔膜电极组件具有小于  $40\text{cm}^2$  的活性区，且所述槽的宽度为 0.8 至 1.4mm。
- 20 6. 如权利要求 1 所述的燃料电池系统，其中所述肋被构造为从所述隔板突出，所述槽被构造为凹入所述隔板中。  
7. 一种叠，包括：  
隔膜电极组件，用于促进氢与氧之间的氧化/还原反应；以及  
隔板，用于向所述隔膜电极组件供给氢气和氧，  
其中，所述隔板包括与所述隔膜电极组件紧密接触并限定出多个槽的多个肋，其中所述槽的宽度与所述肋的宽度的比为 0.8 至 1.5。
- 25 8. 如权利要求 7 所述的叠，其中所述槽用作于供给氢和氧的通道。  
9. 如权利要求 8 所述的叠，其中用于供给氢的通道设置在每个隔板的靠近阳极电极的一侧，供给氧的通道设置在每个隔板的靠近阴极电极的另一侧。
- 30 10. 如权利要求 8 所述的叠，其中用于供给氢的通道与用于供给氧的通道正交。

11. 如权利要求 7 所述的叠，其中每个隔膜电极组件具有小于  $40\text{cm}^2$  的活性区，所述槽的宽度为 0.8 至 1.4mm。

12. 如权利要求 7 所述的叠，其中所述肋被构造为从所述隔板突出，所述槽被构造为凹入所述隔板中。

## 燃料电池系统及其所用的叠

## 5 技术领域

本发明涉及一种燃料电池系统及其所用的叠(stack), 更具体地涉及一种燃料电池系统及叠, 用于优化形成在隔板(separator)(例如双极板)与隔膜电极组件(membrane electrode assembly)(以下称做 MEA)之间的通道的尺寸。

## 10 背景技术

燃料电池是一种用于产生电能的系统。在燃料电池中, 氧化剂与包含在碳氢化合物族材料(例如甲醇、天然气)中的氢之间的化学反应能直接转化为电能。这种燃料电池的特征在于作为在无燃烧的情况下发生的电化学反应的副产物的电能和热能的产生。

15 依据燃料电池中使用的电解质的类型, 燃料电池可以分为多种不同类型的燃料电池, 例如, 磷酸盐燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池、以及聚合物电解质或碱性燃料电池。尽管这些不同类型的燃料电池中的每一种使用相同的原理工作, 但其在所用的燃料、催化剂和电解质的类型、以及驱动温度上不同。

20 近来已经开发出了聚合物电解质隔膜燃料电池(PEMFC)。与其它燃料电池相比, PEMFC 具有出色的输出特性、低工作温度、以及快速启动和响应特性。PEMFC 可以用于车辆、家中和建筑物中, 并用于电子装置的电源。因此, PEMFC 具有很宽的应用范围。

PEMFC 的基本部件为叠、燃料箱、以及燃料泵。叠形成燃料电池的主体。  
25 燃料泵将储存在燃料箱中的燃料供给至叠。还可以使用重整装置(reformer)重整燃料, 从而形成相对纯净的氢气并将氢气供给至叠。

在 PEMFC 中, 操作燃料泵从而将来自燃料箱的燃料送至重整装置。燃料在重整装置中重整, 从而产生氢气, 氢气与叠中的氧发生化学反应从而产生电能。

30 使用直接型甲醇燃料电池(以下称作“DMFC”)的燃料电池将含氢的液体甲醇燃料直接供给至叠, 因此可以不包括重整装置。重整装置的缺少是

PEMFC 与 DMFC 之间的差别。

图 8 为根据现有技术的燃料电池系统中所用的叠的局部截面图，其中 MEA 与隔板组装在一起。

参照图 8，燃料电池的一些实施例可以包括用于充分产生电的叠。叠可以由叠置的单元电池的结构构成。叠置的单元电池可以包括具有 MEA 51 和隔板 53 的几个单元电池，或十个或更多个单元电池。

MEA 51 具有电解质隔膜、以及安装在其相对的两表面上的阳极电极和阴极电极。隔板 53 具有通道 55、57，MEA 51 的氧化/还原反应所需的氢气和/或空气经过该通道供给至阳极电极和阴极电极。

即，分别经隔板 53 的通道 55 和 57，氢气供给至阳极电极，空气供给至阴极电极。在此过程中，氢气在阳极电极氧化，氧气在阴极电极还原。在此操作期间产生的电子流产生电流。另外，通过电化学反应产生了水和热。

更加具体而言，每个隔板 53 包括紧贴 MEA 的邻近表面的多个肋 59，其限定了用于供给所需氢气和空气的通道 55、57。实质上，通道置于每个肋 59 之间。

通常，在隔板设置在 MEA 51 两侧的情况下，用于分别供给所需氢气和空气的通道 55、57 彼此正交。由此，在图 8 所示的截面图中，示出了用于供给氢气的单个通道 55，同时示出了用于供给空气的多个通道 57。

在上述燃料电池系统中，叠的结构应增强叠中的扩散性能，同时保持扩散期间燃料的压力，从而提高燃料电池的效率。此处，用于设计叠结构的一个重要条件是通道 55、57 的尺寸。即，在隔板 53 中，通道的尺寸对于从 MEA 51 的活性区扩散氢气和空气至其扩散层中、以及对于控制 MEA 51 中产生的电流的接触电阻起到了重要作用。

## 25 发明内容

在本发明的一个方面中，提供一种燃料电池系统，其优化了形成用于供给燃料和空气的通道的槽的宽度与肋的宽度的比，由此改善了燃料扩散性能并减小了其中的压力降。

在本发明的一示例性实施例中，一种燃料电池系统包括：至少一个叠，用于通过氢气与氧之间的电化学反应产生电能；燃料供给部分，用于向叠供给燃料；以及氧供给部分，用于向叠供给氧。叠被形成为具有被隔板分隔开

的多个 MEA 的叠置结构。隔板具有肋，该肋与邻近的 MEA 紧密接触，并形成氧和氢流过其中的槽。槽的宽度与对应的肋的宽度的比在约 0.8 与约 1.5 之间。

槽用作用于供给氢和氧至叠的通道。用于供给氢的通道一般设置在隔板的靠近阳极电极的一侧。用于供给氧的通道设置在每个隔板的靠近阴极电极的另一侧。供给氢的通道一般与供给氧的通道正交。

在本发明的实施例中，MEA 的活性区低于  $40\text{cm}^2$ ，槽的宽度在从约 0.8mm 至约 1.4mm 的范围内。肋被构造为从隔板突出，槽被构造为凹入隔板中。

10

#### 附图说明

图 1 为根据本发明一示例性实施例的燃料电池系统的示意图；

图 2 为图 1 的叠的分解透视图；

图 3 为构成图 1 的叠的单元电池的分解透视图；

15 

图 4 为图 1 的叠的局部截面图，其中 MEA 与隔板组装在一起；

图 5 为图 1 的隔板的分解局部截面图；

图 6 为曲线图，示出形成氢通道和空气通道的槽的宽度与相对功率密度(以下称作“RPD”)的关系；

图 7 为曲线图，示出形成氢通道和空气通道的肋的宽度与 RPD 的关系；

20 以及

图 8 为传统燃料电池系统中所用叠的局部截面图，其中 MEA 与隔板组装在一起。

#### 具体实施方式

25 现在将参照附图详细介绍本发明的示例性实施例。

图 1 为根据本发明一示例性实施例的燃料电池系统的示意图；图 2 为图 1 的叠的分解透视图。

30 

参照图 1 和图 2，在本发明的实施例中，燃料电池系统可以包括用于向重整装置 3 供给燃料的燃料供给部分 1。由重整装置 3 中所供给的燃料产生的氢气可以提供给叠 7。另外，氧气供给部分 5 向叠 7 供给空气。在叠 7 中，氢气与含在空气中的氧的化学反应能转化为电能，由此产生电流。

燃料供给组件 1 包括燃料箱 9 和泵 11。燃料可以存储在燃料箱 9 中。一些实施例中使用的燃料可以是液体燃料，例如甲醇或乙醇，或者燃料可以是诸如天然气的气体燃料。在此实施例中，泵 11 为其中产生氢气的重整装置 3 生产液体燃料。然后，氢气流入叠 7 中。

5 在燃料电池系统的一实施例中，含氢的液体燃料可如 DMFC 系统中那样直接供给至叠 7。以下，假定该燃料电池系统应用于 PEMFC 类型。

如图 3 所示，空气供给部分 5 包括用于为叠 7 生产空气的空气泵 13。在叠 7 中，空气流经空气通道 17。氢气经叠 7 中的氢通道 15 流动。

10 如图 1 所示，氢气经燃料供给部分 1 并由重整装置 3 供给至叠 7。空气经空气供给部分 5 供给至叠 7。电能通过氢气与存在于外部空气中的氧之间的电化学反应而产生。另外，产生了热量和水。

15 图 3 示出了具有至少一个单元电池 19 的叠 7，其用于通过由重整装置 3 产生的氢气与空气中包含的氧的氧化/还原反应产生电能。每个单元电池 19 通过将隔膜电极组件(MEA)21 置于两隔板 23、25 之间来形成用于产生电流的最小单元电池。图 2 示出了组合成具有叠层构造的实施例的叠 7 的多个这样的单元电池 19。端板 27 安装在多个单元电池 19 的相对的最外层上。端板 27 可以是隔板 23、25 的交替结构。多个单元电池 19 借助于穿过其最外层并与以螺母 19b 固定的固定螺栓 19a 结合，从而形成叠层构造的叠 7。

20 图 3 为构成图 1 的叠的单元电池的分解透视图。图 4 为图 1 的叠的局部截面图，其中 MEA 与隔板装配在一起。

25 参照图 3 和 4，每个隔板 23、25 靠近 MEA 21 的表面设置，从而在隔板 23、25 与 MEA 21 的表面之间形成氢通道 15 和空气通道 17。氢通道 15 邻近 MEA 21 的阳极电极 29。空气通道 17 靠近 MEA 21 的阴极电极 31。此处，氢通道 15 和空气通道 17 可以在隔板 23、25 的主体 23a、25a 上按平行条构型排列，氢通道 15 和空气通道 17 通常被设置为使得通道彼此正交。然而，在其它实施例中，氢通道 15 和空气通道 17 可以按其它构型排列。

又如图 2 至 4 所示，当隔板 23、25 紧密接触 MEA 21 的表面时，氢通道 15 垂直排列。形成在 MEA 21 的表面与隔板 25 之间的空气通道 17 横向排列，使得空气通道 17 与氢通道 15 正交。

30 MEA 21 置于一对隔板 23、25 之间，其包括具有预定尺寸的活性区 21a(图 2 中示出)，氧化/还原反应在该活性区发生。阳极电极 29 和阴极电极

31 可以设置在活性区 21a 的两侧表面上, 或在两个电极 29、31 之间插入有电解质隔膜 33。

更具体而言, 氢气经形成在 MEA 21 的阳极电极 29 与隔板 23 之间的氢通道 15 供给至阳极电极 29。氢气供给至气体扩散层从而朝向催化剂层扩散。

5 催化剂层促进了氢气的氧化反应, 转化的电子被向外吸引, 使得通过电子的流动产生电流。氢离子经电解质隔膜 33 向阴极电极 31 移动。

另外, 含在空气中的氧经形成在彼此紧密接触的 MEA 21 的阴极电极 31 与隔板 25 之间的氧通道 17 供给至阴极电极 31。如同氢一般, 氧供给至气体扩散层从而朝催化剂层扩散。催化剂层促进了氢离子、电子和氧的转化  
10 反应从而产生电和水。

另外, 电解质隔膜 33 由固体聚合物电解质形成, 并具有 50 至 200 $\mu\text{m}$  的深度。阳极电极 29 的催化剂层中产生的氢离子经电解质隔膜 33 向阴极电极 31 的催化剂层中产生的氧离子移动。所得的离子交换产生水。

图 5 为图 1 所示的隔板的分解局部截面图。由于隔板 23、25 结构上彼此类似, 图 5 示出了一个隔板 23, 然而下面的介绍可以说明隔板 23、25 两者。  
15

参照图 5, 隔板 23、25 包括多个用于供给发生在 MEA 的电极 29、31 处的氧化/还原反应所需的氢气和空气的通道。如上所述, 这些通道可以是氢通道 15 或氧通道 17。氢通道 15 和氧通道 17 在每个隔板 23、25 各与 MEA 21 的两表面中的一个紧密接触时形成(如图 4 所示)。氢通道 15 靠近 MEA 21 的阳极电极 29 设置。空气通道 17 靠近 MEA 21 的阴极电极 31 设置。从隔板 23、25 的主体 23a、25a 的一侧突出的肋 23b、25b 限定出槽 23c、25c。在一  
20 实施例中, 在隔板 23、25 靠近 MEA 21 设置时, 槽 23c、25c 可用作氢通道 15 或空气通道 17。

25 这种结构允许槽 23c、25c 的尺寸自动设定肋 23b、25b 的尺寸, 其中设定了 MEA 21 的活性区 21a 的表面积。在一实施例中, 肋 23b、25b 和槽 23c、25c 的截面积(沿纵向方向的垂直线截取的截面积)可以近似为方形。然而, 可以使用其它的几何形状作为截面积。

形成氢通道 15 的槽 23c 与重整装置 3 连接, 形成空气通道 17 的槽 25c  
30 与空气泵 13 连接。因此, 重整装置 3 中产生的富氢气体和泵 13 泵送空气经氢通道 15 和空气通道 17 供给至端板 27。在图 4 所示的实施例中, 富氢气



体和空气供给至单元电池的相对两侧的端板，从而允许富氢气体与空气相反地流动。任何剩余的氢气和空气在另一端板 27 处排出。

肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  和槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  可以影响氢气和空气流经通道 15、17 的速度。因此，截面 A 将由形成槽 23c、25c 的通道 15、17 的宽度  $W_c$  和高度  $H_c$  确定。当肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  或槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  不固定时，可使用平均值。

为提高燃料电池的效率，期望叠中出现的电流的接触电阻保持在可以允许的范围内。还期望，MEA 21 的气体扩散层具有提高的氢或氧气扩散性能和减小的叠中压力下降。为实现这些目标，应适当控制通道 15、17 - 即隔板 23、25 的槽 23c、25c - 的截面 A。在此实施例中，优化肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  与槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  的比，从而实现这些目的。

为增强氢气和空气的扩散性能和将其供给至叠的能量，使用相对功率密度(以下称作“RPD”)来测试燃料电池的性能。通过从叠 7 中产生的功率值中减除在叠 7 中消耗的功率值来计算 RPD，然后所得的差值除以活性区 21a 的总面积。这样的 RPD 值在表 1、2 中示出。表 1 示出了槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  与 RPD 的关系。

表 1

槽宽度(mm)	0.5	0.8	1	1.2
RPD(mW/cm <sup>2</sup> )	142	248	254	259

在氢气供给至阳极电极 29 且氧气供给至阴极电极 31 后，在非受热状态下槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  被改变时，计算 RPD。结果在图 6 中示出。

图 6 为曲线图，示出形成氢通道和空气通道的槽的宽度与 RPD 的关系。

参照图 6，燃料电池性能在槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  更大时提高，允许提高氢气和氧的扩散。然而，槽 23c、25c 靠近具有预定面积的活性区排列，使得若槽 23c、25c 的宽度超过预定宽度，则肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  减小。若肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  减小为低于预定宽度，则 MEA 21 中出现的电流的接触电阻增大。因此，注意，在通过扩宽槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  和使肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  变窄至低于预定宽度来提高燃料电池的性能的方面，存在限制。

在试验测试中，确定了在 MEA 21 的活性区 21a 小于 40cm<sup>2</sup> 时，槽 23c、25c 的优化宽度  $W_c$  在约 0.8mm 至约 1.4mm 的范围内。

表 2 示出了槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  与肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  的比值与

RPD 的关系。

表 2

比值( $W_c/W_r$ )	0.5	1	1.2	1.5
RPD( $mW/cm^2$ )	172	255	252	265

在氢气供给至阳极电极 29 且氧气供给至阴极电极 31 后,在非受热状态下槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  与肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  的比值被改变时,计算 RPD。结果在图 7 中示出。图 7 为曲线图,示出形成氢通道和空气通道的肋的宽度与 RPD 的关系。

参照图 7 可见,在槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  与肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  的比值  $W_c/W_r$  在从约 0.8 至约 1.5 的范围内时,RPD 是优选的。在一实施例中,优选的是,比值  $W_c/W_r$  在约 0.8 至约 1 的范围内。或者,在有些实施例中,约 1.2 至约 1.5 的范围内的比值  $W_c/W_r$  是所期望的。

更具体而言,若比值  $W_c/W_r$  低于 0.8,则由于 MEA 的活性区 21a 接触气体扩散层的连接面减小,所以 RPD 减小。对于接触面的接触电阻(RPD 的减小因素)相对于流经接触面的氢气和空气速度(RPD 的增大因素)的增加速率按指数规律地增长,由此 RPD 的总和减小。另外,若经过接触面的氢气和空气速度(RPD 的增大因素)增大,则槽 23c、25c 中出现的内部压力减小。

另一方面,若比值  $W_c/W_r$  在约 1.5 至约 1.8 的范围内,则 RPD 减小。尽管 MEA 的活性区 21a 接触气体扩散层的连接面增大,但经过接触面的氢气和空气的速度和接触电阻减小。由此,在通过扩宽槽 23c、25c 的宽度  $W_c$  和使肋 23b 的宽度  $W_r$  变窄来提高燃料电池的性能的方面,存在限度。

因此,若比值  $W_c/W_r$  在 0.8 至 1.5 的范围内,则 RPD 的值是优选的。其原因在于,肋 23b、25b 的宽度  $W_r$  被增大,从而减小了接触电阻;氢气和空气的速度被增大,从而增大了扩散速度。

尽管以上已结合特定的实施例详细介绍了本发明的实施例,但是应理解,本发明不限于所公开的实施例,相反,应涵盖所附权利要求所限定的本发明的实质和范围内包括的各种变动和/或等效布置。

如上所述,上述燃料电池系统具有一结构,其使得与 MEA 紧密接触的隔板的槽部分与肋部分的宽度比能够优化,从而整个系统的热效率提高。

另外,本发明的燃料电池系统具有一结构,其使得其中出现的电流的接触电阻能保持在预定范围内,从而改善燃料扩散性能并降低其中的压力降。

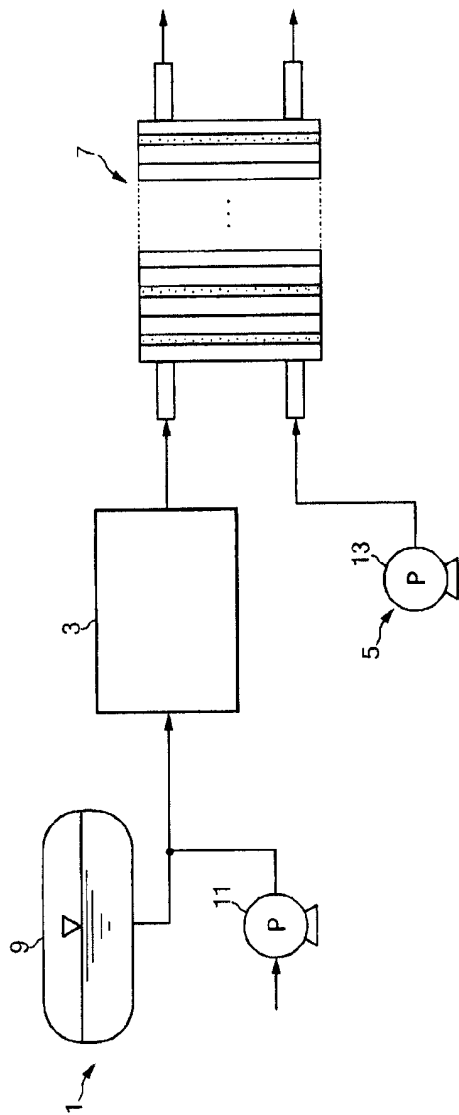


图 1

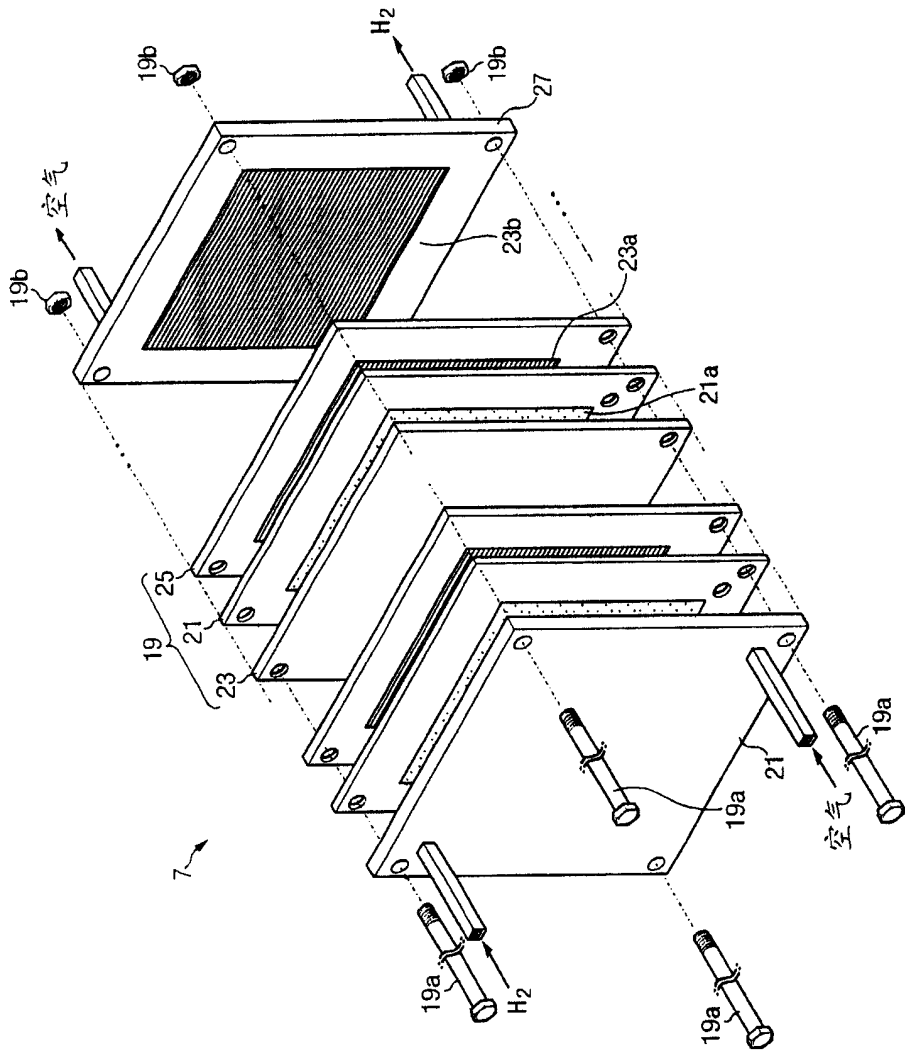


图 2

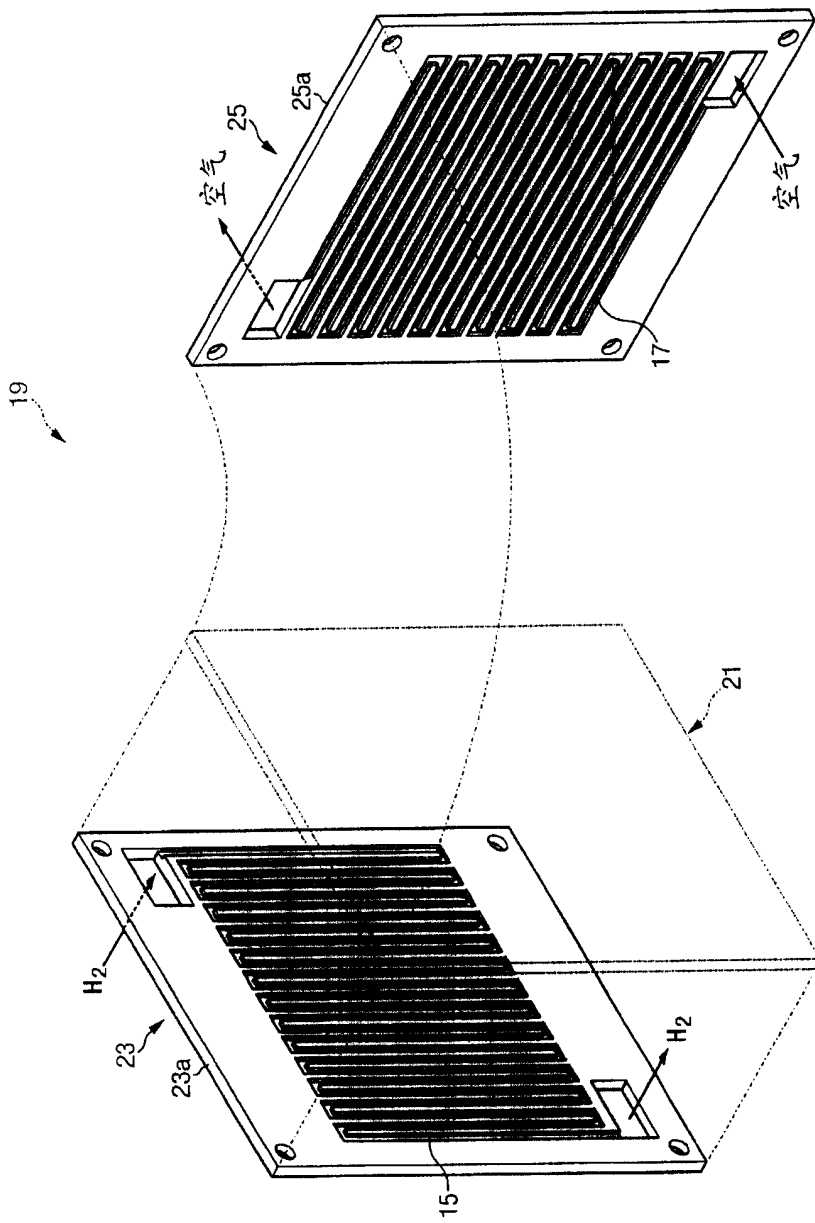


图 3

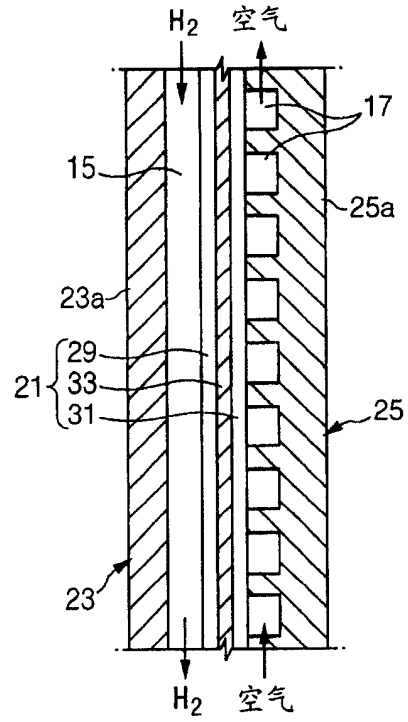


图 4

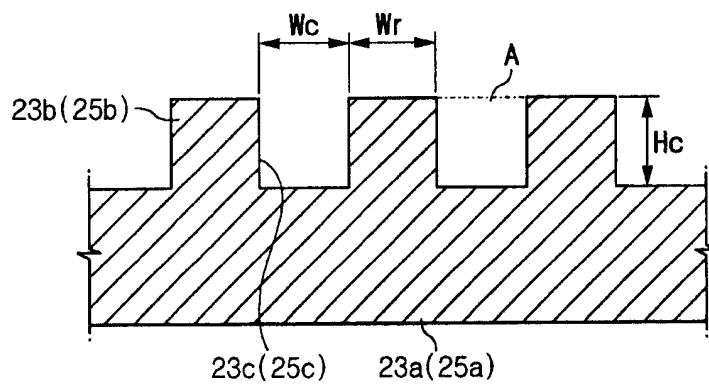


图 5

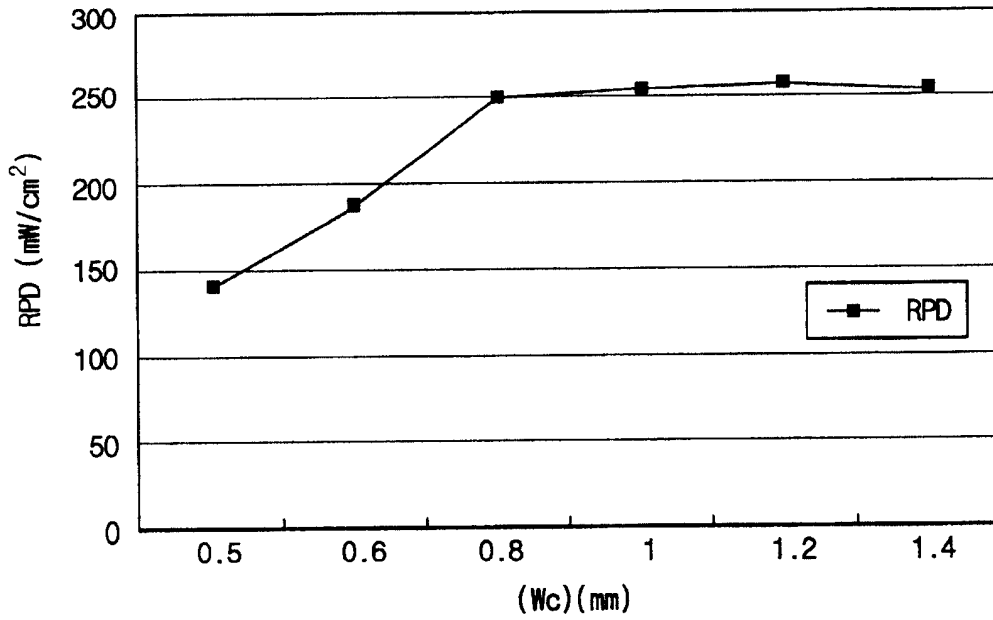


图 6

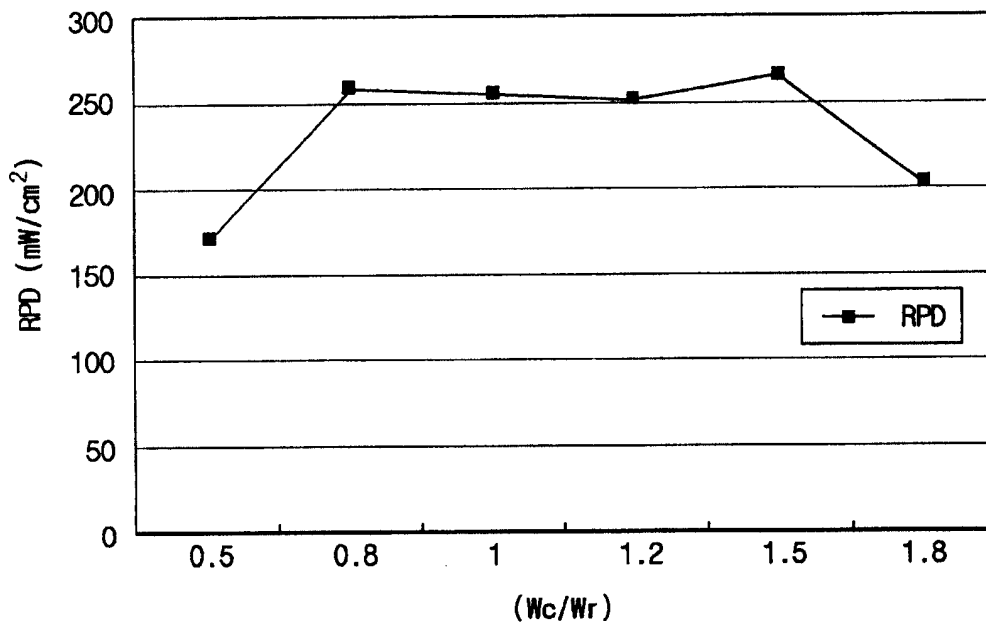


图 7

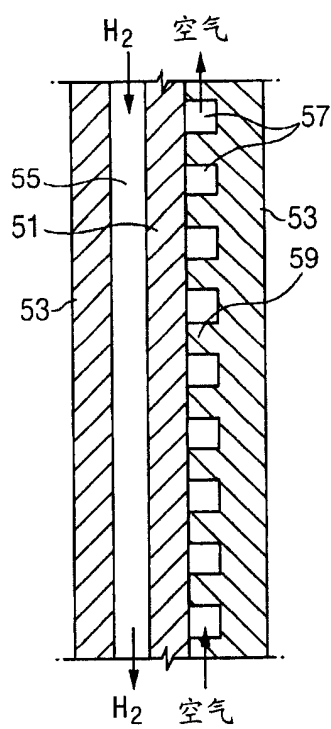


图 8