



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101399356 B

(45) 授权公告日 2010. 12. 29

(21) 申请号 200810169413. 7

审查员 蒲俊红

(22) 申请日 2007. 01. 25

(30) 优先权数据

2006-016874 2006. 01. 25 JP

(62) 分案原申请数据

200710007229. 8 2007. 01. 25

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 中窪亨

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038

代理人 康建忠

(51) Int. Cl.

H01M 8/24 (2006. 01)

H01M 8/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 20050164069 A1, 2005. 07. 28,

CN 1469502 A, 2004. 01. 21,

JP 特开平 9-97623 A, 1997. 04. 08,

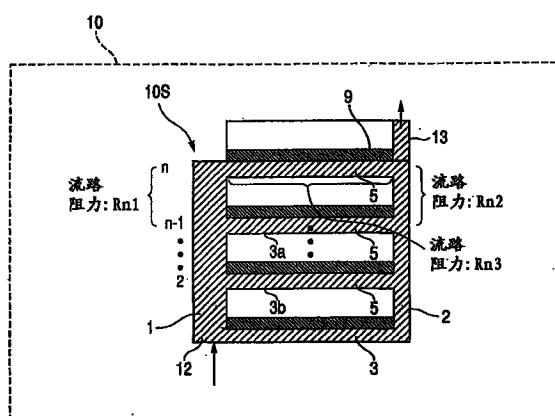
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 9 页

(54) 发明名称

燃料电池系统

(57) 摘要

本发明提供了一种燃料电池系统，包括供应口、供应侧主流路、排放侧主流路、多个支流路和排放口，其中关于每个支流路，流路的预定部分的流路阻力的幅值满足指定的相互关系。因此，提供了一种即使在较小流量的低压氢气的主件下仍然能够有效地排放驻留 / 聚集在发电单元中的杂质气体的燃料电池系统。



1. 一种流动型的燃料电池系统,该燃料电池系统包括供应口、供应侧主流路、排放侧主流路、并行的多个支流路以及排放口,其中供应侧主流路连接到供应口;所述多个支流路分别连接到供应侧主流路和排放侧主流路;所述多个支流路中的每个具有至少一个发电单元;以及排放侧主流路连接到排放口,其中在以正常操作的压强从供应口供应燃料气体和从排放口排放燃料气体并且燃料电池发电的状态中,对于每个支流路,在支流路的发电单元里面的压强高于在该支流路和排放侧主流路之间的结点处的压强。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池系统,其中该支流路和供应侧主流路之间的结点处的压强高于在所述发电单元里面的压强。

3. 根据权利要求2所述的燃料电池系统,其中满足如下的关系:该支流路和供应侧主流路之间的结点处的压强>在所述发电单元的入口侧上的压强>在所述发电单元的出口侧上的压强>该支流路和排放侧主流路之间的结点处的压强。

## 燃料电池系统

[0001] 本申请是申请号为 200710007229.8、申请日为 2007 年 1 月 25 日、发明名称为“燃料电池系统”的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种给多个发电单元分配并供应燃料气体的燃料电池系统，更具体地说，涉及从发电单元中有效地排出在发电单元的燃料扩散空间中聚集的液体以及不必要的空气的结构。

### 背景技术

[0003] 在燃料电池中，单位体积和单位重量发出的电能的多少比常规的二次电池多得多，并且电池体可以通过充燃料反复使用。因此，非常有希望是，燃料电池不仅可用作静止型发电设备，而且还可用作便携式电子设备（比如数字照相机、移动电话和笔记本个人计算机）的电源。

[0004] 由于较小且重量轻的燃料电池系统适合于作为便携式电子设备的电源，因此已经提出了空气呼吸型燃料电池系统，在这种燃料电池系统中通过聚合物电解质膜使大气中的氧气和氢气反应。在空气呼吸型燃料电池系统中，在发电单元中，催化剂层设置在聚合物电解质膜的两侧，燃料扩散层覆盖在燃料供应侧的催化剂层上，而氧气扩散层覆盖在氧气供应侧上的催化剂层上。一般地，空气呼吸型燃料电池系统被设计成没有再循环机构的形式，这种循环机构使燃料气体连续流动并在发电单元中再循环。更具体地说，它是所谓的闭回路的燃料电池系统，其中从燃料箱或燃料形成设备供应的氢气被馈送进密封的燃料扩散空间中并被聚合物电解质膜完全消耗。

[0005] 然而，在执行封闭循环的燃料供应时，杂质气体比如湿气、氮气或二氧化碳在密封的燃料扩散空间中逐渐增加。在燃料扩散空间里面驻留的杂质气体降低了氢气的分压并阻碍了给聚合物电解质膜的氢气供应。

[0006] 美国专利第 6,423,437 公开了一种执行封闭循环的燃料供应的空气呼吸燃料电池系统。在这种情况下，杂质气体吸收器设置在距离堆叠的电池的燃料供应侧最远的发电单元中，由此从密封的氢气供应空间中清除杂质气体。

[0007] 日本专利申请公开第 H03-205763 公开了一种燃料电池系统，在这种燃料电池系统中使氢气流动并再循环。在这种系统中，通过允许氢气穿过燃料空间流动而使杂质气体从发电单元的燃料空间中排出。由于保留在燃料空间中的杂质气体被新近供应的氢气稀释，因此在燃料空间中不存在导致杂质气体浓度增加的杂质气体的驻留 / 聚集的问题。

[0008] 日本专利申请公开第 H06-267564 公开了一种燃料电池系统，在这种燃料电池系统中，使用包含磺酸基的氟树脂离子交换膜作为聚合物电解质膜的多个发电单元堆叠并串联连接。在这种系统中，改变氧气扩散层的厚度以降低对聚合物电解质膜表面的氧气供应中的偏差。

[0009] 根据在上文的美国专利第 6,423,437 中公开的清除杂质气体的被动方法，由于杂

质气体聚集在密封的燃料空间中,因此可以被清除的杂质气体的总量有限。此外,在有负载连接到燃料电池同时又没有供应燃料的情况而不理会将燃料电池时,在燃料空间中的氢气可能被完全消耗掉,并且燃料扩散层将会完全被杂质气体填充,在这种情况下也难以完全清除过量的杂质气体。

[0010] 根据在上文的日本专利申请公开第 H03-205763 中公开的清除杂质气体的主动方法,虽然可以临时地避免杂质气体在发电单元中的驻留 / 积累,但是除非清除杂质气体的设备被提供在氢气循环系统中,否则在循环系统中的杂质气体不可能被根本清除。此外,由于提供氢气循环系统本身阻止了燃料电池系统的尺寸减小、重量降低和成本降低,因此不适合于便携式电子器件的电源。

[0011] 因此,已经提出了这样的一种技术,在该技术中通过使用以氢气置换氢气供应系统中的空气的清洗 (purge) 机构,在需要时自动或手动地排出发电单元中驻留 / 聚集的杂质气体。然而,与工厂不同的是,家里等除了必须使用小容量的燃料箱或低压形成设备之外别无其它选择,因此不能确保足够的氢气压强或者流量 (flow rate)。因此,在使用高压大体积的氢气的假设下配置的常规的清洗机构中,不能实现足够的清洗效果。

## 发明内容

[0012] 因此,本发明的一个目的是提供一种燃料电池系统,即使在较小量的低压氢气条件下,这种燃料电池系统仍然能够在封闭循环的燃料电池中稳定地供应氢气,并且也能够有效地排出发电单元中驻留 / 聚集的杂质气体。

[0013] 本发明的另一目的是提供一种流动型燃料电池系统,该燃料电池系统使用相同的结构降低了给多个发电单元的燃料供应的变化。

[0014] 本发明提供了一种燃料电池系统,该燃料电池系统包括供应口、供应侧主流路、排放侧主流路、多个支流路和排放口,其中供应侧主流路连接到供应口;多个支流路分别连接到供应侧主流路和排放侧主流路;所述多个支流路每个具有至少一个发电单元;以及排放侧主流路连接到排放口,其中所述多个支流路至少包括第一支流路和第二支流路,关于每个支流路,通过将从供应口到供应侧主流路和第一支流路之间的结点的流路阻力和从第一支流路与供应侧主流路的结点到第一支流路与排放侧主流路的结点的流路阻力相加获得的流路阻力的幅值小于通过将如下流路阻力相加获得的流路阻力:从供应口到供应侧主流路与不同于第一支流路的第二支流路的结点的流路阻力、从第二支流路与供应侧主流路的结点到所述第二支流路和排放侧主流路之间的结点的流路阻力和从第二支流路和排放侧主流路之间的结点到所述第一支流路和排放侧主流路之间的结点的流路阻力。

[0015] 在本发明中,优选第一支流路的流路阻力大于从供应口到所述供应侧主流路和第一支流路之间的结点的流路阻力和从所述第一支流路和排放侧主流路之间的结点到排放口的流路阻力中的每个流路阻力。

[0016] 此外,同样优选的是,在燃料电池系统的支流路的数量是 N、从第 (n-1) 个支流路(自靠近供应口的一侧开始计数)和供应侧主流路之间的结点到第 n 个支流路和供应侧主流路之间的结点的流路阻力是  $R_{n1}$ ,从第 n 个支流路和供应侧主流路之间的结点到第 n 个支流路和排放侧主流路之间的结点的流路阻力以  $R_{n3}$  表示时,满足如下的关系(假设  $n < m < N$  和  $2 < n$ ):

$$[0017] \sum_{k=1}^n R_{k1} + R_{n3} > \sum_{k=1}^m R_{k1}$$

[0018] 此外,同样优选的是,在流经供应侧主流路的燃料气体的方向和流经排放侧主流路的燃料气体的方向彼此相反并且从第 n 个支流路和供应侧支流路之间的结点到第 n 个支流路和排放侧主流路之间的结点的流路阻力以  $R_{n3}$  表示时,满足  $R_{n3} > R_{m3}$  ( $n < m$ ) 的关系。

[0019] 本发明的另一方面提供一种燃料电池系统,该燃料电池系统包括供应口、供应侧主流路、排放侧主流路、多个平行的支流路以及排放口,其中供应侧主流路连接到供应口;所述多个支流路分别连接到供应侧主流路和排放侧主流路;所述多个支流路每个具有至少一个发电单元;排放侧主流路连接到排放口,其中在正常操作的压强下从供应口供应燃料气体并从排放口排放燃料气体时,对于每个支流路,在该支流路的发电单元里面的压强高于该支流路和排放侧主流路之间的结点处的压强。

[0020] 在本发明中,优选在该支流路和供应侧主流路之间的结点处的压强高于在发电单元里面的压强。

[0021] 此外,同样优选的是满足如下的关系:(在支流路和供应侧主流路之间的结点处的压强)>(在发电单元的入口侧上的压强)>(在发电单元的出口侧上的压强)>(在支流路和排放侧主流路之间的结点处的压强)。

[0022] 参考附图通过下文对示例性的实施例的描述将会清楚本发明的进一步特征。

## 附图说明

- [0023] 附图 1 所示为根据实施例 1 的燃料电池系统的结构的透视图。
- [0024] 附图 2 所示为氢气的流路的示意图。
- [0025] 附图 3 所示为说明杂质气体排放不充分的情况的附图。
- [0026] 附图 4 所示为说明支流路中的水滴排放的附图。
- [0027] 附图 5 所示为根据实施例 2 的燃料电池系统 20 中的氢气的流路的示意图。
- [0028] 附图 6 所示为说明杂质气体排放不充分的情况的附图。
- [0029] 附图 7 所示为根据实施例 3 的燃料电池系统的结构的透视图。
- [0030] 附图 8A 和 8B 所示为氢气的流路的示意图。
- [0031] 附图 9 所示为说明杂质气体排放不充分的情况的附图。
- [0032] 附图 10 所示为根据实施例 4 的燃料电池系统 40 中的氢气的流路的示意图。
- [0033] 附图 11 所示为说明杂质气体排放不充分的情况的附图。

## 具体实施方式

[0034] 根据本发明的燃料电池系统,在第一支流路和排放侧主流路之间的结点处,通过将从供应口到第一支流路和供应侧主流路之间的结点的流路阻力和从第一支流路和供应侧主流路之间的结点到第一支流路和排放侧主流路之间的结点的流路阻力相加获得的流路阻力小于在流体通过第一支流路之外的支流路从供应口流到第一支流路和排放侧主流路之间的结点的情况下的流路阻力。

[0035] 因此,首先,在封闭循环模式的发电过程中,在供应侧主流路中与支流路的分支点处,燃料气体流进支流路的发电单元中而不流进别的支流路中。此外,在与排放侧主流路的

结点处,由于流路阻力引起的压降对于流过别的支流路的燃料气体的压降较大,因此燃料气体难以流回到该支流路中。

[0036] 此外,即使在工作模式从发电状态切换到清洗操作的情况下,在多个发电单元里面的氢气通过排放侧主流路被排放时,针对每个支流路,满足下面的关系:(与供应侧主流路的分支点上的压强)>(在发电单元里面的压强)>(在与排放侧主流路的结点处的压强)。顺便指出,在此所使用的术语“正常操作的压强”是指 1.1 至 2 个大气压的压强(绝对压力)。

[0037] 因此,在所有的发电单元中驻留和积累的杂质气体以同步的方式被平稳并线性地推出到排放侧主流路中。即使在有限量的低压燃料气体的情况下,杂质气体仍然可以通过排放侧主流路充分地排放而不会在多个发电单元的一部分中留下大量的杂质气体。通过均匀地清除杂质气体,在多个发电单元中均匀地获得了氢气分压,由此执行了均匀的发电。

[0038] 因此,可以充分地实施每个发电单元的潜在的发电能力以实现具有很小的变化的高发电效率,因此改善并稳定了整个燃料电池系统的发电性能。

[0039] 下文中,参考附图详细地描述作为根据本发明的燃料电池系统的一个实施例的燃料电池系统。根据本发明的燃料电池系统不限于下文所描述的燃料电池系统的有限结构,只要燃料气体被输送给从供应侧主流路分支的多个发电单元,则通过其中燃料电池系统结构的全部或一部分以变型结构替换的不同的实施例就可以实施该燃料电池系统。

[0040] 根据本发明的燃料电池系统可以实施为独立的封装等,这种独立的封装可连接地/可分离地安装到便携式电子器件比如数字照相机、数字摄像机、小尺寸的投影仪、小尺寸打印机或笔记本个人计算机。它也可以以如下形式实施:仅仅发电部分整体地并入在电子设备中,燃料箱可连接地/可分离地安装到其中。作为燃料箱的替代,利用形成设备从液体燃料比如甲醇或另一气体燃料或固体燃料中可以产生氢气供应。

[0041] (实施例 1)

[0042] 附图 1 所示为根据实施例 1 的燃料电池系统的结构的透视图;附图 2 所示为氢气流路的示意图;附图 3 所示为说明其中杂质气体排放不充分的情况的附图;附图 4 所示为说明在支流路中的水滴排放的附图。

[0043] 如附图 1 所示,根据实施例 1 的燃料电池系统 10 包括电池堆 10S,在该电池堆中堆叠并串联了多个发电单元 9。发电单元 9 以如下状态堆叠:它们分别插入在燃料电极电流连接器 4 和氧化剂电极电流收集器 8 之间,并且通过使用压力板 11 和 16 在堆叠的方向上限制所有的部件组装而成。

[0044] 发电单元 9 具有与膜电极组件 6 的一个表面接触的燃料扩散电极 5 和与其另一表面接触的氧气扩散电极 7。膜电极组件 6 通过将催化剂层设置在聚合物电解质膜的两侧上而构造。在与燃料扩散电极 5 接触的催化剂层上,氢气通过催化反应被分解为氢原子并被离子化,以使氢离子被供应到聚合物电解质膜。

[0045] 在与氧气扩散电极 7 接触的催化剂层上,作为催化反应的结果,氧气与通过了发电单元 9 的聚合物电解质膜的氢离子结合以产生水分子。

[0046] 聚合物电解质膜将氢离子从燃料扩散电极 5 侧移动到氧气扩散电极 7 侧。

[0047] 燃料扩散电极 5 设置在燃料电极电流连接器 4 中形成的支流路 3 中。支流路 3 的周边被密封以使氢气不泄漏到周围。氧气扩散电极 7 被容纳在氧化剂电极电流收集器 8 中

形成的腔中,且其一侧的一部分通过氧化剂电极电流收集器 8 中的开口对大气打开。

[0048] 在每一级的氧化剂电极电流收集器 8、发电单元 9(膜电极组件 6) 和燃料电极电流连接器 4 以及压力板 11 中,在平面位置上彼此一致地形成供应侧主流路 1 的通孔。燃料箱 17 经减压阀 14 连接到沿穿过电池堆 10S 的方向形成的供应侧主流路 1 的入口(供应口)12。已经从燃料箱 17 中流出并在减压阀 14 中进行了减压控制以获得比大气压高一点的压强的氢气被供应至供应侧主流路 1,在每级的燃料电极电流连接器 4 上分支进入支流路 3 并流进该级的燃料扩散电极 5。

[0049] 在压力板 16 和每级的氧化剂电极电流收集器 8、发电单元 9(膜电极组件 6) 和燃料电极电流连接器 4 中,在平面位置上彼此一致地形成排放侧主流路 2 的通孔。通常关闭并根据需要打开的清洗阀 15 连接到沿穿过电池堆 10S 的方向形成的排放侧主流路 2 的出口(排放口)13。在发电的过程中,所供应的氢气在发电单元 9 中被消耗。因此,在清洗阀 15 关闭的状态下,在燃料扩散电极 5 的空间中的压强最低。

[0050] 排放侧主流路 2 在燃料电极电流连接器 4 处将每级的支流路 3 会合以将流体导向到出口 13,并且在清洗阀 15 打开时,已经清扫了每级的燃料扩散电极 5 的氢气经由清洗阀 15 被排放到外部空气中。

[0051] 燃料扩散电极 5 由气体可渗透的发泡金属板形成。由于燃料扩散电极 5 增加了每级的支流路 3 的流路阻力,因此支流路 3 的流路阻力比作为通孔的供应侧主流路 1 和排放侧主流路 2 大得多。

[0052] 供应侧主流路 1 和排放侧主流路 2 设置在将燃料扩散电极 5 夹在其相对侧面之间的平面位置上。已经从供应侧主流路 1 流入支流路 3 的氢气通过燃料扩散电极 5 从一侧朝相对侧扩散,由此在一个方向上清扫燃料扩散电极 5。由于支流路 3 的流路阻力较大,因此氢气以较小的压差从具有较小流路阻力的供应侧主流路 1 分支进入各级的支流路 3,由此以同步的方式清扫每级的燃料扩散电极 5。具有较大流路阻力的每级的支流路 3 允许清扫燃料扩散电极 5 的氢气以较小的压差一起流入具有较小的流路阻力的排放侧主流路 2 中。

[0053] 顺便指出,在打开清洗阀 15 以清扫燃料扩散电极 5 时,理想的是在负载从燃料电池系统 10 断开并停止(或减小)电流输出的状态下执行清洗。这是因为,如果对应于电流输出的氢气通过膜电极组件 6 移动到氧气扩散电极 7 侧,则用于清扫杂质气体并进入排放侧主流路 2 的氢气将被减少。然而,为了简化控制,也可以在发电的同时实施清洗。

[0054] 如附图 2 所示,已经从入口 12 供应到燃料电池 10 的电池堆 10S 的氢气从供应侧主流路 1 分支进入各级的支流路 3(总共 N 路),由此将该氢气供给各级的发电单元 9。支流路 3 再次朝位于发电单元 9 的下游的排放侧主流路 2 会合以通向出口 13。

[0055] 在这种情况下,支流路 3 从入口 12 附近的一侧开始编号 1,2,3...N。在供应侧主流路 1 中从通向第 (n-1) 个支流路 3 的分支点到通向第 n 个支流路 3 的分支点的流路阻力表示为  $R_{n1}$ 。此外,在排放侧主流路 2 中从通向第 (n-1) 个支流路 3 的一个支路到通向第 n 个支流路 3 的一个支路的流路阻力表示为  $R_{n2}$ ,第 n 个支流路的流路阻力表示为  $R_{n3}$ 。在此,假设  $R_{11} = 0$ ,并且  $R_{12} = 0$ 。

[0056] 根据本实施例的燃料电池,关于每个支流路,通过将从供应口 12 到供应侧主流路 1 和第一支流路 3a 之间的结点的流路阻力和从第一支流路 3a 和供应侧主流路 2 之间的结点到第一支流路 3a 和排放侧主流路 2 之间的结点的流路阻力相加获得的流路阻力的幅值

小于通过将如下流路阻力相加获得的流路阻力：从供应口 12 到供应侧主流路 2 与不同于第一支流路 3a 的第二支流路 3b 的结点的流路阻力、从第二支流路 3b 与供应侧主流路 1 之间的结点到第二支流路 3b 和排放侧主流路 2 之间的结点的流路阻力和从第二支流路 3b 和排放侧主流路 2 之间的结点到第一支流路 3a 和排放侧主流路 2 之间的结点的流路阻力。顺便指出，只要第一支流路 3a 和第二支流路 3b 彼此不同，则它们可以是燃料电池的支流路中的任何一个。

[0057] 在这种情况下，流路阻力  $R_n$  表示如下：

$$[0058] R_n = \sum_{k=1}^n R_{k1} + R_{n3}$$

[0059] 通常，优选在发电的过程中从供应侧主流路 1 到支流路 3 执行对燃料扩散电极 5 的氢气供应。然而，在排放侧主流路 2 的流路阻力与供应侧主流路 1 的流路阻力相比非常小时，通过另一支流路和排放侧主流路供应给燃料扩散电极 5 的氢气的比例增加。在很多情况下，通过另一发电单元 9 的氢气包含了伴随着发电过程产生的大量的杂质，这种杂质引起发电的变化。在不实施这种流路设计并且存在别的支流路 3 的流路阻力  $R_n$  小于在通过该支流路 3 时的流路阻力的情况下，在执行发电时或者在发电的过程中实施清洗并且清洗流量小于发电所消耗的氢气量时，如附图 3 所示，通过别的发电单元 9 并从与排放侧主流路 2 的结点一侧回转以便被输送给燃料扩散电极 5 的氢气的比例增加。此外，即使在停止了发电之后执行清洗时，必须针对在发电过程中产生的反向流动执行清洗。这种状态不是优选的，因为氢气的循环变得不稳定。然而，由于如果该流路阻力  $R_n$  比其它的通路的阻力小得多则流动会发生偏差，因此不使  $R_n$  太小也是非常重要的。

[0060] 作为设计流路阻力  $R_n$  的方法，除了设计支流路 3 的宽度或长度和供应侧主流路 1 的剖面形状之外，通过在支流路 3 中（特别是排放侧主流路 2 一侧）插入节流结构也可以设计流路阻力。还存在这样的一种方法：其中阻力部件比如多孔部件被插入在其中。此外，同样有效的是改变支流路 3 的表面粗糙度或润湿性。

[0061] 在实施例 1 的燃料电池系统 10 中，流路被设计成，对于每个支流路 3，从入口 12 到支流路 3 的入口（分支点）的流路阻力和支流路 3 的流路阻力  $R_{n3}$  之和大于从与供应侧主流路 1 的分支点到其它的支流路 3 的任何支流路中的入口 12 的流路阻力。

$$[0062] \sum_{k=1}^n R_{k1} + R_{n3} > \sum_{k=1}^m R_{k1} \quad (\text{假设 } n < m)$$

[0063] 通过以这种方式设计流路阻力，即使在从入口 12 到支流路 3 和供应侧主流路 1 的分支点的距离随发电单元而不同时，氢气仍然可以被以较小的压差被分支并供应给每个支流路，由此降低发电性能的变化并且在执行清洗时能减少气流的偏差。

[0064] 此外，在从与供应侧主流路 1 的分支点到特定的支流路 3 的入口 12 的流路阻力小于通过不同的支流路 3 从入口 12 到与排放侧主流路 2 的结点的流路阻力时，存在的可能性是可能阻碍氢气流进入该特定的支流路 3 并且已经通过该不同的支流路 3 的氢气可能从该结点侧流进该特定的支流路 3。即，对于特定的支流路 3，如附图 3 所示，存在氢气回流的可能。

[0065] 通过组合这两种设计，用于对氢气流整流的机制变得更加有效，实现了回流的消除和对每个发电单元 9 的均匀的氢气供应。

[0066] 根据实施例 1 的燃料电池系统 10, 对于每个支流路 3, 其流路阻力  $R_{n_3}$  充分地大于供应侧主流路 1 的流路阻力和排放侧主流路 2 的流路阻力中的每个流路阻力。支流路 3 的流路阻力  $R_{n_3}$  被设计成大于供应侧主流路 1 从入口 12 到与支流路 3 的分支点的流路阻力和排放侧主流路 2 从出口 13 到与支流路 3 的结点的流路阻力中的每个流路阻力。

$$[0067] \quad \sum_{k=1}^n R_{k1} < R_{n_3}, \quad \sum_{k=n+1}^N R_{k2} < R_{n_3} \quad (\text{假设 } n < N)$$

[0068] 因此, 如附图 4 所示, 当由于溢流等在支流路 3 中产生了水滴时, 在水滴的前部和后部之间易于产生压差, 由此使得在出口侧上的压力降低, 通过应用这种差压作为驱动力, 水滴可以被充分地排放到排放侧主流路 3。

[0069] 此外, 在发电的过程中, 在燃料扩散电极 5 的下游侧上, 由于在发电单元 9 中消耗氢气, 因此氢气流量 (flow rate) 小于在燃料扩散电极 5 的上游侧上的氢气流量。因此, 优选通过考虑氢气的消耗量估计流路阻力, 也可以将排放侧主流路 2 的流路阻力估计得稍大一点。

[0070] 根据实施例 1 的燃料电池系统 10, 将通过各支流路 3 从入口 12 到相应的结点的流路阻力设计成在正常的条件下从入口 12 (从附图 1 中所示的燃料箱 17) 供应氢气时, 在发电单元 9 内的压强高于在相应的结点处的压强。换句话说, 即使在小量的低压氢气的情况下, 对于所有的支流路 3 下面的关系都成立: 供应侧主流路 1 的压强 > 在发电单元 9 的入口侧上的压强 > 在发电单元 9 的出口侧上的压强 > 在结点前的位置处的压强 > 在排放侧主流路 2 上的压强。因此, 驻留 / 聚集在所有的发电单元 9 中的杂质气体以同步的方式平稳且线性地排出到排放侧主流路 2 中。

[0071] 实施例 1 是不具有用于氢气再循环的机构的所谓封闭循环的燃料电池系统, 在这种燃料电池系统中当清除发电单元 9 中驻留 / 聚集的杂质气体时打开清洗阀 15。

[0072] 因此, 在正常的发电状态下, 清洗阀 15 关闭, 并且在与作为发电部分的膜电极组件 6 接触的燃料扩散电极 5 的空间中压强最低。在每级的发电单元 9 中压强最低的发电单元 9 中, 存在的这样的可能性: 氢气通过排放侧主流路 2 从别的发电单元 9 从结点侧回流。然而, 借助于如上文所描述的优化的流路阻力设计, 在发电单元 9 之间的压差通过氢气经供应侧主流路 1 的运动被完全抵消, 由此有效地降低了自结点侧的回流。

[0073] 此外, 关于清洗操作, 用于清洗的出口 13 可以被看作流路出口, 通过借助于如上文所描述的流路阻力设计, 可以更加有效地执行清洗, 并且可以防止杂质气体或水滴在流路中的一个区域上聚集。

[0074] 具体地, 通过将节流结构并入到发电单元 9 下游侧的支流路 3 中, 可以有效地防止这样的现象: 氢气通过排放侧主流路 2 从结点侧回流, 并且即使在执行清洗时所供应的氢气压强不高于外部空气的压强太多的情况下, 可以有效地防止由于在清洗时的反向扩散而被出口侧空气污染。

[0075] 顺便指出, 本实施例的流路结构的条件也可适用于其中氢气以微量流量流动的状态下而不是封闭循环模式的发电。

[0076] (实施例 2)

[0077] 附图 5 所示为根据实施例 2 的燃料电池系统 20 中的氢气流路的示意图, 附图 6 所示为其中杂质气体的排放不充分的情况的附图。根据实施例 2 的燃料电池系统 20 以与实施

例 1 相同的方式构造,但将实施例 1 中的出口 13 的位置改变到与入口 12 相同侧(底侧)。因此,以相同标号或符号表示与附图 1 和 2 所示的元件相同的元件,并省去其详细的描述。

[0078] 在实施例 2 的燃料电池系统 20 中,排放侧主流路 2 的通孔形成在附图 1 中所示的压力板 11 中以形成如附图 5 所示的出口 13A,并且清洗阀 15 连接到压力板 11 的排放侧主流路 2(出口 13A)。由此,消除了自压力板 16 朝上凸伸的结构,这对于燃料电池系统 20 的尺寸减小是有利的。

[0079] 如附图 6 所示,用于将氢气引入电池堆 20S 的入口 12 和用于清洗的出口 13A 设置在燃料电池系统 20 的相同侧上。由此,沿着供应侧主流路 1 的氢气流向和沿着排放侧主流路 2 的氢气流向彼此相反。

[0080] 与实施例 1 类似,在根据实施例 2 的燃料电池系统 20 中,每级的供应侧主流路 1、排放侧主流路 2 和支流路 3 的流路阻力如下地设计:

[0081] (1) 对于每个支流路 3,从入口 12 到与排放侧主流路 2 的结点的流路阻力  $R_n$  在流体流经该支流路 3 的情况下最小。

[0082] (2) 对于每个支流路 3,从入口 12 到支流路 3 的入口(分支点)的流路阻力和支流路 3 的流路阻力  $R_{n3}$  之和大于对于其它任一支流路 3 从与供应侧主流路 1 的分支点到入口 12 的流路阻力。

[0083] (3) 对于每个支流路 3,该支流路 3 的流路阻力  $R_{n3}$  充分大于从入口 12 到与支流路 3 的分支点的供应侧主流路 1 的流路阻力和从出口 13A 到与支流路 3 的结点的排放侧主流路 2 的流路阻力中的每个流路阻力。

[0084] (4) 通过支流路 3 从入口 12 到出口 13A 的流路阻力被设置为,在从燃料箱 17 供应氢气并且清洗阀 15 打开时,在每个发电单元 9 内的压强变得高于在与其相应的支流路 3 的结点处的压强。

[0085] 当如附图 5 所示对于电池组 20S 在与入口 12 不在对角线上的位置上提供出口 13A 时,如附图 6 所示,以集中于在入口 12 附近的发电单元 9 的方式输送氢气。结果,变得难以给远离入口 12 的发电单元 9 供应氢气,这样,如附图 6 所示,发电单元 9 被不均匀地清洗的可能性增大。

[0086] 因此,通过根据支流路到入口 12 的接近程度来增加流路阻力,可以降低不均匀性。更具体地说,流路阻力被设计成  $R_{n3} > R_{m3}$  ( $n < m$ )。具体地说,通过使  $R_{n3} + R_{n1} + R_{n2}$  与  $R_{(n-1)3}$  大致相同,可以使流路阻力更加均匀。

[0087] 此外,通过实施如上文在(1)至(4)中所描述的设计,在封闭循环模式下发电的过程中氢气通过排放侧主流路 2 从结点侧流回的现象可以被有效地减少,并且在发电单元 9 中可以确保等量的氢气流量以能执行均匀的清洗。

[0088] (实施例 3)

[0089] 附图 7 所示为根据实施例 3 的燃料电池系统的结构的透视图,附图 8A 和 8B 所示为氢气的流路的示意图,附图 9 所示为其中杂质气体的排放不充分的情况的附图。在根据实施例 3 的燃料电池系统 30 中,将本发明的结构应用于平面阵列燃料电池。

[0090] 如附图 7 所示,二维排列的多个发电单元 29 通过公共燃料电极电流连接器 24 和氧化剂电极电流收集器 28 并联连接以并行地抽取电功率。发电单元 29 具有与膜电极组件 26 的一个表面接触的燃料扩散电极 25 和与其另一表面接触的氧气扩散电极 27。通过将催

化剂层设置在聚合物电解质膜的两侧上来构造膜电极组件 26。

[0091] 燃料扩散电极 25 和氧气扩散电极 27 每个都容纳在燃料电极间隔件 37 和氧化剂电极间隔件 38 的独立的开口中。燃料电极间隔件 37 和氧化剂电极间隔件 38 通过与发电单元 29 一起插入在燃料电极电流连接器 24 和氧化剂电极电流收集器 28 之间的空间中组装而成。

[0092] 在燃料电极电流连接器 24 和氧化剂电极电流收集器 28 中,为每个发电单元 29 独立地设置导电多孔材料以分别使氢气和氧气在相邻的发电单元 29 之间不扩散。通过设置在燃料电极电流连接器 24 的下表面上的流路衬底 36 执行氢气到发电单元 29 的供应。由燃料电极间隔件 37、燃料电极电流连接器 24、膜电极组件 26 和流路衬底 36 组成的隔板框封闭的空间是容纳燃料扩散电极 25 并且相对外部空气密封的燃料空间。

[0093] 氧气扩散电极 27 容纳在氧化剂电极间隔件 38 的隔板框中,其表面通过氧化剂电极电流收集器 28 对大气打开。在根据实施例 3 的燃料电池系统中,由于发电单元 29 是二维地排列的,因此与实施例 1 的堆叠形式相比可以以更宽的方式确保氧气吸入区和水蒸气排放区。

[0094] 在流路衬底 36 中,分别形成了将氢气导向到两个发电单元 29 的多个支流路 23。这些支流路 23 每个都在与燃料电极电流连接器 24 接触的部分处以较浅的形状形成以增加其流路阻力,因此氢气不会直接通过而不扩散进入燃料电极电流连接器 24。

[0095] 在流路衬底 36 上,所述多个支流路 23 每个在其两端连接到供应侧主流路 21 和排放侧主流路 22。类似于实施例 1,供应侧主流路 21 的入口 32 通过减压阀 14 连接到燃料箱 17,并且排放侧主流路 22 的出口 33 连接到清洗阀 15。

[0096] 在减压阀 14 处经过压强控制以获得比大气压强高一点的压强的氢气被从燃料箱 17 供应至供应侧主流路 21,并分支进入支流路 23 以从燃料电极电流连接器 24 流进燃料扩散电极 25。

[0097] 在与燃料扩散电极 25 接触的膜电极组件 29 的催化剂层处,氢气通过催化反应分解成氢原子并被离子化,因此氢离子被供应给聚合物电解质膜。在与氧气扩散电极 27 接触的膜电极组件 29 的催化剂层处,作为催化反应的结果,氧与从聚合物电解质膜中拾取出的氢离子结合以产生水分子。膜电极组件 29 的聚合物电解质膜将氢离子从燃料扩散电极 25 侧移动到氧气扩散电极 27 侧。在发电的过程中,所供应的氢在发电单元 29 中被消耗。因此,在清洗阀 15 关闭的状态下,在燃料扩散电极 25 的空间中压强最低。

[0098] 清洗阀 15 通常关闭并根据需要打开。排放侧主流路 22 将所述多个支流路 23 会合以将流体导向到出口 33,在清洗阀 15 打开时,已经清洗了燃料扩散电极 25 的氢气通过清洗阀 15 被排放到外部空气中。

[0099] 如附图 8A 和 8B 所示,从入口 32 供应到燃料电池系统 30 的氢气通过供应侧主流路 21 并被供应到发电单元 29,同时在支流路 23 处分支。来自发电单元 29 的支流路 23 在排放侧主流路 22 处再次会合,并通过排放侧主流路 22 被引导到出口 33。

[0100] 在这种情况下,支流路 23 从入口 32 附近的一侧开始编号为 1,2,3...N。在供应侧主流路 21 中从通向第 (n-1) 个支流路 23 的分支点到通向第 n 个支流路 23 的分支点的流路阻力表示为  $R_{n1}$ 。此外,在排放侧主流路 22 中从通向第 (n-1) 个支流路 23 的一个支路到通向第 n 个支流路 23 的一个支路的流路阻力表示为  $R_{n2}$ ,第 n 个支流路的流路阻力表示为

$R_{n3}$ 。在此,假设  $R_{11} = 0$ ,并且  $R_{12} = 0$ 。

[0101] 根据实施例 3 的燃料电池系统 30,在每个支流路 23 中,通过将从入口 32 到供应侧主流路 21 和第一支流路 23a 之间的结点的流路阻力和从第一支流路 23a 与供应侧主流路 21 之间的结点到第一支流路 23a 与排放侧主流路 22 之间的结点的流路阻力相加获得的流路电路的幅值小于通过将如下流路阻力相加获得的流路阻力的幅值:从入口 32 到供应侧主流路 21 与不同于第一支流路 23a 的第二支流路 23b 的结点的流路阻力、从第二支流路 23b 与供应侧主流路 21 之间的结点到第二支流路 23b 和排放侧主流路 22 之间的结点的流路阻力和从第二支流路 23b 和排放侧主流路 22 之间的结点到第一支流路 23a 和排放侧主流路 22 之间的结点的流路阻力。顺便指出,只要第一支流路 23a 和第二支流路 23b 彼此不同,则它们可以是燃料电池的支流路中的任何一个。

[0102] 这时,流路阻力  $R_n$  表示如下:

$$[0103] R_n = \sum_{k=1}^n R_{k1} + R_{n3}$$

[0104] 通常,优选在发电的过程中从供应侧主流路 21 到支流路 23 执行对燃料扩散电极 25 的氢气供应。然而,在排放侧主流路 22 的流路阻力与供应侧主流路 21 的流路阻力相比非常小时,通过另一迂回的支流路和通过排放侧主流路被供应的氢气的比例增加。在许多情况下,通过另一迂回的燃料电池 29 的氢气包含了伴随着发电过程产生的大量的杂质,这种杂质引起发电变化。在不实施这种流路设计并且存在别的支流路 23 的流路阻力  $R_n$  小于通过该支流路 23 时的流路阻力的情况下,在执行发电时或者在发电的过程中实施清洗并且清洗流量小于发电所消耗的氢气量时,如附图 9 所示,通过别的迂回的支流路 23 并从与排放侧主流路 22 的结点一侧回转而被输送给燃料扩散电极 25 的氢气的比例增加。此外,即使在停止了发电之后执行清洗时,必须针对在发电的过程中产生的反向流动执行清洗。这种状态不是优选的,因为氢气的循环变得不稳定。然而,由于如果该流路阻力  $R_n$  比其它的通路的阻力小得多则流动会发生偏差,因此不使  $R_n$  太小也是非常重要的。

[0105] 作为设计流路阻力  $R_{n3}$  的方法,除了设计支流路 23 的宽度或长度和供应侧主流路 1 的剖面形状之外,通过在支流路 23 中(特别是排放侧主流路 22 侧)插入节流结构也可以设计流路阻力。还存在这样的一种方法:其中阻力部件比如多孔部件被插入在其中。此外,同样有效的是改变支流路 23 的表面粗糙度或润湿性。

[0106] 在实施例 3 的燃料电池系统 30 中,流路被设计成,对于每个支流路 23,从入口 32 到该支流路 23 的分支点的流路阻力和该支流路 23 的流路阻力  $R_{n3}$  之和大于从与供应侧主流路 21 的分支点到在其它任一支流路 23 中的入口 32 的流路阻力。

$$[0107] \sum_{k=1}^n R_{k1} + R_{n3} > \sum_{k=1}^m R_{k1} \quad (\text{假设 } n < m)$$

[0108] 通过以这种方式设计流路阻力,即使在从入口 32 到支流路 23 和供应侧主流路 21 的分支点的距离根据发电单元不同而不同时,氢气仍然可以被以较小的压差被分支并供应至每个支流路,由此降低发电性能的变化并且在执行清洗时能减少气流的偏差。

[0109] 此外,在从与供应侧主流路 21 的分支点到特定的支流路 23 的入口 32 的流路阻力小于通过不同的支流路 23 从入口 32 到与排放侧主流路 22 的结点的流路阻力时,存在的可能性是氢气流可能被阻碍进入该特定的支流路 23 并且已经通过别的支流路 23 的氢气可能

从该结点侧流进该特定的支流路 23。即,对于该特定的支流路 23,如附图 9 所示,存在氢气回流的可能性。

[0110] 通过组合这两种设计,用于对氢气流整流的机构变得更加有效,实现了回流的消除和氢气对多个发电单元 29 的均匀供应。

[0111] 根据实施例 3 的燃料电池系统 30,对于每个支流路 23,其流路阻力  $R_{n3}$  充分大于供应侧主流路 21 的流路阻力和排放侧主流路 22 的流路阻力中的每个流路阻力。支流路 23 的流路阻力  $R_{n3}$  被设计成大于供应侧主流路 21 从入口 32 到与支流路 23 的分支点的流路阻力和排放侧主流路 22 从出口 33 到与支流路 23 的结点的流路阻力中的每个流路阻力。

$$[0112] \quad \sum_{k=1}^n R_{k1} < R_{n3}, \quad \sum_{k=n+1}^N R_{k2} < R_{n3} \quad (\text{假设 } n < N)$$

[0113] 因此,如附图 4 所示,当由于溢流等在支流路 23 中产生了水滴时,在水滴的前部和后部之间易于产生压差,由此使得在出口侧上的压强降低,通过应用这种压差作为驱动力,水滴可以被有效排放到排放侧主流路 22。

[0114] 此外,在发电的过程中,在支流路 23 与排放侧主流路 22 会合点的前面的部分处,由于在发电单元 29 中消耗氢气,因此氢气流量小于在位于燃料扩散电极 25 的上游侧上的部分处的氢气流量。因此,优选通过考虑氢气的消耗量估计流路阻力,也可以将排放侧主流路 22 的流路阻力估计得稍大一点。

[0115] 根据实施例 3 的燃料电池系统 30,将通过相应支流路 23 的从入口 32 到每个结点的流路阻力设计成在从燃料箱 17 供应氢气时,使发电单元 29 内的压强高于在相应的结点处的压强。因此,在所有的发电单元 29 中驻留 / 聚集的杂质气体以同步的方式平稳且线性地排出到排放侧主流路 22 中。

[0116] 根据实施例 3 的燃料电池系统 30 是封闭循环的燃料电池,在这种电池中清洗阀 15 通常关闭,氢气从燃料箱 17 输送。因此,在发电时,发电部分(即燃料扩散电极 25)具有最高的负压,因此存在这样的可能性:氢气可能会从供应侧主流路 21 侧和排放侧主流路 22 侧这两侧流进支流路 23。

[0117] 然而,通过借助于如上文所设计的流路阻力,氢气可以完全从供应侧主流路 21 侧引入到发电单元 29 中,并可以减少来自排放侧主流路 22 的反向流动。此外,关于清洗操作,用于清洗的出口 33 可以被看作流路出口,通过借助于如上文所描述的流路阻力设计,可以更加有效地执行清洗,并且可以防止杂质气体或水滴在流路中的一部分处的驻留。具体地,通过将节流结构并入在支流路 23 和排放侧主流路 22 之间的结点附近的位置处,即使在执行清洗时所供应的氢气压强不高于外部空气的压强太多的情况下,也可以有效地防止在清洗时由于反向扩散引起外部空气进入发电单元 29。

[0118] 顺便指出,本实施例的流路结构的条件也可适用于其中氢气以较小的流量流动的状态下、而不是在封闭循环模式的发电。

[0119] (实施例 4)

[0120] 附图 10 所示为根据实施例 4 的燃料电池系统 40 中的氢气流路的示意图,附图 11 所示为其中杂质气体的排放不充分的情况的附图。根据实施例 4 的燃料电池系统 40 以与实施例 3 相同的方式构造,但将出口 33 的位置改变到与入口 32 相同一侧。因此,以相同标号或符号表示与附图 7、8A 和 8B 中所示的元件相同的元件,并省去其详细的描述。

[0121] 在根据实施例 4 的燃料电池系统 40 中,如附图 10 所示,排放侧主流路 22 的出口 33A 提供在与入口 32 的相同一侧上,并连接到如附图 7 所示的清洗阀 15。因此,在清洗阀 15 打开时在供应侧主流路 21 中的氢气的流动方向与在排放侧主流路 22 中的氢气流动的方向相反。

[0122] 类似于实施例 3,在根据实施例 4 的燃料电池系统 40 中,每级的供应侧主流路 21、排放侧主流路 22 和支流路 23 的流路阻力如下地设计:

[0123] (1) 对于每个支流路 23,从入口 32 到与排放侧主流路 22 的结点的流路阻力  $R_n$  在流体流经该支流路 23 的情况下最小。

[0124] (2) 对于每个支流路 23,从入口 32 到该支流路 23 的分支点的流路阻力和该支流路 23 的流路阻力  $R_{n3}$  之和大于对于其它任一支流路 23 从与供应侧主流路 21 的分支点到入口 32 的流路阻力。

[0125] (3) 对于每个支流路 23,该支流路 23 的流路阻力  $R_{n3}$  充分大于供应侧主流路 21 从入口 32 到该支流路 23 的分支点的流路阻力和排放侧主流路 22 从出口 33A 到与该支流路 23 的结点的流路阻力中的每个流路阻力。

[0126] (4) 通过支流路 23 从入口 32 到出口 33A 的流路阻力被设置为,在从燃料箱 17 供应氢气并且清洗阀 15 打开时,在每个发电单元 9 内的压强变得高于在与支流路 23 的结点处的压强。

[0127] 如附图 10 所示,在与入口 32 不斜对着的位置处提供出口 33A 时,如附图 11 所示,氢气的供应集中在入口 32 附近的发电单元 29 上。结果,变得难以给远离入口 32 的发电单元 29 供应氢气,这样如附图 11 所示,发电单元 9 被不均匀地清洗的可能性增大。

[0128] 因此,通过根据支流路到入口 12 的接近程度来增加流路阻力,可以降低不均匀性。更具体地说,流路阻力被设计成  $R_{n3} > R_{m3}$  ( $n < m$ )。具体地说,通过使  $R_{n3} + R_{n1} + R_{n2}$  与  $R_{(n-1)3}$  大致相同,可以使流路阻力更加均匀。

[0129] 此外,通过实施如上文在 (1) 至 (4) 中所描述的设计,在封闭循环模式下发电的过程中氢气通过排放侧主流路 22 从结点侧流回的现象可以被有效地减少,并且在发电单元 29 中可以确保等量的氢气流量以执行均匀的清洗。

[0130] (实施例 5)

[0131] 根据实施例 1 至实施例 4 的燃料电池系统都是其中在发电的过程中不允许氢气从出口流出的封闭循环电池系统。此外,在从入口供应氢气并允许氢气从出口流出时,以避免回流的方式将氢气从排放侧主流路均匀地供应到并行的支流路的发电单元且均匀地排放。

[0132] 因此,根据实施例 1 至实施例 4 的燃料电池系统本身也可用于流动型燃料电池,在这种类型中在允许氢气从出口连续地流出来的同时执行发电。在这种情况下,取消了清洗阀 15 并连接利用排放氢气的管线。

[0133] 更具体地说,本发明不仅可用于执行封闭循环的燃料供应的燃料电池系统,而且还可用于执行流动型燃料供应的燃料电池系统,并且在给发电单元供应燃料气体方面可以实现类似的效果。

[0134] 一种类型的流动型系统是发电系统,在这种发电系统中从燃料电池系统的出口溢出的氢气再流到入口以便在燃料电池系统中再循环。在这种情况下,在将氢气从出口引导到入口的再循环路径中,提供了一种使氢气循环(受压)的泵、从排放的氢气中清除杂质气

体的杂质气体清除设备和补充所消耗的氢气量的氢气供应设备。

[0135] 另一种形式的流动型系统是这样的一种发电系统，该发电系统将根据实施例 1 至实施例 4 中的任何一个的燃料电池系统作为封闭循环的燃料电池系统连接到根据实施例 1 至实施例 4 中的任何一个的燃料电池系统的出口。更具体地说，不具有清洗阀 15 的根据实施例 1 至实施例 4 中任一所述的两级或多级燃料电池系统在氢气的供应方面串联连接，并且具有连接到其中的清洗阀 15 的末级燃料电池系统作为封闭循环的电池系统被驱动。

[0136] 此外，本发明不仅可用于空气呼吸型的燃料电池系统，而且还可以应用到将氧气供应到封闭的氧气供应空间的燃料电池系统。通过形成与氧气供应有关的排放侧主流路和供应侧主流路并将其用作其中在多个并行的支流路中设置了一个或多个发电单元的氧气供应系统（这些并行的支流路使供应侧主流路与排放侧主流路连通），在将氧气供应给发电单元方面可以实现相同的效果。

[0137] （实例）

[0138] （实例 1）

[0139] 现在描述本发明的实施例 1 的更具体的实例。根据本实例的燃料电池系统的概述在附图 1 中示出。在这个实例中，供应侧主流路 1 的直径是 4 毫米，排放侧主流路 2 的直径是 3 毫米。发电单元 6 的催化剂部分的尺寸是 10 毫米 × 30 毫米，与其接触的支流路 3 的尺寸是 10 毫米 × 30 毫米，深度是 0.3 毫米。此外，燃料电极电流连接器 4 的厚度是 1 毫米，氧化剂电极电流收集器的厚度是 2 毫米，以及每单位发电单元的厚度是总共 3 毫米。由于本燃料电池 10 具有 10 层发电单元 9，因此供应侧主流路 1 和排放侧主流路 2 的厚度是大约 30 毫米。

[0140] 在流路中的流动是层流时，流路阻力与导管的长度成正比，并与其截面面积成反比。因此，在阻力系数被定义为（管道长度）÷（管道截面面积）时，供应侧主流路 1、排放侧主流路 2 和支流路 3 的阻力系数分别是 2.4、4.2 和 10。由于流路阻力与阻力系数成比例，因此可以看出，上文描述的结构满足实施例 1 中所描述的流路阻力的最佳条件。

[0141] 对于 1A 的发电，在正常状态下以大约 7cc/min 的速率消耗氢气。如果在燃料电池的稳定状态的发电中的电流密度作为 200mA/cm<sup>2</sup>，则每单位的发电单元消耗 4.2cc/min 的氢气。此外，对于整个燃料电池，以 42cc/min 的速率消耗氢气。

[0142] 另一方面，在燃料电池内的流路的总体积是大约 1.5cc。如果假设在流路中的所有气体通过清扫操作在 5 秒钟内排出，则清扫所需的流量是 18cc/min。此外，所供应的氢气的压强是 1.1 大气压至 2 大气压（绝对压力）。

[0143] 通过采用如上文所描述的流路结构，在发电的过程中从排放侧主流路 2 侧迂回供应给发电单元 9 的氢气可以有效地减少，并且即使在发电的过程中执行清洗，仍然可以不受回流的影响地实施有效的清洗。

[0144] 此外，如参考附图 1 所述，通过在支流路 3 的入口或出口等处提供节流装置或者将燃料扩散电极 5 插入其中，可以进一步增加支流路 3 的流路阻力。

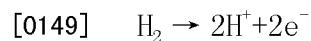
[0145] （实例 2）

[0146] 现在描述本发明的实施例 2 的更具体的实例。根据这个实例的燃料电池系统的概述在附图 5 中示出。除了支流路 3 的厚度之外，这个实例的结构与实例 1 的结构相同。根据这个实例，支流路 3 的厚度随着其距入口 12 的距离的增加而增加。更具体地说，距入口

12 最近的支流路 3 的厚度是 0.2 毫米,使相邻的支流路的厚度在大约 0.02 毫米至 0.07 毫米的范围内依次越来越大。通过采用如上文所述的这种结构,本实例可以具有满足在实施例 2 中描述的条件的结构。此外,作为另一种手段,流路阻力的依次降低也可例如通过如下方式实施:将支流路 3 的厚度固定到 0.3 毫米,并提供节流装置或者将部件(多孔材料等)作为流路阻力插入在每个支流路中。例如,在提供节流装置时,节流装置的宽度可以设置在从 1 毫米至 8 毫米的范围内,随着距入口 12 的距离的增加上述节流装置的宽度依次增加。

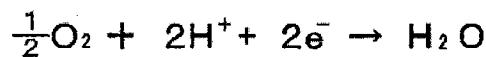
[0147] (燃料电池系统的比较实例)

[0148] 由于聚合物电解燃料电池(质子交换膜电池单元)的相对较低的工作温度和由于聚合物电解质膜的使用带来的容易的可操作性等原因,人们广泛地研究并开发它们作为车辆或家用的发电设备。在聚合物电解质燃料电池中,聚合物电解质膜被用作电解质,并使用在聚合物电解质膜的两侧上提供有催化剂电极层的膜电极组件。通过为膜电极组件一侧上的催化剂电极层供应燃料(氢气等)并为另一催化剂电极层供应氧化剂(空气等)来进行发电。这时,生成水作为产物。燃料电极处的反应式是



[0150] 在氧化剂电极处的反应式是

[0151]



[0152] 因此,为了在燃料电池中稳定地发电,重要的是充分地供应燃料和氧化剂,并且也要将生成的水排放出来。具体地说,不能排放水并阻碍流路的现象被称为“溢流”,并且成为阻止气体扩散从而降低燃料电池的输出的因素。

[0153] 单位膜电极组件的理论电压是大约 1.23V,并且大多数情况下在正常的操作状态下是大约 0.7V。因此,在要求更高的电压或高功率密度时,许多情况下堆叠多个发电单元并且串联电连接各发电单元。这种类型的堆叠结构被称为“电池堆”,通常在电池堆内,氧化剂流路和燃料流路通过称为“分离器”的部件分开。

[0154] 目前,对于燃料电极和氧化剂电极,已经设计了各种模式的流动板以便将气体有效地供应给发电单元。具体地,在堆叠多个发电单元以供使用时,为了实现高集成度的目的,流路的宽度被设计成较窄并且对于流动板要求更加精细的设计。在许多情况下,流动板也用作分离器。此外,在某些情况下,流动板也用于串联连接各的燃料电池的输出,并且在这种情况下它被称为“双极型板”。在日本专利申请公开 H03-205763 中公开的流动板的特征在于多个流路被设计成在流动板中彼此平行。

[0155] 此外,为了改善所生成的水的排放或在氧化剂电极中移动水和在氧化剂中的氧气的扩散,根据日本专利申请公开 H06-267564,流动板被提供在燃料电极上并且氧化剂流动板被提供在氧化剂电极上。使氧化剂流动板的氧化剂流路的宽度和深度中的至少一个沿着从氧化剂的上游流路区到下游流路区的方向逐渐变得更小。

[0156] 已经使用了各种一次电池和二次电池以便以便携式的方式使用较小的电子设备。然而,随着近年来较小的电子设备的性能的增强则功耗已经增大,并且它正在变得不再能够以较小的、重量轻的一次电池供应足够的能量。

[0157] 同时,虽然二次电池具有的优点在于它们可以被重复地充电和使用,但是通过一

次充电操作可以使用的能量小于一次电池的能量。此外,要求单独的电源来对二次电池进行充电,通常充电要求几十分钟至几小时,因此使得难以在任何时候和任何地方根据需要使用二次电池。

[0158] 从现在开始,将进一步进行电子设备的尺寸减小和重量降低,设备便携式使用的趋势随着无线网络环境的实施结果而增大。在这种情况下,对于常规的一次电池和二次电池,难以提供足以驱动所述设备的能量。

[0159] 作为解决这种问题的方法,小燃料电池正引起人们的注意。此前,已经研发了燃料电池作为大尺寸的发电机、汽车的驱动源等。这其中的主要原因在于,与常规的发电系统相比,燃料电池具有较高的发电效率,此外,它们的废物是清洁的。相反,燃料电池作为小型电子设备的驱动源比较有利的原因是单位体积和单位重量可供应的能量多少是常规电池的几倍到接近十倍。此外,由于通过仅仅更换燃料就可以继续使用燃料电池,因此不需要充电的时间,这与其它的二次电池不同。

[0160] 已经发明了利用各种系统的燃料电池,并且对于较小的电子设备,特别是以便携式方式使用的设备,聚合物电解燃料池比较适合。这是因为,聚合物电解质燃料电池具有的优点在于,它可以在接近环境温度下使用,并且可以安全地携带,因为电解质不是流体而是固体。

[0161] 通常研究甲醇作为小型电子设备的燃料电池的燃料。这其中的主要原因是甲醇是容易存储和容易获得的燃料。在希望获得较大输出的燃料电池中,使用氢气作为燃料是有效的。作为存储氢气的方法,氢气可以以气态存储在箱中,或者可以使用以存储材料(比如氢存储合金)填充的箱。

[0162] 在使用多个燃料电池用于较小的电子设备的燃料电池系统时,除了常规的堆叠方法之外,也经常使用平面阵列系统,在这种平面阵列系统中燃料电池设置在相同的平面中并使用三维布线技术串联连接。这是因为,在较小的燃料电池中,大多数情况下空气被用作氧化剂并通过自然扩散进入以减小整个系统的尺寸,这种平面阵列系统具有更加有效地吸入空气的优点。

[0163] 此外,对于在大多数情况下的大燃料电池系统而言,以大于在发电中消耗量的量供应和循环燃料,同时在对于较小的电子设备的燃料电池系统中,在大多数情况下使用这样的技术,其中在封闭端部结构中形成燃料流路并仅以对应于所消耗的燃料的量补充燃料。

[0164] 然而,在这种情况下,出现的问题是杂质比如水蒸汽或氮气积聚在燃料流路中,并且发电效率随着时间的流逝而降低。因此,在流路中已经提供了清洗阀并周期性地执行清洗。上文的美国专利 US6,423,437 公开了通过用被动机构清洗燃料流路而不使用主动清洗阀防止封闭循环的小燃料电池中的发电特性降低的技术。

[0165] 然而,在常规的技术中,虽然关于燃料电极或氧化剂电极的流动板已经作了各种发明创造,但是还没有技术考虑到在直到电极腔室的流路的阻力、在电极腔室之后的流路的阻力和电极腔室的流路阻力之间的关系。由于这个原因,对于更小的系统,在燃料电池之间存在流量偏差或发生气体回流的问题。此外,在所生成的水阻塞在流路中的情况下,在某些情况下在排放水的力不能被有效地施加给水滴。此外,对于在平面阵列燃料电池堆和封闭循环的燃料电池中的流路阻力几乎还没有予以考虑。

[0166] 相反,根据实施例 1 至 4 的燃料电池系统中:

[0167] (1) 对于每个支流路,从入口到与排放侧主流路的结点的流路阻力在流体经过该相关支流路的情况下最小。

[0168] (2) 对于每个支流路,从入口到该支流路的分支点的流路阻力和该支流路的流路阻力之和大于在任何其它的支流路中从与供应侧主流路的分支点到入口的流路阻力。

[0169] (3) 对于每个支流路,该支流路的流路阻力充分地大于供应侧主流路的从入口到该支流路的分支点的流路阻力和排放侧主流路的从出口到与该支流路的结点的流路阻力中的每个流路阻力。

[0170] 结果,燃料和氧化剂的流体可以被平稳地从入口被引导到出口。此外,有一种效果是,在流路被水阻挡时,水容易被排放。因此可以改善燃料电池的发电的稳定性。

[0171] (与发明的对应关系)

[0172] 燃料电池系统 10 包括将从入口 12 引导进的燃料气体引导到在不同的位置处分支的多个并行支流路 3 的供应侧主流路 1,每个支流路 3 具有至少一个发电单元 9。燃料电池系统 10 也包括在相应的位置上与所述多个支流路 3 的出口侧会合从而将发电单元 9 中的燃料气体导引到出口 13 的排放侧主流路 2。对于所有的支流路 3,供应侧主流路 1、排放侧主流路 2 和所述多个支流路 3 的流路阻力如下地设定。

[0173] 在流体经过某支流路 3 时的从入口 12 到该支流路 3 与供应侧主流路 2 的结点的流路阻力小于在流体迂回地通过任何其它的支流路 3 时的流路阻力。

[0174] 根据燃料电池系统 10,在所有的支流路 3 与排放侧主流路 2 的结点上,在流体通过相关的支流路 3 时的流路阻力小于在流体通过除相关的支流路 3 之外的任何其它支流路 3 时的流路阻力。

[0175] 更具体地说,该结构是这样的:每个设置有燃料扩散电极 5 的支流路 3 的流路阻力被设定为基本相同,使排放侧主流路 2 比供应侧主流路 1 更薄,相应的迂回通路的流路阻力被设定成随着构成迂回通路的供应侧主流路 1 的长度的增加而增大。

[0176] 因此,在供应侧主流路 1 中的支流路 3 的分支点处,燃料气体流入相关的支流路 3 的发电单元 9 中,而不经过与该相关的支流路 3 不同的作为迂回通路的支流路 3。此外,在发电期间,即使在发电单元 9 中消耗氢气的情况下,在与排放侧主流路 2 的结点处,由于对于经过作为迂回通路的别的支流路 3 的燃料气体而言流路阻力造成的压降更大,因此燃料气体仍然难以流回到该相关的支流路 3 中。

[0177] 换句话说,在多个发电单元 9 内的氢气经过排放侧主流路 2 排放时,对于所有的支流路 3 建立如下的关系:(在与供应侧主流路 1 的分支点处的压强)>(在发电单元 9 里面的压强)>(在与排放侧主流路 2 的结点处的压强)。

[0178] 因此,驻留 / 聚集在所有的发电单元 9 中的杂质气体以同步的方式被平稳并线性地排出到排放侧主流路 2。即使用有限量的低压燃料气体,杂质气体仍然可以通过排放侧主流路 2 有效地排放而不会在所述多个发电单元 9 的一部分中留下大量的杂质气体。通过均匀地清除杂质气体,在所述多个发电单元 9 中可以均匀地确保氢气分压以执行均匀的发电。

[0179] 因此可以充分地施展每个发电单元 9 的潜在的发电能力以实现具有较小变化的高发电效率,因此改善并稳定了燃料电池系统 10 的总体发电性能。

[0180] 燃料电池系统 10 包括将从入口导入的燃料气体引导到在不同的位置处分支的多个并行的支流路 3 的供应侧主流路 1，每个支流路 3 具有至少一个发电单元 9。燃料电池系统 10 也包括在相应的位置处与所述多个支流路 3 的出口会合的排放侧主流路 2，以将发电单元 9 中的燃料气体导引到出口 13。从入口 12 经过在靠近入口 12 的一侧的支流路 3 到与排放侧主流路 2 的结点的流路阻力被设定为大于从入口 12 到位于远离入口 12 的一侧的支流路 3 与供应侧主流路 1 的分支点的流路阻力。

[0181] 因此，在朝远离入口 12 的支流路 3 流动的燃料气体并不流入入口 12 附近的支流路 3。在远离入口 12 的发电单元 9 里面的压强不小于在排放侧主流路 2 里面的压强。即使在远离入口 12 的发电单元 9 中，在与靠近入口的发电单元 9 相同的等级上确保燃料气体，因此对于所有的发电单元 9，驻留 / 聚集的杂质气体以同步的方式被平稳且线性地排放到排放侧主流路 2。即使用有限量的低压燃料气体，杂质气体仍然可以通过排放侧主流路 2 有效地排放而不会将大量的杂质气体遗留在所述多个发电单元 9 的一部分中。通过均匀地清除杂质气体，在所述多个发电单元 9 中可以均匀地确保氢气分压以执行均匀的发电。

[0182] 在燃料电池系统 10 中，对于所有的支流路 3，其流路阻力大于从入口 12 到与供应侧主流路 1 的支点的流路阻力和从与排放侧主流路 2 的结点到出口 13 的流路阻力中的每个流路阻力。

[0183] 在燃料电池系统 10 中，对于每个支流路 3，通过支流路 3 从入口 12 到与排放侧主流路 2 的结点的流路阻力被设定为使得在从入口 12 供应燃料气体并且在正常的工作压强下从出口 13 排放燃料气体时，在发电单元 9 里面的压强高于在结点处的压强。

[0184] 在燃料电池系统 10 中，入口 12 和出口 13 被设置为使燃料气体的流动方向在供应侧主流路 1 和排放侧主流路 2 之间相反，并且在支流路 3 中的发电单元 9 的下游处的流路阻力被设定为随着支流路 3 距入口 12 的距离的增加而更小。

[0185] 在燃料电池系统 10 中，允许排放侧主流路 2 对大气打开的清洗阀 15 连接到出口 13，将氢气供应给供应侧主流路 1 以操作发电单元 9 的燃料箱 17 连接到入口 12。

[0186] 燃料电池系统 10 包括燃料扩散电极和氧气扩散电极 7，燃料扩散电极 5 设置在膜电极组件 6 的一个表面侧上并将通过支流路 3 供应的燃料气体引导到支流路 3 的出口侧而同时使燃料气体扩散到所述一个表面侧，氧气扩散电极 7 设置在膜电极组件 6 的另一表面侧上并使大气中的氧气扩散到该另一表面侧。

[0187] 燃料电池系统 10 包括电池堆 10S，在该电池堆 10S 中多个发电单元 9 堆叠并串联连接，在氧气扩散电极 7 中，其侧表面的至少一部分在电池组 10S 的侧表面上对大气开放，并且供应侧主流路 1 和排放侧主流路 2 被构造成使得形成在发电单元 9 外侧的相同平面位置上的用于每个发电单元 9 的通孔彼此连通。

[0188] 在燃料电池系统 30 中，所述多个发电单元 29 以平面结构设置在公共流路板 31 上，氧气扩散电极 27 被设置为使得在与膜电极组件 26 相反一侧上的其表面至少一部分对大气开放，并且供应侧主流路 21 和排放侧主流路 22 都设置在流路衬底 36 上。

[0189] 虽然参考实例性实施例已经描述了本发明，但是应该理解的是本发明并不限于所公开的实例性实施例。应当最宽泛地解释下面的权利要求的范围以便包含所有的这种修改和等同结构和功能。

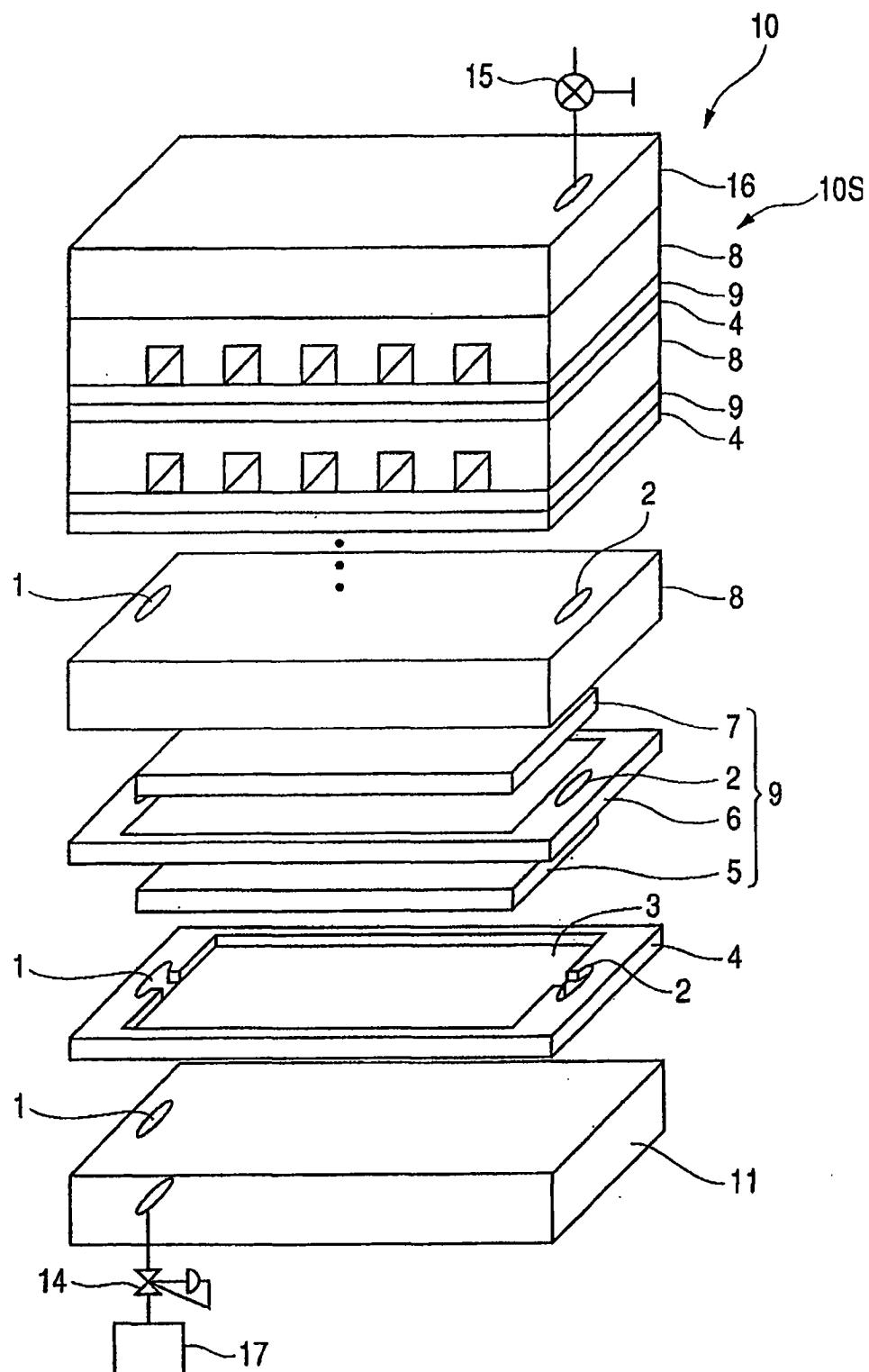


图 1

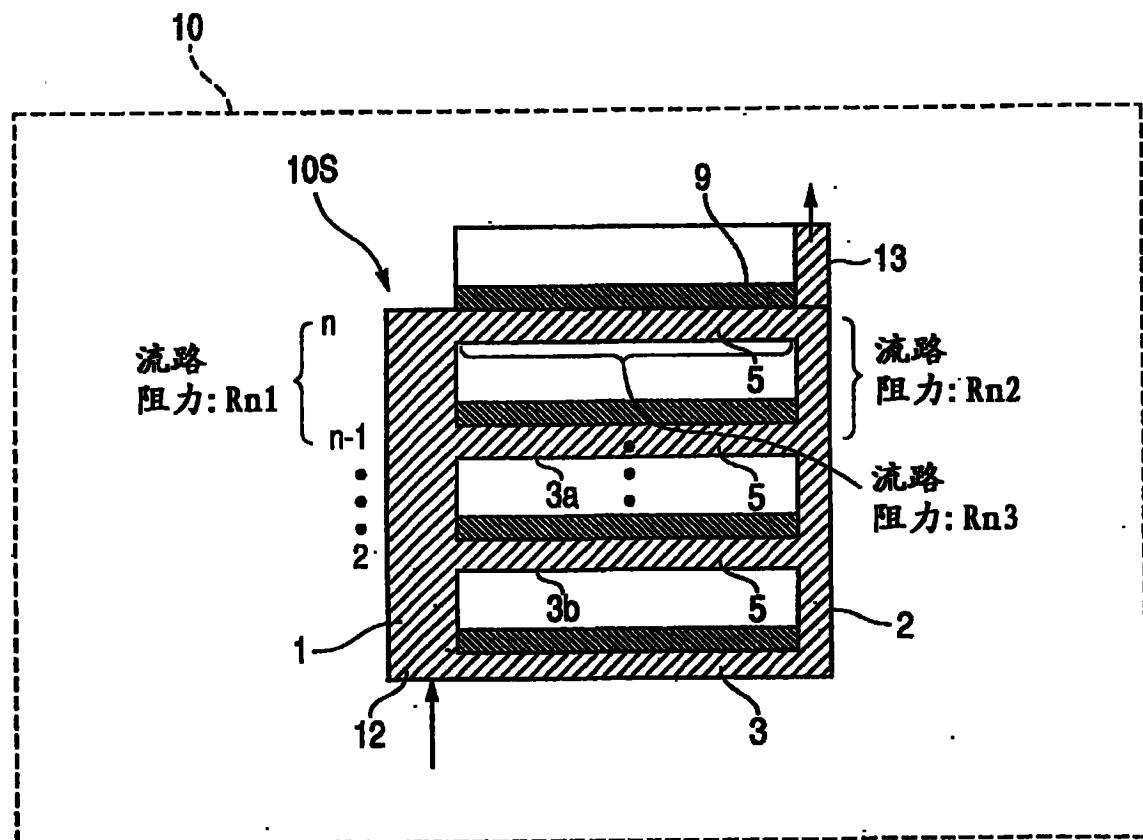


图 2

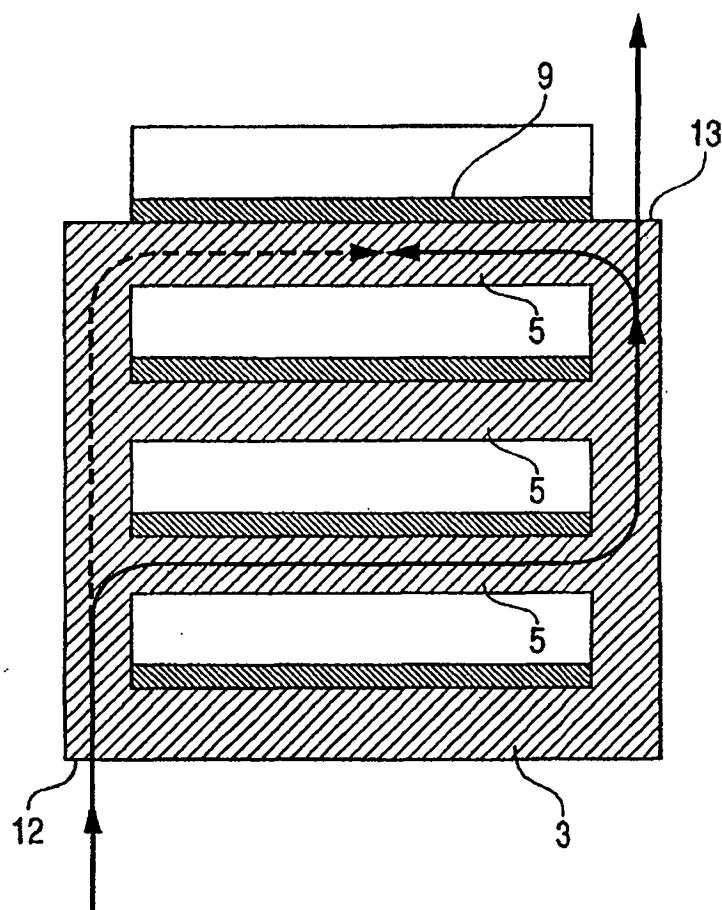
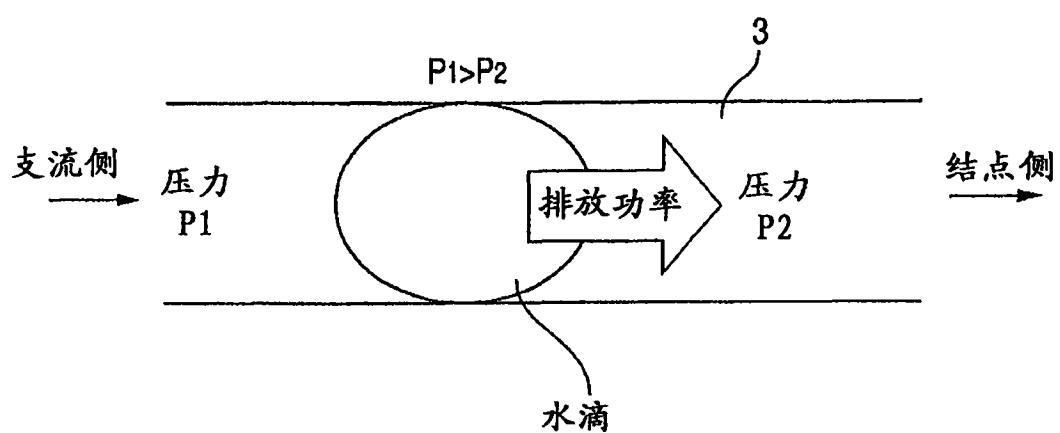


图 3



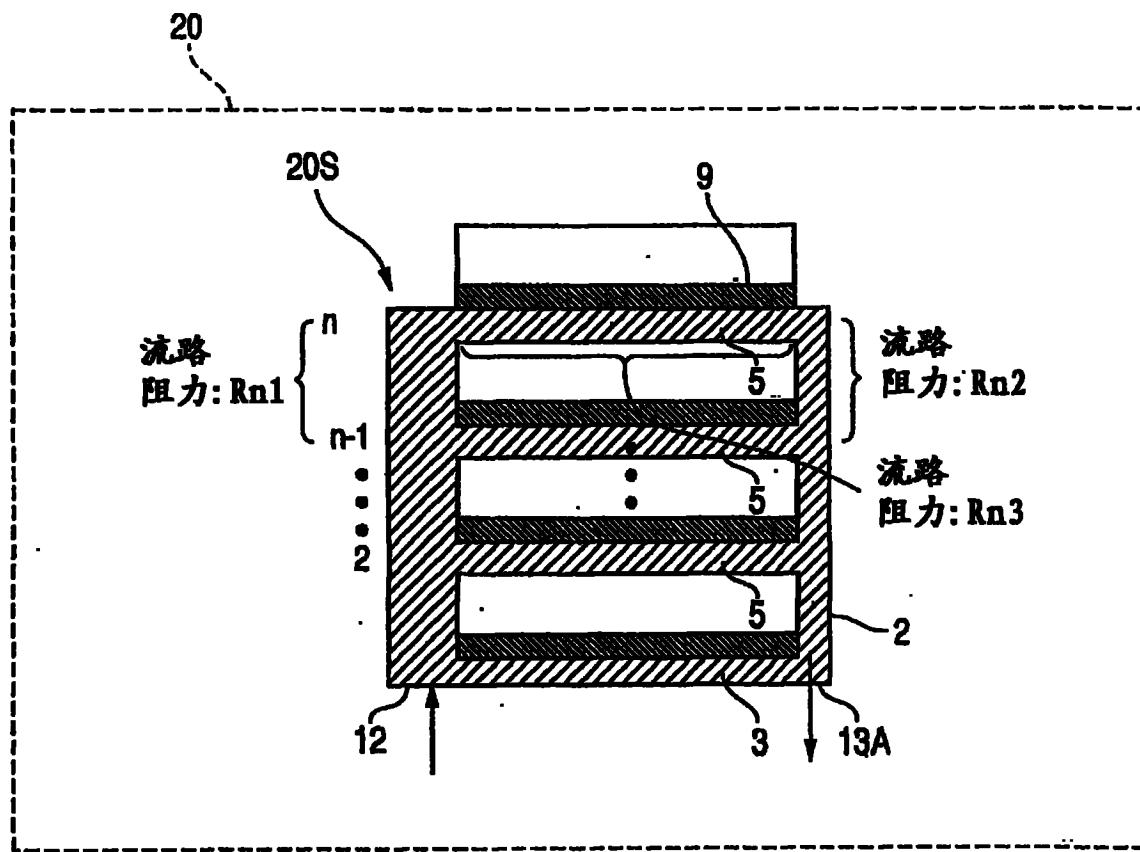


图 5

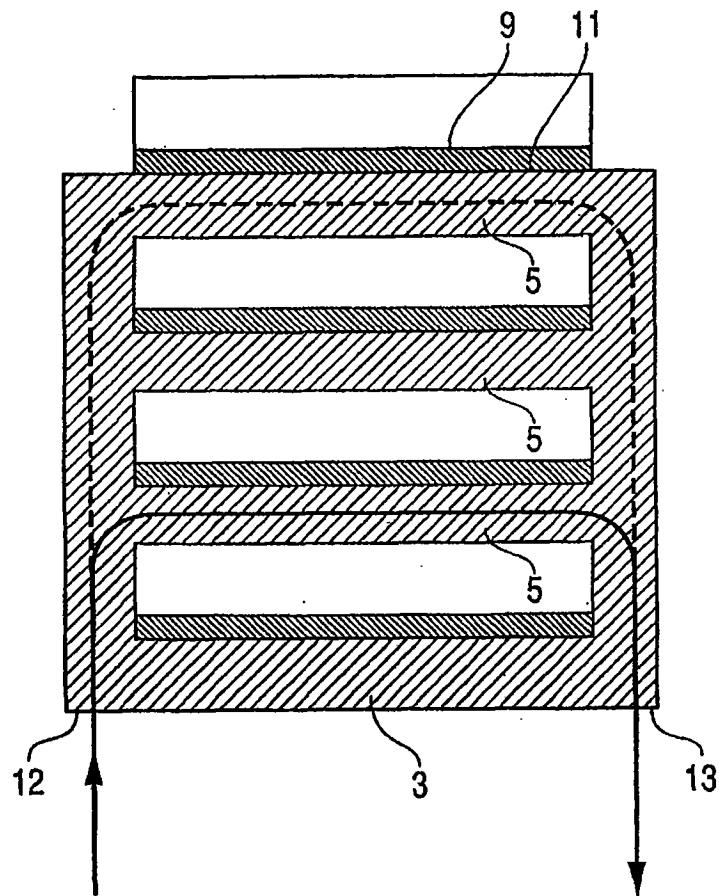


图 6

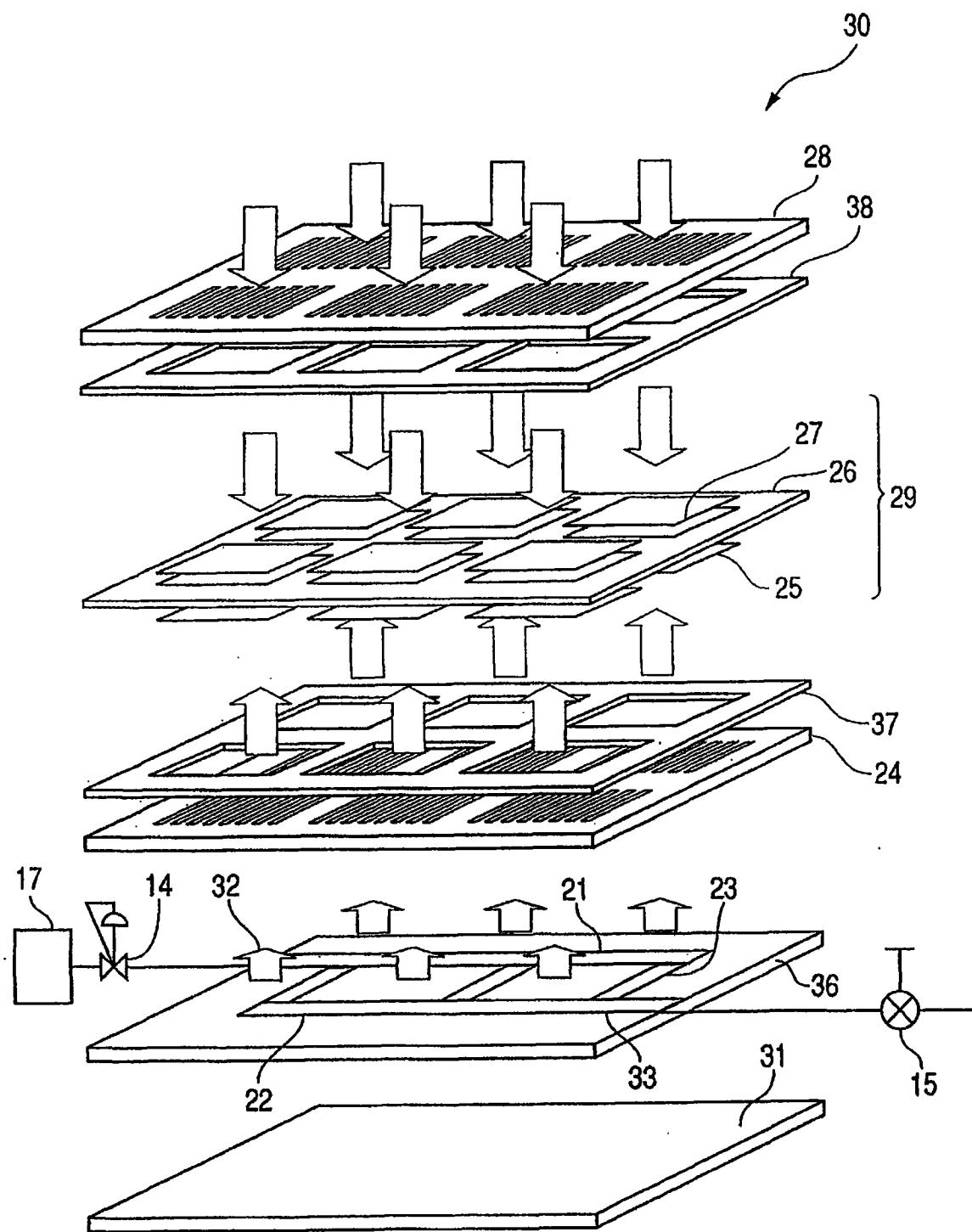


图 7

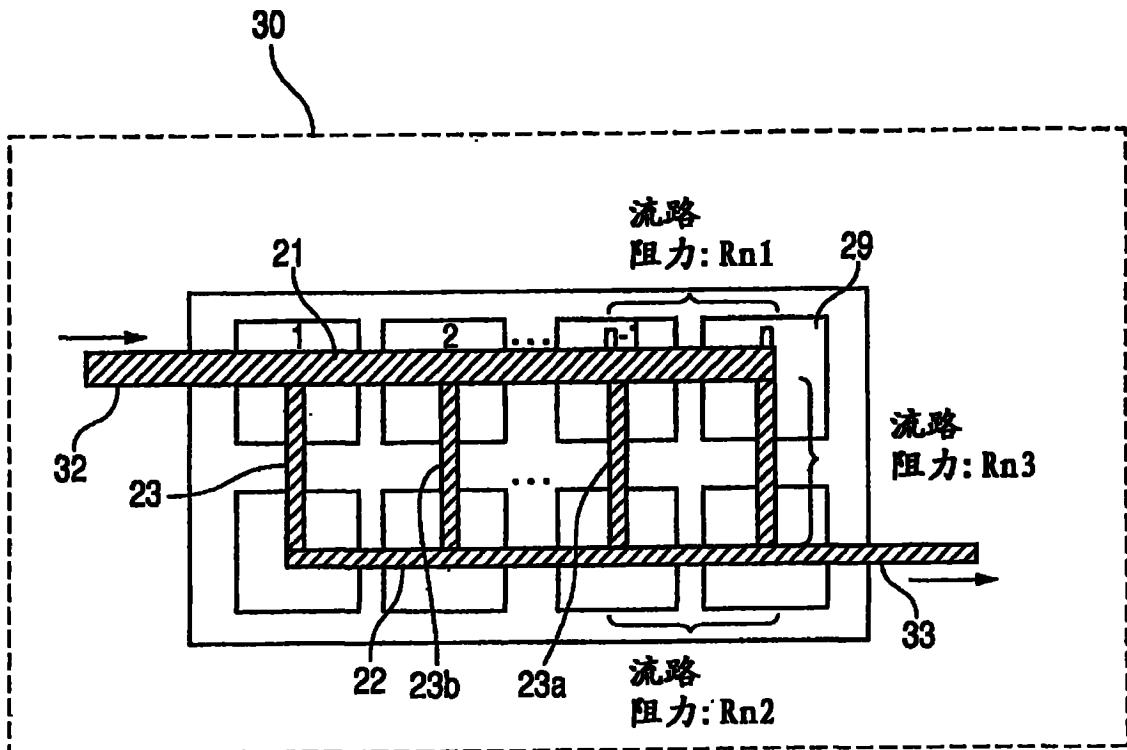


图 8A

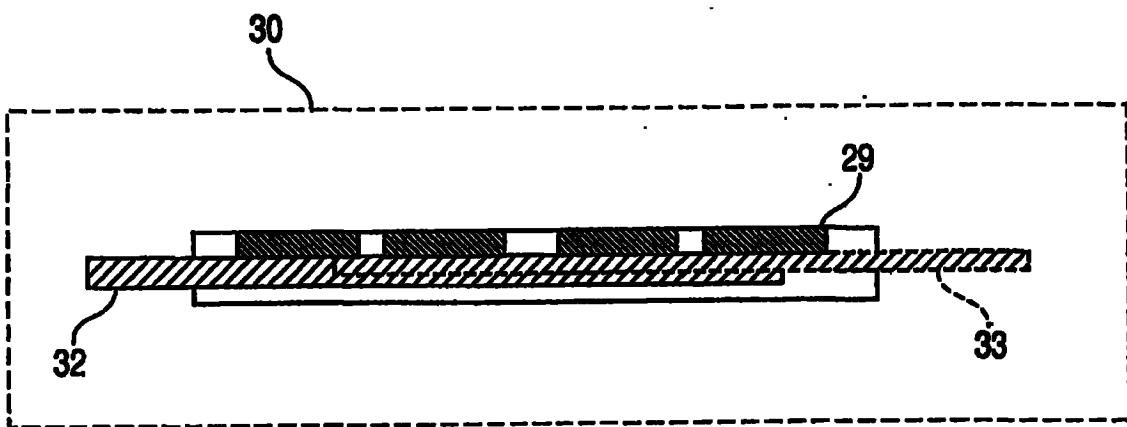


图 8B

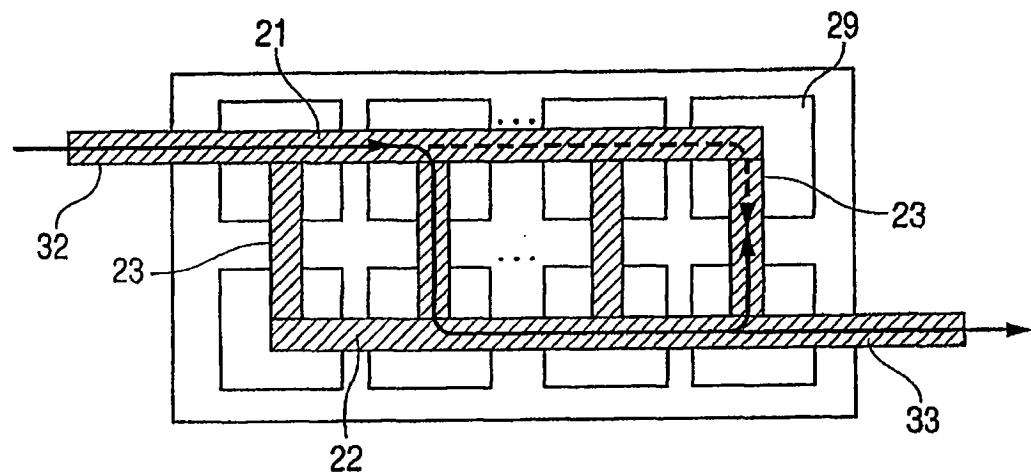


图 9

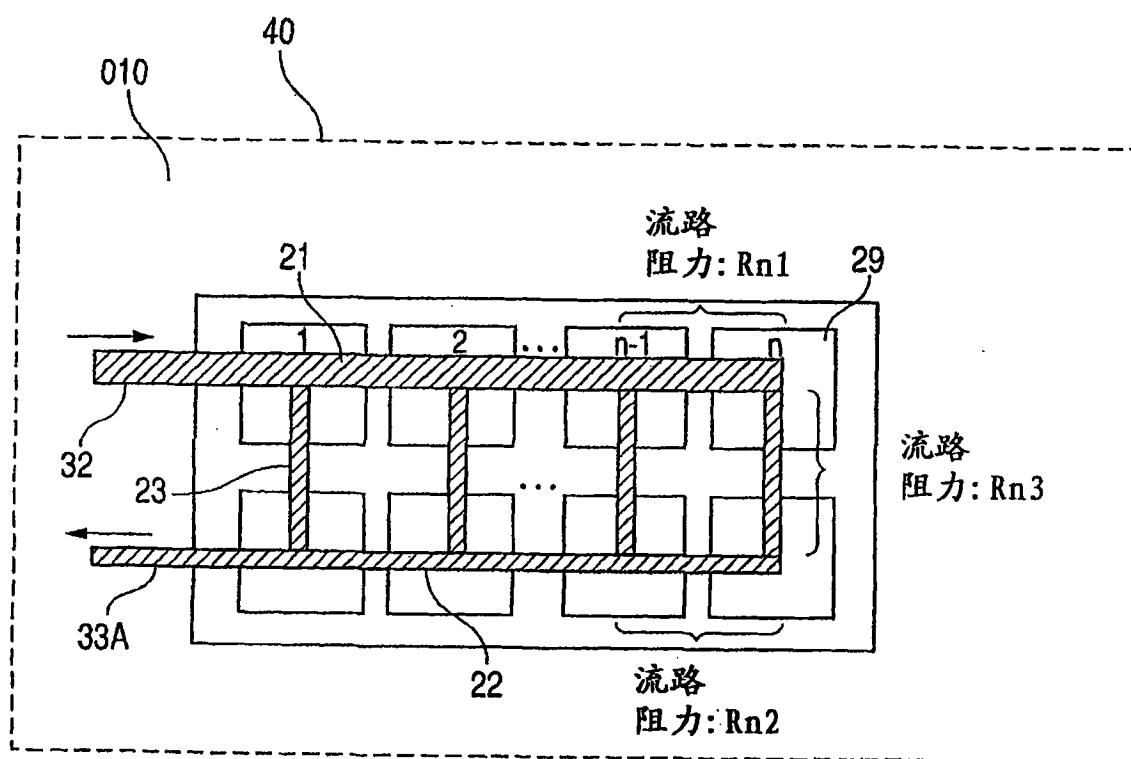


图 10

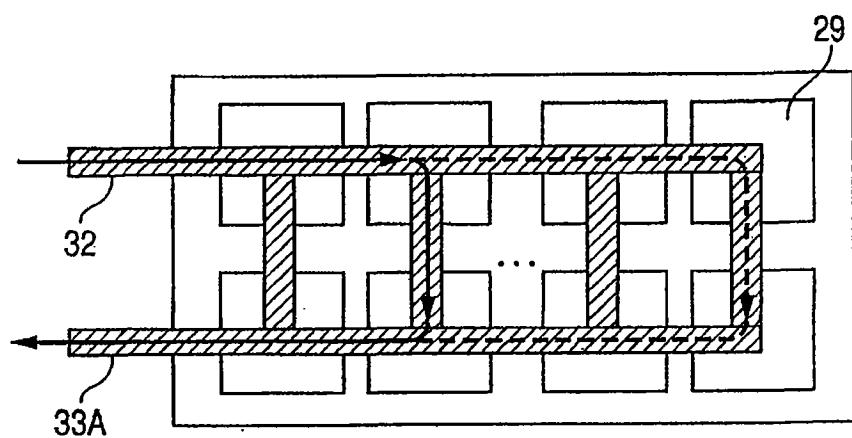


图 11