



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01815137. X

[43] 公开日 2004 年 1 月 21 日

[11] 公开号 CN 1470084A

[22] 申请日 2001.7.17 [21] 申请号 01815137. X

[30] 优先权

[32] 2000. 7. 18 [33] US [31] 09/619,232

[86] 国际申请 PCT/US01/22344 2001. 7. 17

[87] 国际公布 WO02/09218 英 2002. 1. 31

[85] 进入国家阶段日期 2003. 3. 4

[71] 申请人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯

[72] 发明人 超达利·R·克利皮拉

约瑟夫·W·波斯塔夫

[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

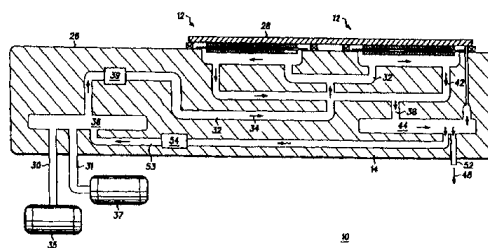
代理人 王永刚

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称 燃料电池阵列设备

[57] 摘要

燃料电池阵列设备(10)包括由单个个体形成的基底部(14)。在基底部的上表面(26)上形成至少两个互相分离的膜电组合件(16)。在基底部中确定供液沟道(32)，它等价地与至少两个互相分离的膜电极(18, 22)组合件中的每一个相通，用以向它们供应燃料支承流体。在基底部中确定排气沟道(38)，它等价地与每个膜电组合件相通。每个膜电组合件和协同工作的供液沟道和协同工作的排气沟道形成了单个燃料电池组合件。



1. 燃料电池阵列设备, 包括:

基底部, 由单个个体形成, 并具有主表面;

至少两个相互分离的燃料电池膜电极组合件, 形成在基底部的表面上;

供液沟道, 确定在基底部中, 等价地与至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个相通, 等量地向至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个供应燃料支承流体;

排气沟道, 确定在基底部中, 等价地与至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个相通, 排气沟道与供液沟道互相分离, 用以从至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个中排出流体, 至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个和协同工作的供液沟道和协同工作的排气沟道形成了单个燃料电池组合件; 以及

顶部, 其特征是使每个燃料电池组合件的一部分向周围空气暴露, 它进一步包括许多用于多个已形成燃料电池组合件之间的电结合的电学元件。

2. 根据权利要求1的燃料电池阵列设备, 其中基底部包括选自下列的一种材料: 陶瓷、塑料、玻璃, 以及硅。

3. 根据权利要求1的燃料电池阵列设备, 其中至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个包括: 第一电极; 与第一电极相邻形成的膜, 由 nafion 型材料形成; 以及与该膜相邻形成的第二电极。

4. 根据权利要求3的燃料电池阵列设备, 其中第一和第二电极包括下列材料之一: 铂、钯、金、镍、碳化钨、钨、钼, 以及铂、钯、金、镍、碳化钨、钨、钼的合金。

5. 根据权利要求4的燃料电池阵列设备, 其中覆盖第一电极的膜包括其特征为质子交换材料的材料。

6. 根据权利要求5的燃料电池阵列设备, 其中该至少两个互相分

离的燃料电池膜电极组合件共自由 nafion 型材料形成的膜。

7. 根据权利要求3的燃料电池阵列设备,其中每个第二电极与相邻第一电极电互联,形成电串联,以提高燃料电池阵列设备的输出电压。

8. 根据权利要求3的燃料电池阵列设备,其中每个第一电极与相邻第一电极电互联,而每个第二电极与相邻第二电极电互联,形成电并联,以提高燃料电池阵列设备的输出电流。

9. 根据权利要求1的燃料电池阵列设备,其中确定在基底部中并等价地与至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中每一个相通的供液沟道包括混合室。

10. 根据权利要求1的燃料电池阵列设备,其中确定在基底部中并等价地与至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中每一个相通的供液沟道包括甲醇浓度感应器。

11. 根据权利要求1的燃料电池阵列设备,其中确定在基底部中并等价地与至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中每一个相通的排气沟道进一步包括二氧化碳分离室和二氧化碳排出阀。

12. 根据权利要求1的燃料电池阵列设备,其中燃料电池膜电极组合件和相邻燃料电池膜电极组合件之间相距至少1mm。

13. 燃料电池阵列设备,包括:

基底部,由单个个体形成,并具有主表面,基底部由下列材料之一形成:陶瓷、塑料、玻璃,以及硅;

至少两个相互分离的燃料电池膜电极组合件,形成在基底部的主表面上,至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个包括:第一电极,与第一电极相触、由质子导电电解质形成的膜,以及与该膜相触的第二电极;

供液沟道,确定在基底部中,等价地与至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个相通,用以等量地向至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个供应燃料支承流体;

排气沟道,确定在基底部中,等价地与至少两个互相分离的燃料

电池膜电极组合件中的每一个相通，排气沟道与供液沟道互相分离，用于从至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个中排出流体，至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个和协同工作的供液沟道和协同工作的排气沟道形成了单个燃料电池组合件；以及

顶部，其特征是使每个燃料电池组合件的一部分向周围空气暴露，它包括许多用于多个已形成的燃料电池组合件之间的电结合的电学元件。

14. 制造燃料电池阵列设备的方法，包括下列步骤：

提供基底部，它由下列材料之一形成：陶瓷、塑料、玻璃，以及硅；

在基底部中形成供液沟道，用以等量地向至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个供应燃料支承流体；

在基底部中形成排气沟道，排气沟道与供液沟道互相分离，用以从至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个中排出流体；

在基底部的主表面上形成至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件，形成至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个的步骤包括下列步骤：使第一电极和基底部主表面相触，使一个膜与第一电极相触，使第二电极与该膜相触，至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件中的每一个和协同工作的供液沟道和协同工作的排气沟道形成了单个燃料电池组合件；以及

形成顶部，其特征是使每个燃料电池组合件的一部分向周围空气暴露，它包括许多用于多个已形成的燃料电池组合件之间的电结合的电学元件。

## 燃料电池阵列设备

### 发明领域

本发明涉及燃料电池，更特别地，涉及直接甲醇燃料电池阵列以及制造该燃料电池阵列的方法，其中，通过气态或液态燃料的消耗而产生电能。

### 发明背景

通常，燃料电池是“电池替代品”，与电池类似，通过没有燃烧的电化学过程而产生电力。所利用的电化学过程提供氢和来自空气的氧的化合。通过利用夹在两个电极——即正极和负极——之间的质子交换膜（PEM）来完成该过程。众所周知，只要不断地供给燃料和氧，燃料电池就能提供永久的电力。通常用氢作为产生电力的燃料，它可通过加工甲醇、天然气、石油来得到，也可以纯氢的形式储存。直接甲醇燃料电池（DMFC）利用气态或液态的甲醇作为燃料，这样就无需昂贵的重整工序。DMFC提供了更简单的 PEM 电池系统，更轻的重量、流水线生产，从而成本更低。

在标准 DMFC 中，在正极侧（第一电极）加入稀释的甲醇水溶液作为燃料，负极侧（第二电极）暴露在强迫通风或环境空气（或 O<sub>2</sub>）中。通常用 nafion 型质子导电膜分隔正极和负极。在燃料电池的设计中必须使各股流（flow streams）分开。视电源需要，可以将几个这样的燃料电池串联或并联使用。

典型的 DMFC 设计是在高温下具有强迫气流的大堆叠。更小的通气 DMFC 设计更复杂。在传统的 PEM 燃料电池中，堆叠连接做在具有导电板的燃料电池组合件之间，与用于气体分布的沟道和凹槽一起加工形成。典型的传统燃料电池由下面几部分组成：正极（H<sub>2</sub> 或甲醇侧）集电器、正极支架、膜电极组合件（正极/离子导电膜/负极）负

极支架、负极集电器。尽管传统的工作电压更低，每个燃料电池也产生大约 1.0 V 的电压。为获得更高的电压，通常将燃料电池一个一个串联堆叠起来（双极方式——正的连负的）。传统的燃料电池也可并联堆叠（正的连正的）来获得更大的电流，但通常只是简单地使用更大的燃料电池。在堆叠燃料电池时，必须使燃料和氧化剂保持分隔。这就需要对气流的创造性管理。

DMFC 通常工作于 0.2 - 0.8 伏之间。为驱动需要更大电压的器件，需要将数个燃料电池串联以将双极电压相加。然而，要寻找一种能够提供更高电压的器件，其中用到了小的单个平坦表面，即更小的面积。在这种情况下，在单个平坦表面上形成了多个 DMFC。每个燃料电池将包括一个燃料入口和一个燃料出口。需要形成燃料电池阵列以共用一些组合件，例如同步供应多个燃料电池的微流沟道。

因此，本发明的一个目的就是给出一种平面阵列设计，其中可将多个直接甲醇燃料电池“堆叠”在一个平面阵列中，从而可得到更高的电压。

本发明的一个目的是给出一种许多直接甲醇燃料电池的平面堆叠设计，其中在单个平坦表面上获得直接甲醇燃料电池的平面阵列。

本发明进一步的目的是给出直接甲醇燃料电池的平面堆叠设计，其中利用许多微流沟道来等量、同步地供应许多直接燃料电池，排出废气，即二氧化碳，并使甲醇/水混合物再循环。

本发明再一个目的是给出制造直接甲醇燃料电池平面堆叠的方法，其中在单个平坦表面上获得直接甲醇燃料电池地平面阵列，在单个平坦表面上包括许多微流沟道，用以供应燃料支承流体，排出二氧化碳废气，并使甲醇/水混合物再循环。

### 发明概述

在燃料电池阵列设备和形成该燃料电池阵列设备（包括一个基底部，由单个个体形成，具有主表面）的方法中，至少部分解决了上面这些及其它问题，并实现了上面这些及其它目的。在基底部的主表面

上至少形成了两个互相分离的膜电极组合件。在基底部中确定了供液沟道，它与该至少两个互相分离的膜电极组合件中的每一个相通，为该至少两个互相分离的膜电极组合件中的每一个供应燃料支承流体。在基底部中确定了排气沟道，它与该至少两个互相分离的膜电极组合件中的每一个相通。排气沟道与供液沟道分隔开，它用来从至少两个互相分离的膜电极组合件中的每一个中排出液体。两个互相分离的膜电极组合件中的每一个以及协同工作的供液沟道和协同工作的排气沟道形成了单个燃料电池组合件。还包括一个顶部，它包括许多电学元件，用于许多已形成的燃料电池组合件之间的电互联。

#### 附图简述

参见附图：

图 1 为许多根据本发明的薄膜燃料电池器件的简化剖面图，它们形成在单个基底部上，包括许多微流沟道；

图 2 为图 1 的燃料电池阵列设备的简化俯视图，示出形成在基底部的许多离散燃料电池；以及

图 3 为根据本发明的燃料电池平面阵列的替代实施方案的简化剖面图，该阵列包括许多形成在包括许多微流沟道的单个基底部和顶部上的直接甲醇燃料电池，

#### 具体实施方案描述

现在看附图，图 1 以简化剖面图示出根据本发明制造的直接甲醇燃料电池的平面堆叠阵列。更特别地，形成了平面堆叠阵列 10，包括至少两个直接甲醇燃料电池，总体以 12 表示。燃料电池 12 形成在基底部 14 上，每个燃料电池 12 与相邻燃料电池 12 之间相隔至少 1mm。应当理解，取决于所需的功率输出，可制造任意数目的燃料电池 12 以形成燃料电池的平面阵列。基底部 14 由不能透过用以驱动燃料电池 12 的燃料和氧化剂材料混合物的材料形成。通常利用含氢燃料/氧化剂混合物来驱动燃料电池 12。燃料电池 12 消耗燃料来产生电能，合适

的燃料为含氢材料，例如氢气、甲烷和甲醇。在这些特定实施例中，燃料电池 12 使用甲醇。基底部 14 通常由玻璃、塑料、硅或其它任何合适的材料。平面堆叠阵列 10 由至少两个直接甲醇燃料电池 12 组成，每个都由一个燃料电池膜电极组合件 (MEA) 16 来确定，因此，平面堆叠阵列 10 包括至少两个燃料电池膜电极组合件。燃料电池膜电极组合件 16 由以下几部分组成：第一电极 18，包括碳布支架，像多孔质子导电电解质膜这样的膜 20；第二电极 22，包括碳布支架。第一和第二电极 18 和 22 由下列材料之一组成：铂、钯、钌、金、镍、碳化钨、钌，以及铂、钯、钌、金、镍、碳化钨、钌的合金。膜 20 进一步描述为由 Nafion 型材料形成，该材料为质子导电型，但限制了燃料从正极侧向负极侧的透过。应当理解，膜 20 可形成这样的单层隔膜：其中形成了许多燃料电池组合件来包括该单层隔膜，或这样的膜：其中每个单独的燃料电池组合件确定了该膜的边界。

在该特定实施例中的膜电极组合件 16 位于形成在基底部 12 最上层主表面 26 中的凹口 24 中。本发明首先公开，膜电极组合件 16 可位于基底部 12 的主表面 26 上，而无需形成凹口 24。在这种情况下，要利用隔片（未示出）——例如垫圈——来避免膜电极组合件 16 的完全压缩。

平面堆叠阵列 10 进一步包括覆盖膜电极组合件 16 的一个顶部，更特别地，在该特定实施方案中，为集电器 28。在一个具体实施方案中公开了集电器 28，它分离形成在每个单独形成的燃料电池膜电极组合件 16 上。在一个具体实施方案中，集电器 28 进一步描述为由穿孔波纹金覆盖的不锈钢组成。应当理解，另外还可预期，集电器 28 可由任何导电材料形成。

基底部 14 中形成了许多微流沟道，如图所示。更特定地，基底部 14 已形成了燃料入口，与供液沟道 32 相通。应当理解，尽管只描述了某一单个燃料入口 32，由本公开首先预期，根据设计需要，可包括任何数目的燃料入口——更具体地，水和甲醇入口。利用众所周知的标准技术——例如多层陶瓷技术、微机械或注入成型——在基底部

14 中形成供液沟道 32。供液沟道 32 向至少两个互相分离的燃料电池膜电组合件 16 中的每一个供应燃料支承流体 34。在该特定实施例中，燃料支承流体 34 由甲醇和水组成。在基底部 14 中形成混合室 36，它与供液沟道 32 微流相通，如图所示。在一个优选实施方案中，燃料支承流体 34 为水（96% - 99.5%）中的 0.5% - 4.0% 的甲醇。目的是将甲醇以 0.002ml/min 的速率泵入整个组合件 10 并将水以 0.098ml/min（2% 至 98%）的速率泵入组合件 10。燃料电池组合件 10 也可使用其它燃料，例如氢气或乙醇。虽然，应当理解，与使用甲醇相比，使用乙醇既不会更高效，也不能提供更多能量。在该特定实施例中，利用分离的甲醇和水贮存箱来供应燃料支承流体。甲醇将以给定速率泵入，而根据甲醇浓度感应器 37 所测得的需要量来加入水。在进入每个单独的燃料电池 12 之前，它们在混合室 36 中均匀混合。作为替代，正如以前所公开的，可将燃料支承流体 34 预先混合至合适的比例，这样就可无需混合室 36 和甲醇浓度感应器 37。应当理解，供液沟道 32 等量、同步地向每个单独形成的燃料电池 12 供应燃料支承流体 34。

另外，在基底部 14 上形成排气沟道 38，它与至少两个互相分离的燃料电池 12 中的每一个都相通。排气沟道 38 用以从燃料电池 12 中排出无用产物 42，即二氧化碳、水和甲醇。在工作时，在二氧化碳分离室 40 内将无用产物分离成水和甲醇混合物 46 以及二氧化碳气体 48。接着，通过液体出口 50 将水 46 排出，通过排气出口 52——例如透气膜——将气体 48 排出。

现在参看图 2，所示出的简化俯视图为根据本发明的典型燃料电池阵列 10。如图所示，在该特定实施方案中，燃料电池阵列 10 包括四个独立的燃料电池 12，形成在基底部 14 的主表面上。如图所示，燃料电池阵列 10 整个基底部的尺寸近似为 5.5cm × 5.5cm × .5cm，而单个燃料电池的面积为 4 × 1.5 - 2.0cm 平方。每个单独的燃料电池 12 能产生大约 0.47V 和 22.5mA/cm<sup>2</sup> 的能量。

在制造过程中，利用直接绘制法（direct painting method）或热

压法形成单个燃料电池膜电极组合件 16。更特定地，形成许多第一电极 18 与基底部 14 的表面 26 相接触。可用各种材料形成电极 18。合适的材料包括：铂、钯、金、镍、碳化钨、钨、钼，以及这些材料的各种合金。

在该特定实施方案中，为示意起见，许多第一电极 18 中的每一个的尺寸都大约为 2.0cm × 2.0cm。包括相邻燃料电池 12 之间的大约为 0.5mm 至 1mm 的间距。

由质子导电电解质形成的膜 20——也称作质子交换膜 (PEM)——由 Nafion 型材料组成。膜 20 限制了燃料从燃料电池 20 的正极侧向负极侧的透过。

接着，在膜电极组合件 16 的制造过程中，形成许多第二电极 22，对应于那些第一电极 18。第二电极 22 的尺寸与相应的第一电极 18 的尺寸大致相等。应当理解，正如所描述的，燃料电池膜电极组合件 16 每个都由第一电极 18、膜 20 和第二电极 22 组成。

最后，相对于第二电极 22 放置集电器 28。集电器 28 的厚度至少为 0.1mm，而长度取决于接触在每个燃料电池 12 上的点。在替代方案中，许多燃料电池 12 可使用通过蒸发或溅射而沉积上的银导电漆来进行电互联。适用的材料有：金 (Au)、银 (Ag) 铜 (Cu)，或其它任何低电阻材料。电极材料的体电阻率和电极的面积将支配集电设计的类型，以使欧姆损耗降至最小。另外，为获得许多直接甲醇燃料电池 12 之间的电互联，由本公开所预期的为图形导电环氧树脂以及压片、线焊、接焊、簧片触点、电线或弹簧夹。应当理解，可预期燃料电池 12 既可串联互联，也可并联互联，这取决于想要的最终电压。为获得许多燃料电池 10 之间的电互联，第二电极 22 中的每一个都与相邻第一电极 18 相连，从而形成串联以提高燃料电池阵列设备 10 的输出电压；或者第一电极 18 中的每一个都与相邻第一电极 18 相连，而第二电极 22 中的每一个都与相邻第二电极 22 相连，从而形成并联以提高燃料电池阵列设备 10 的输出电流。

现在参看图 3，所示出的简化剖面图为燃料电池平面阵列的一个

替代实施方案，总体地以 10' 表示。应当指出，图 1 和 2 所示的第一实施方案中所有与图 3 所示的第二实施方案中类似的元件都用类似的数字标明，只是加上一个 “'” 号来表示不同的实施方案。与图 1 和 2 所描述的结构类似，该结构包括至少两个直接甲醇燃料电池，一般地以 12' 表示。燃料电池 12' 形成在基底部 14' 上，每个燃料电池 12' 与相邻燃料电池 12' 相距至少 1mm。与图 1 和 2 的平面堆叠阵列 10 类似的平面堆叠阵列 10' 由该至少两个直接甲醇燃料电池 12' 组成，每个燃料电池都由燃料电池膜电极组合件 (MEA) 16' 确定。燃料电池膜电极组合件由以下几部分组成：第一电极 18'，包括碳布支架；膜 20'，由多孔质子导电电解质膜组成；以及第二电极 22'，包括碳布支架。

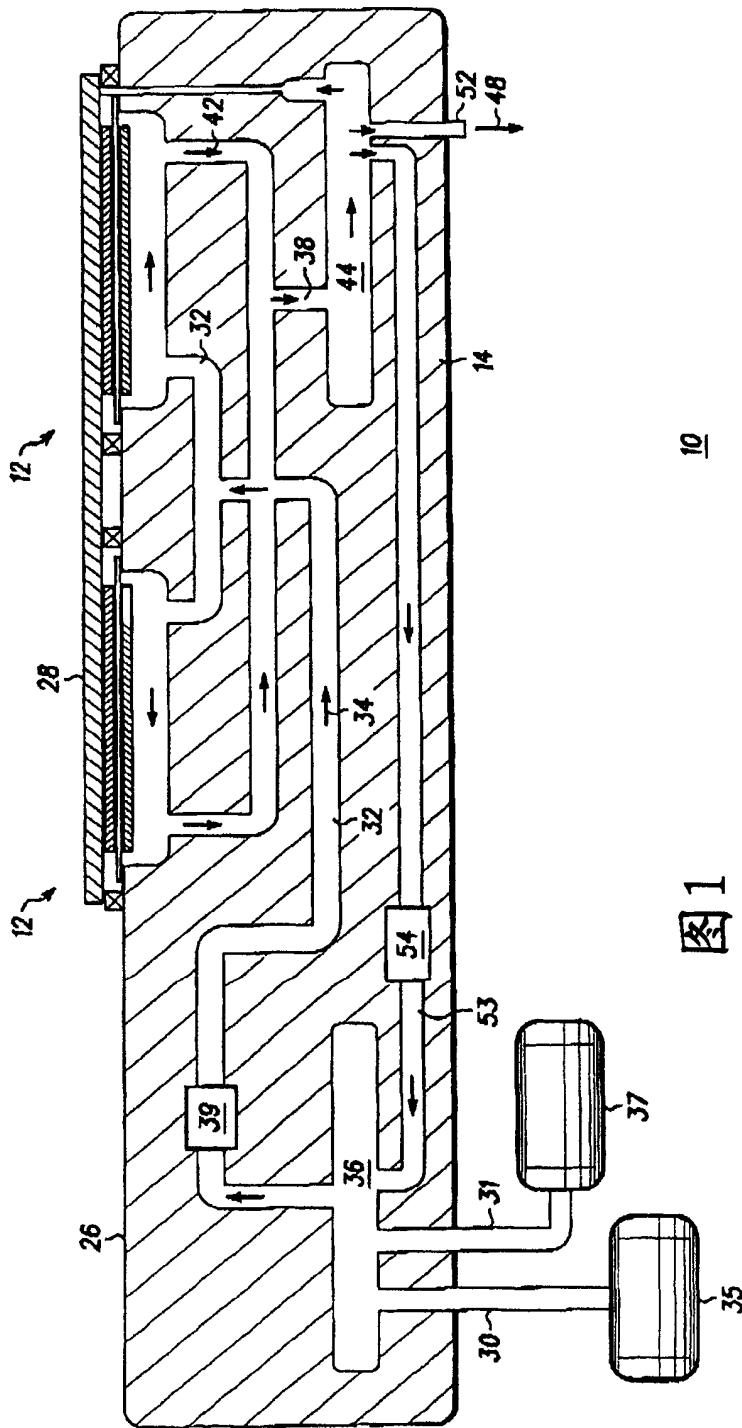
平面堆叠阵列 10' 进一步包括覆盖膜电极组合件 16' 的集电器。在该特定实施方案中，集电器 28' 作为盖帽部的一部分而形成，盖帽部一般地以 60 表示。盖帽部 60 包括透气水回收系统 62 和水回收返回沟道 64。另外，应当理解，盖帽部使第二电极 22' 向周围空气暴露。水回收系统 62 用于从燃料电池 12' 的负极侧回收水，将其导向形成在盖帽部 60 中的水回收返回沟道 64 并进一步穿过基底部 14'，如图所示。水回收返回沟道 64 与分离室 40' 微流相通，并最终与燃料出口 50' 相通，这马上要讨论。

如图所示，基底部 14' 中形成了许多微流沟道。更特定地，基底部 14' 形成了燃料入口 30'，与供液沟道 32' 相通。与图 1 和 2 的供液沟道 32 类似，供液沟道 32' 向至少两个互相分离的燃料电池膜电极组合件 16' 中的每一个供应燃料支承流体 34'。混合室 36' 形成在基底部 14' 中，与供液沟道 32' 微流相通，如图所示。与图 1 类似，在该特定实施例中，利用分离的甲醇和水贮存箱来供应燃料支承流体 34'。以给定速率泵入甲醇，并以甲醇感应器 37' 所测得的需要量来加入水。在流入每个单独燃料电池 12' 之前，在混合室 36' 中将它们均匀混合。在替代方案中，正如前面所公开的，可预先混合燃料支承流体 34'，这样就无需混合室 36' 和甲醇感应器 37'。应当理解，供液沟道 32' 等量、同步地向每个单独形成的燃料电池 12' 供应燃料支承流体 34'。

另外，在基底部 14' 上形成排气沟道 38'，它与至少两个互相分离的燃料电池 12' 中的每一个都相通。排气沟道 38' 用以从燃料电池 12' 中排出无用产物 42'，即二氧化碳和水/甲醇。在工作时，在二氧化碳分离室 40' 内将无用产物分离成水和甲醇混合物 46' 以及二氧化碳气体 48'。接着，通过液体出口 50' 将水 46' 排出，通过排气出口 52'——例如透气膜——将气体 48' 排出。

因此，所公开的是燃料电池阵列设备以及在平坦表面上制造多个燃料电池的方法，这样就可在单个平坦表面上得到更高的电压和电流。更特定地，该设计在很小面积的平坦表面上给出高电压，并且通过一系列形成在基底部中的微流沟道，可对许多燃料电池等量、同步地进行燃料支承流体的供应和副产物的排出。

尽管我们示出并描述了本发明的特殊实施方案，但对于熟练的技术人员来说，还可有进一步的调整和改进。所以，我们期望理解：本发明并不局限于所示出的特定形式，在所附的权利要求中我们打算覆盖所有的调整，只要它们不背离本发明的精神和范围。



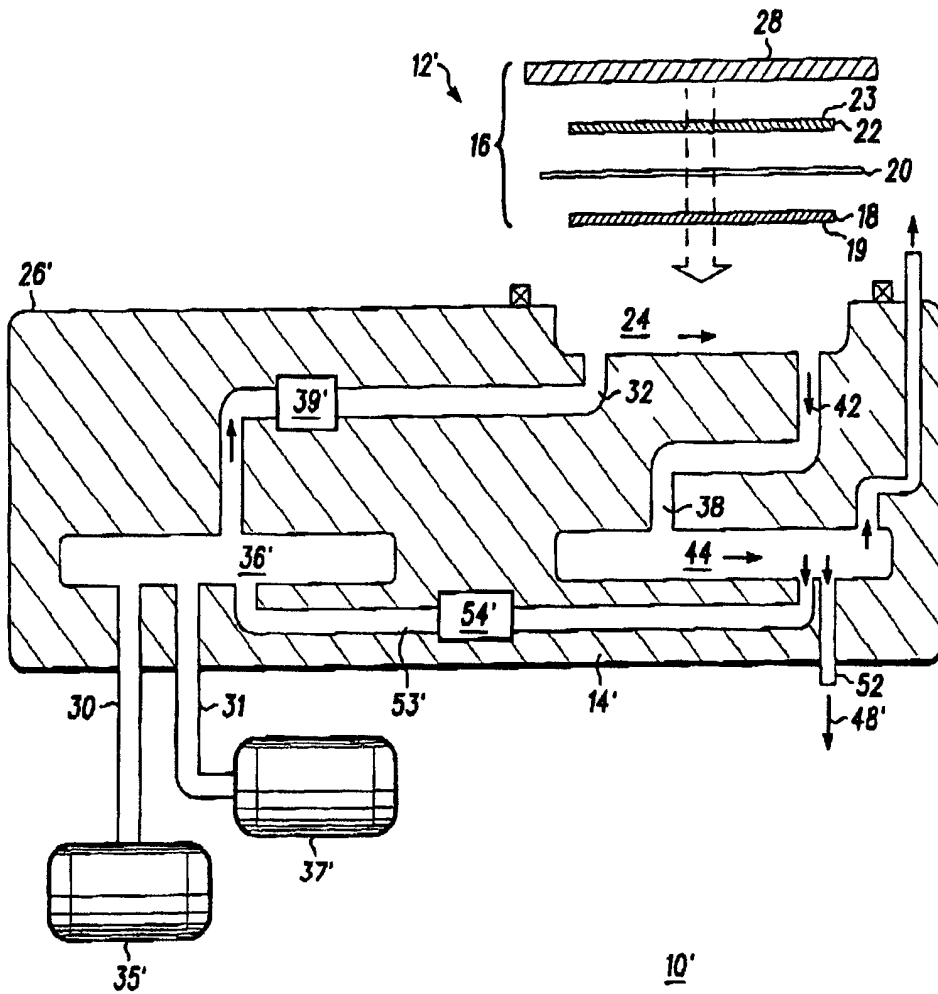


图 2

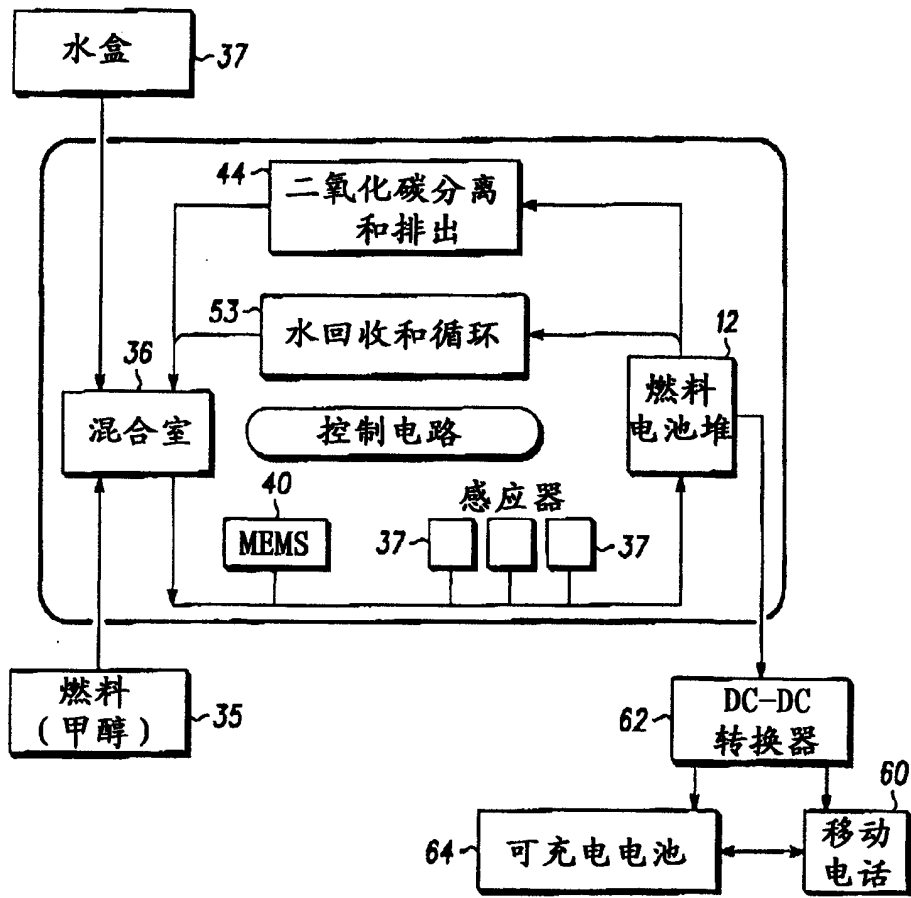


图 3