



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106299383 A

(43) 申请公布日 2017.01.04

(21) 申请号 201510281370.1

(22) 申请日 2015.05.28

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华大学清华  
华-富士康纳米科技研究中心 401 室

申请人 鸿富锦精密工业(深圳)有限公司

(72) 发明人 张丽娜 高新雨 杨淇耀 姜开利  
刘长洪 范守善

(51) Int. Cl.

H01M 4/86(2006.01)

H01M 4/96(2006.01)

H01M 8/00(2006.01)

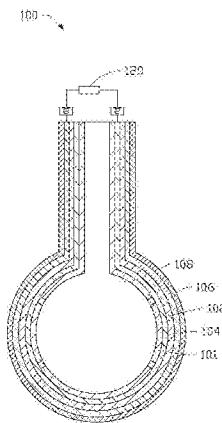
权利要求书1页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

燃料电池模组

(57) 摘要

本发明涉及一种燃料电池模组，包括：一膜电极，该膜电极包括一质子交换膜、一阴极电极以及一阳极电极；所述阴极电极和所述阳极电极分别设置于该质子交换膜的相对的两表面；其中，该燃料电池模组进一步包括一开口容器，该开口容器内部具有一腔室，该腔室通过至少一开口与外部连通，用于通入一氧化剂气体；所述膜电极直接设置于该开口容器的容器壁表面，且所述容器壁表面被该膜电极覆盖的区域具有多个扩散孔，该燃料电池模组使用时可将所述开口容器的容器壁至少部分浸入一燃料中，使所述氧化剂气体与燃料通过所述膜电极间隔。



1. 一种燃料电池模组，包括：一膜电极，该膜电极包括一质子交换膜、一阴极电极以及一阳极电极；所述阴极电极和所述阳极电极分别设置于该质子交换膜的相对的两表面；

其特征在于，该燃料电池模组进一步包括一开口容器，该开口容器内部具有一腔室，该腔室通过至少一开口与外部连通，用于通入一氧化剂气体；所述膜电极直接设置于该开口容器的容器壁表面，且所述容器壁表面被该膜电极覆盖的区域具有多个扩散孔，该燃料电池模组使用时可将所述开口容器的容器壁至少部分浸入一燃料中，使所述氧化剂气体与燃料通过所述膜电极间隔。

2. 如权利要求 1 所述的燃料电池模组，其特征在于，所述容器壁表面具有一外表面和一与该外表面相对的内表面，所述膜电极直接设置于该容器壁的外表面上，且所述阴极电极、质子交换膜、阳极电极从内至外依次包裹于该容器壁的外表面上。

3. 如权利要求 1 所述的燃料电池模组，其特征在于，进一步包括一集流板，该集流板设置于所述膜电极远离该容器壁的表面，所述开口容器为一导电结构，且作为另一集流板。

4. 如权利要求 1 所述的燃料电池模组，其特征在于，所述容器壁表面仅被所述膜电极覆盖的区域具有多个扩散孔。

5. 如权利要求 1 所述的燃料电池模组，其特征在于，进一步包括一延伸管道，所述延伸管道的一端与所述开口连接，使所述开口容器的腔室通过所述延伸管道与外部连通。

6. 如权利要求 1 所述的燃料电池模组，其特征在于，所述开口容器具有两个开口，使所述氧化剂气体从一开口进入所述腔室，并从另一开口排出。

7. 如权利要求 1 所述的燃料电池模组，其特征在于，所述开口容器进一步包括一挡板，所述挡板设置于该开口容器的腔室内部，并将所述开口和腔室分别分成两独立子开口和两独立空间，使所述氧化剂气体从一子开口进入该腔室的一独立空间，并从该独立空间进入另一独立空间，再从该另一独立空间通过另一开口排出腔室。

8. 如权利要求 1 所述的燃料电池模组，其特征在于，所述开口容器腔室的最大内径的尺寸与所述开口容器的开口内径的尺寸比例为 1.5:1-100:1。

9. 如权利要求 1 所述的燃料电池模组，其特征在于，所述阳极电极为一碳纳米管层与催化剂的复合结构，所述阴极电极为一碳纳米管层与贵金属催化剂的复合结构。

10. 如权利要求 1 所述的燃料电池模组，其特征在于，所述开口容器的形状为球形、半球形、圆柱形、以及手风琴折叠式中的一种。

## 燃料电池模组

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃料电池模组，尤其涉及一种基于碳纳米管的燃料电池模组。

### 背景技术

[0002] 燃料电池是一种将燃料及氧化剂气体转化为电能的电化学发电装置，被广泛应用于军事国防及民用的电力、汽车、通信等领域。

[0003] 通常，现有的燃料电池包括：一膜电极 (Membrane Electrode Assembly，简称MEA)，该膜电极包括一质子交换膜 (Proton Exchange Membrane) 和分别设置在质子交换膜两个相对的表面的阴极电极和阳极电极；一装有燃料的阳极容室，且阳极电极浸泡于该燃料中；一导流板 (Flow Field Plate，简称FFP) 设置于阴极电极远离质子交换膜的表面；一集流板 (Current Collector Plate，简称CCP) 设置于导流板远离质子交换膜的表面；以及相关的辅助部件，如：鼓风机、阀门、管路等。

[0004] 然而，现有技术中燃料电池的膜电极通常为“汉堡式”。“汉堡式”的平面叠加结构并没有充分发挥出质子交换膜及碳纳米管的接触效率，电池的能量转换率降低，导致实际使用效率降低。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此，确有必要提供一种可以增加膜电极的比表面积，从而提高电池内部反应交换效率的燃料电池模组。

[0006] 一种燃料电池模组，包括：一膜电极，该膜电极包括一质子交换膜、一阴极电极以及一阳极电极；所述阴极电极和所述阳极电极分别设置于该质子交换膜的相对的两表面；其中，该燃料电池模组进一步包括一开口容器，该开口容器内部具有一腔室，该腔室通过至少一开口与外部连通，用于通入一氧化剂气体；所述膜电极直接设置于该开口容器的容器壁表面，且所述容器壁表面被该膜电极覆盖的区域具有多个扩散孔，该燃料电池模组使用时可将所述开口容器的容器壁至少部分浸入一燃料中，使所述氧化剂气体与燃料通过所述膜电极间隔。

[0007] 与现有技术相比较，本发明提供的燃料电池模组具有以下优点：一、由于将原来的平面型膜电极改为曲面形状，增加了膜电极的比表面积，提升了内部交换反应效率，从而使得采用该膜电极的燃料电池模组的实际使用效率提高；二、增设的该容器，不仅可起到支撑作用，同时可作为一阳极容室或阴极容室用以承载燃料或氧化剂气体，从而减少了相应容室的设置，结构简单，使用方便；三、通过在该容器中增设挡板，可使进入该容器的气体能够充分与燃料反应，提高了反应效率。

### 附图说明

[0008] 图 1 为本发明第一实施例提供的燃料电池模组的结构示意图。

[0009] 图 2 为本发明第一实施例提供的容器的结构示意图。

- [0010] 图 3 为本发明第二实施例提供的燃料电池模组的结构示意图。
- [0011] 图 4 为本发明第三实施例提供的燃料电池模组的结构示意图。
- [0012] 图 5 为本发明第四实施例提供的燃料电池模组的结构示意图。
- [0013] 图 6 为本发明第四实施例提供的燃料电池模组的俯视图。
- [0014] 图 7 为本发明第五实施例提供的燃料电池模组的结构示意图。
- [0015] 图 8 为本发明第六实施例提供的燃料电池模组的结构示意图。
- [0016] 图 9 为本发明第七实施例提供的燃料电池系统的结构示意图。
- [0017] 图 10 为本发明第八实施例提供的燃料电池系统的结构示意图。
- [0018] 图 11 为本发明提供的燃料电池模组的使用方法。
- [0019] 主要元件符号说明

燃料电池系统	10, 20
燃料电池模组	100, 200, 300, 400, 500, 600
膜电极	103, 203, 303, 403, 503, 603
容器	101, 201, 301, 401, 501, 601
质子交换膜	102, 202, 302, 402, 502, 602
阴极电极	104, 204, 304, 404, 504, 604
阳极电极	106, 206, 306, 406, 506, 606
集流板	108, 109, 208, 209, 308, 408, 508, 608
外表面	1012, 2012, 3012, 4012, 5012, 6012
内表面	1013, 3013, 4013, 5013, 6013
挡板	1015, 4015, 6015
腔室	1016, 3016, 4016, 5016, 6016
开口	1014, 1017, 5014, 5017, 6014, 6017
延伸管道	110
扩散孔	1019
负载	120
燃料	130
供气和抽气装置	140
氧化剂气体	150
加压装置	160

如下具体实施例将结合上述附图进一步说明本发明。

## 具体实施方式

[0020] 下面将结合具体实施例，对本发明提供的燃料电池模组、采用该燃料电池模组的燃料电池系统，以及该燃料电池模组的使用方法作进一步详细说明。

[0021] 请一并参阅图 1 及图 2，本发明第一实施例提供一种燃料电池模组 100，其包括：一膜电极 103，一容器 101。所述膜电极 103 包括一质子交换膜 102，一阴极电极 104，一阳极电极 106，所述阴极电极 104 和所述阳极电极 106 分别设置于该质子交换膜 102 的相对的两表面。所述开口容器 101 内部具有一腔室 1016，所述腔室 1016 通过一开口 1017 与外部连通，用于通入一氧化剂气体。所述膜电极 103 设置于该开口容器的容器壁的表面，且所述容器壁表面被该膜电极覆盖的区域具有多个扩散孔，该燃料电池模组使用时可将所述开口容器的容器壁至少部分浸入一燃料 130 中，使所述氧化剂气体与所述燃料 130 通过所述膜电极间隔。

[0022] 具体地，所述容器壁表面包括一外表面 1012 和一与该外表面 1013 相对的内表面

1013。所述膜电极 103 设置于所述容器壁的外表面 1012，并且所述阴极电极 104 包裹于该容器壁的外表面 1012 上，并覆盖容器壁的整个外表面 1012 上。所述质子交换膜 102 包裹于该阴极电极 104 远离该开口容器 101 的表面，并覆盖该阴极电极 104 的整个表面。所述阳极电极 106 包裹于该质子交换膜 102 远离阴极电极 104 的表面，并覆盖该质子交换膜 102 的整个表面。所述阳极电极 106 与阴极电极 104 均包括扩散层与催化剂材料。

[0023] 进一步，所述膜电极 103 也可设置于所述容器壁的内表面 1013 上。进一步，所述膜电极 103 中与该容器壁表面接触的电极为阴极电极 104、阳极电极 106 中的一个，只要确保该阴极电极 104 可与所述氧化剂气体接触，该阳极电极 106 与所述燃料 130 接触。

[0024] 在本案中，所述“开口容器 101”是指可将空间分为内外两部分的结构，所述开口容器 101 的形状不限，可根据实际需要设定，比如球形、半球形、圆柱形、手风琴折叠式等形状。所述开口容器 101 主要起支撑作用，该开口容器 101 的容器壁被所述膜电极 103 覆盖的区域具有多个扩散孔 1019。优选地，所述容器壁上仅被该膜电极 103 覆盖的区域具有多个扩散孔 1019。该扩散孔 1019 的作用是为了确保腔室 1016 内部的气体或液体可通过该扩散孔 1019 扩散至所述阴极电极 104 或阳极电极 106。该开口容器 101 的容器壁表面被所述膜电极 103 覆盖后，所述腔室 1016 通过一开口 1017 与外部连通，所述开口 1017 用于该腔室 1016 与外部进行气体或液体交换。所述腔室 1016 最大内径的尺寸与开口 1017 内径的尺寸比例可根据实际需要设定。具体地，所述腔室 1016 最大内径的尺寸大于所述开口 1017 内径的尺寸。所述比例可为 1.5:1-100:1，优选地，5:1-50:1，这时，所述腔室 1016 最大内径的尺寸与开口 1017 内径的尺寸比例不会太小，以使得腔室 1016 内的气体能够与膜电极 103 反应后再排出腔室之外；所述腔室 1016 最大内径的尺寸与开口 1017 内径的尺寸比例不会太大，以使得腔室内可充入足够多的反应气体与膜电极反应。此时，对于覆盖该开口容器 101 的膜电极 103，所述阳极 106 与阴极 104 由原来的“左右结构”变为包围的“内外结构”。所述开口容器 101 的材料可以为铜、铁或合金等导电材料，也可为塑料、橡胶等非导电材料。可以理解，本案中，如果所述膜电极 103 不需外力支撑，即可围成上述腔室 1016，则所述开口容器 101 为一可选结构。本实施例中，所述开口容器 101 为一球形铜网。

[0025] 进一步，所述开口容器 101 包括至少一个开口。具体地，该开口容器 101 包括两个开口 1014、1017，所述两个开口 1014、1017 可分别定义为一进口和一出口，使得氧化剂气体可从该进口进入腔室 1016，再从该出口排出腔室 1016。

[0026] 进一步，所述燃料电池模组 100 包括一延伸管道 110，所述延伸管道 110 的一端与所述开口 1017 连接，使所述开口容器 101 的腔室 1016 通过所述延伸管道 110 与外部连通。当该开口容器 101 包括两个开口 1014、1017 时，该两个开口 1014、1017 分别与两个延伸管道连接，该每个延伸管道的一端与所述开口连接，使得氧化剂气体可从一延伸管道进入腔室 1016，再从另一延伸管道排出腔室 1016。

[0027] 进一步，所述开口容器 101 还包括一挡板 1015，所述挡板 1015 设置于该开口容器 101 的腔室 1016 内部，并将所述开口 1017 和腔室 1016 分别分成两独立子开口和两独立空间，使所述氧化剂气体从一子开口进入一独立空间，并从该独立空间进入另一独立空间，再从该另一独立空间通过另一开口排出腔室 1016。

[0028] 所述阳极电极 106 为一碳纳米管层与催化剂的复合结构。所述阴极电极 104 为一碳纳米管层与贵金属催化剂的复合结构。所述碳纳米管层包括多个均匀分布的碳纳米管，

该多个碳纳米管之间通过范德华力连接。该碳纳米管层中的碳纳米管有序排列或无序排列。当该碳纳米管层包括无序排列的碳纳米管时，碳纳米管相互缠绕或者各向同性排列；当碳纳米管层包括有序排列的碳纳米管时，碳纳米管沿一个方向或者多个方向择优取向排列。该碳纳米管层可以是一自支撑结构，所谓自支撑是指碳纳米管层不需要大面积的载体支撑，而只要相对两边提供支撑力即能整体上悬空而保持自身层状状态。该碳纳米管层中的碳纳米管包括单壁碳纳米管、双壁碳纳米管以及多壁碳纳米管中的一种或多种。所述单壁碳纳米管的直径为 0.5 纳米～10 纳米，双壁碳纳米管的直径为 1.0 纳米～15 纳米，多壁碳纳米管的直径为 1.5 纳米～50 纳米。该碳纳米管的长度大于 50 微米。本实施例中，优选地，碳纳米管的长度为 200～900 微米。

[0029] 具体地，所述碳纳米管层包括至少一层碳纳米管膜、至少一碳纳米管线状结构或其组合。当碳纳米管层仅包括一个碳纳米管线状结构时，该碳纳米管线状结构多次折叠或缠绕成一层状碳纳米管结构。当碳纳米管层包括多个碳纳米管线状结构时，多个碳纳米管线状结构可以相互交叉设置或编织设置形成一层状结构。所述碳纳米管膜可为碳纳米管拉膜、碳纳米管碾压膜或碳纳米管絮化膜。

[0030] 所述碳纳米管拉膜通过拉去一碳纳米管阵列直接获得。可以理解，通过将多个碳纳米管拉膜平行且无间隙铺设或 / 和重叠铺设，可以制备不同面积与厚度的碳纳米管层。每一碳纳米管拉膜中的碳纳米管沿同一方向择优取向排列。可以理解，在由多个碳纳米管拉膜组成的碳纳米管层中，相邻两个碳纳米管拉膜中的碳纳米管的排列方向有一夹角  $\alpha$ ，且  $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ，从而使相邻两层碳纳米管拉膜中的碳纳米管相互交叉组成一网状结构，该网状结构包括多个微孔，该多个微孔均匀且规则分布于碳纳米管层中，其中微孔直径为 1 纳米～0.5 微米。该微孔结构可以用于扩散气体。所述碳纳米管拉膜结构及其制备方法请参见范守善等人于 2007 年 2 月 9 日申请的，于 2008 年 8 月 13 公开的第 CN101239712A 号中国大陆公开专利申请（碳纳米管薄膜结构及其制备方法，申请人：清华大学，鸿富锦精密工业（深圳）有限公司）。

[0031] 所述碳纳米管线状结构包括至少一非扭转的碳纳米管线、至少一扭转的碳纳米管线或其组合。所述碳纳米管线状结构包括多根非扭转的碳纳米管线或扭转的碳纳米管线时，该非扭转的碳纳米管线或扭转的碳纳米管线可以相互平行呈一束状结构，或相互扭转呈一绞线结构。

[0032] 所述非扭转的碳纳米管线包括多个沿该非扭转的碳纳米管线长度方向排列的碳纳米管。具体地，该非扭转的碳纳米管线包括多个碳纳米管片段，该多个碳纳米管片段通过范德华力首尾相连，每一碳纳米管片段包括多个相互平行并通过范德华力紧密结合的碳纳米管。该碳纳米管片段具有任意的长度、厚度、均匀性及形状。该非扭转的碳纳米管线长度不限，直径为 0.5 纳米～100 微米。非扭转的碳纳米管线为将碳纳米管拉膜通过有机溶剂处理得到。具体地，将有机溶剂浸润所述碳纳米管拉膜的整个表面，在挥发性有机溶剂挥发时产生的表面张力的作用下，碳纳米管拉膜中的相互平行的多个碳纳米管通过范德华力紧密结合，从而使碳纳米管拉膜收缩为一非扭转的碳纳米管线。该有机溶剂为挥发性有机溶剂，如乙醇、甲醇、丙醇、二氯乙烷或氯仿，本实施例中采用乙醇。通过有机溶剂处理的非扭转碳纳米管线与未经有机溶剂处理的碳纳米管膜相比，比表面积减小，粘性降低。所述碳纳米管线状结构及其制备方法请参见范守善等人于 2002 年 9 月 16 日申请的，于 2008 年 8 月

20 日公告的第 CN100411979C 号中国大陆公告专利（一种碳纳米管绳及其制造方法，申请人：清华大学，鸿富锦精密工业（深圳）有限公司），以及于 2005 年 12 月 16 日申请的，于 2007 年 6 月 20 日公开的第 CN1982209A 号中国大陆公开专利申请（碳纳米管丝及其制作方法，申请人：清华大学，鸿富锦精密工业（深圳）有限公司）。

[0033] 所述扭转的碳纳米管线为采用一机械力将所述碳纳米管拉膜两端沿相反方向扭转获得。该扭转的碳纳米管线包括多个绕该扭转的碳纳米管线轴向螺旋排列的碳纳米管。具体地，该扭转的碳纳米管线包括多个碳纳米管片段，该多个碳纳米管片段通过范德华力首尾相连，每一碳纳米管片段包括多个相互平行并通过范德华力紧密结合的碳纳米管。该碳纳米管片段具有任意的长度、厚度、均匀性及形状。该扭转的碳纳米管线长度不限，直径为 0.5 纳米～100 微米。进一步地，可采用一挥发性有机溶剂处理该扭转的碳纳米管线。在挥发性有机溶剂挥发时产生的表面张力的作用下，处理后的扭转的碳纳米管线中相邻的碳纳米管通过范德华力紧密结合，使扭转的碳纳米管线的比表面积减小，密度及强度增大。

[0034] 所述碳纳米管碾压膜包括均匀分布的碳纳米管，碳纳米管各向同性，沿同一方向或不同方向择优取向排列。本实施例中，碳纳米管碾压膜中的碳纳米管沿不同方向择优取向排列。优选地，所述碳纳米管碾压膜中的碳纳米管平行于碳纳米管碾压膜的表面。所述碳纳米管碾压膜中的碳纳米管相互交叠，并通过范德华力相互吸引，紧密结合，使得该碳纳米管碾压膜具有很好的柔韧性，可以弯曲折叠成任意形状而不破裂。且由于碳纳米管碾压膜中的碳纳米管之间通过范德华力相互吸引，紧密结合，使碳纳米管碾压膜为一自支撑的结构，可无需基底支撑，自支撑存在。所述碳纳米管碾压膜可通过碾压一碳纳米管阵列获得。所述碳纳米管碾压膜中的碳纳米管与形成碳纳米管阵列的基底的表面形成一夹角  $\alpha$ ，其中， $\alpha$  大于等于 0 度且小于等于 15 度 ( $0^\circ \leqslant \alpha \leqslant 15^\circ$ )，该夹角  $\alpha$  与施加在碳纳米管阵列上的压力有关，压力越大，该夹角越小。所述碳纳米管碾压膜的长度和宽度不限。所述碾压膜包括多个微孔结构，该微孔结构均匀且规则分布于碳纳米管碾压膜中，其中微孔直径为 1 纳米～0.5 微米。该微孔结构可以用于扩散气体。所述碳纳米管碾压膜及其制备方法请参见范守善等人于 2007 年 6 月 1 日申请的第 200710074027.5 号中国大陆专利申请（碳纳米管薄膜的制备方法，申请人：清华大学，鸿富锦精密工业（深圳）有限公司）。

[0035] 所述碳纳米管絮化膜的长度、宽度和厚度不限，可根据实际需要选择。本发明提供的碳纳米管絮化膜的长度为 1～10 厘米，宽度为 1～10 厘米，厚度为 1 微米～2 毫米。所述碳纳米管絮化膜包括相互缠绕的碳纳米管，碳纳米管长度大于 10 微米。所述碳纳米管之间通过范德华力相互吸引、缠绕，形成网络状结构。所述碳纳米管絮化膜各向同性，其中的碳纳米管为均匀分布，无规则排列，形成大量的微孔结构，微孔孔径为 1 纳米～0.5 微米。该微孔结构可以用于扩散气体。所述碳纳米管絮化膜及其制备方法请参见范守善等人于 2007 年 4 月 13 日申请的第 200710074699.6 号中国大陆专利申请（碳纳米管薄膜的制备方法，申请人：清华大学，鸿富锦精密工业（深圳）有限公司）。

[0036] 通过将上述碳纳米管层浸泡于含有催化剂的溶剂中，得到碳纳米管层与催化剂的复合结构。本实施例中，碳纳米管层与催化剂的复合结构通过以下方法制备：

首先，对上述碳纳米管层进行功能化处理。

[0037] 对碳纳米管层进行功能化处理的方法为将碳纳米管层于强酸溶液中浸泡。本实施例中，取浓盐酸和浓硝酸按一定的比例，如：1:3，混合于试管中，将制作好的碳纳米管层放

入混合液中超声处理 2 小时左右；取出碳纳米管层再放入双氧水中超声处理 1 小时左右；取出后将碳纳米管层浸泡在纯水中继续超声处理，直至碳纳米管层回复中性为止。

[0038] 其次，提供一含有催化剂的溶液，并将功能化处理后的碳纳米管层浸泡于该催化剂的溶液中。

[0039] 本实施例中，在冰水混合物环境下，配制 10mg/ml 的 EDC 盐酸盐和 12mg/ml 的葡萄糖氧化酶 (GOD) 水溶液。然后将功能化处理后的碳纳米管结构在该葡萄糖氧化酶水溶液中于 4℃ 温度条件下浸泡约 1～5 日。可以理解，其它酶催化剂均可以采用类似的方法，通过选用合适的溶剂配制成一酶催化剂溶液。

[0040] 最后，将含有催化剂的溶液浸泡后的碳纳米管层取出烘干得到一碳纳米管层与催化剂的复合结构作为阳极电极 106。

[0041] 所述催化剂可以为任何能够对燃料进行催化的催化剂，如：含有辅基 FAD 的氧化酶或含有辅基 NAD(P)<sup>+</sup>的脱氢酶。该催化剂均匀吸附于碳纳米管层中的碳纳米管表面，并通过羧基或羟基与该碳纳米管结合。可以理解，对不同的燃料，所选用的催化剂不同。本实施例中，所述燃料为葡萄糖溶液，催化剂为葡萄糖氧化酶。

[0042] 所述阴极电极 104 为碳纳米管层及分布于该碳纳米管层中的贵金属催化剂。所述贵金属包括铂、金及钌中的一种或其任意组合的混合物。该贵金属颗粒的直径尺寸为 1～10 纳米。所述贵金属催化剂的担载量低于 0.5mg/cm<sup>2</sup>，且均匀分布于碳纳米管层中的碳纳米管表面。本实施例中，该贵金属催化剂为铂颗粒。上述所述碳纳米管层与催化剂的复合结构通过自身的粘性、粘结剂或热压的方法固定于质子交换膜 102 的表面。

[0043] 所述质子交换膜 102 的材料为全氟磺酸、聚苯乙烯磺酸、聚三氟苯乙烯磺酸、酚醛树脂磺酸或碳氢化合物。本实施例中，质子交换膜 102 材料为全氟磺酸。

[0044] 进一步，所述燃料电池模组 100 还包括至少一集流板 108，所述集流板 108 采用导电材料制备，用于收集和传导反应生成的电子。所述集流板 108 设置于所述膜电极 103 远离质子交换膜 102 的两表面。可以理解，当开口容器 101 为导电材料时，所述开口容器 101 可以起到集流板的作用，这时该燃料电池模组仅包括一集流板 108，所述集流板 108 设置于所述膜电极 103 远离该开口容器 101 的表面。当所述开口容器 101 为非导电材料时，所述燃料电池模组包括一第一集流板 108 和一第二集流板 109，所述第一集流板 108 和第二集流板 109 分别设置于所述膜电极 103 的两表面。本实施例中，所述燃料电池模组 100 仅包括一集流板 108，所述集流板 108 为一铜网。

[0045] 本发明提供的燃料电池模组 100 具有以下优点：一、由于将原来的平面型膜电极改为曲面形状，增加了膜电极的比表面积，提升了内部交换反应效率，从而使得采用该膜电极 103 的燃料电池模组的实际使用效率提高；二、增设的该开口容器 101，不仅可起到支撑作用，同时可作为一阳极容室或阴极容室用以承载燃料或氧化剂气体，从而减少了相应容室的设置，结构简单，使用方便；三、通过在该开口容器 101 中增设挡板 1015，可使进入该开口容器的气体能够充分与燃料反应，提高了反应效率。

[0046] 请一并参阅图 2 及图 3，本发明第二实施例提供的一种燃料电池模组 200，其包括：一膜电极 203，一开口容器 201，一第一集流板 208 以及一第二集流板 209。所述膜电极 203 包括一质子交换膜 202，一阴极电极 204，一阳极电极 206，所述阴极电极 204 和所述阳极电极 206 分别设置于该质子交换膜 202 的相对的两表面。所述第二集流板 209 包裹于该开口

容器 201 容器壁的外表面 2012(图中未标示),并覆盖该开口容器 101 的整个外表面。所述膜电极 203 包裹于所述第二集流板 209 远离开口容器 201 的表面,并覆盖该第二集流板 209 的整个表面。所述集流板 208 包裹于所述膜电极 203 远离该开口容器 201 的表面,并覆盖该膜电极 203 的整个表面。

[0047] 本发明第二实施例提供的燃料电池模组 200 与第一实施例提供的燃料电池模组 100 基本相同,其区别在于:所述燃料电池模组 200 中的开口容器 201 采用非导电材料制备,并且在该开口容器 201 与该阴极电极 204 之间设置了一第二集流板 209。

[0048] 所述开口容器 201 的材料为非导电材料,包括塑料、玻璃、陶瓷、石英等中的一种。所述开口容器 101 与第一实施例提供的开口容器 201 的结构相同,主要起支撑作用。本实施例中,所述开口容器 201 的材料为塑料。

[0049] 所述集流板 208、209 的结构和材料均与第一实施例中所述集流板 108 相同。所述集流板 208、209 分别设置于所述膜电极 203 远离质子交换膜 202 的两表面,用于收集和传导反应生成的电子。本实施例中,所述集流板 208、209 均为一铜网。

[0050] 请一并参阅图 2 及图 4,本发明第三实施例提供一种燃料电池模组 300,其包括:一开口容器 301,一膜电极 303 以及一集流板 308。所述膜电极 303 包括一质子交换膜 302,一阴极电极 304,一阳极电极 306,所述阴极电极 304 和所述阳极电极 306 分别设置于该质子交换膜 302 的相对的两表面。所述开口容器 301 形成一腔室 3016,该开口容器 301 的容器壁具有一外表面 3012 和与外表面 3012 相对的一内表面 3013(图中未标示)。所述膜电极 303 贴附于该开口容器 301 的整个内表面 3013 上。所述集流板 308 贴附于该膜电极 303 远离该开口容器 301 的表面,并覆盖该膜电极 303 的整个表面。

[0051] 本发明第三实施例提供的燃料电池模组 300 与第一实施例提供的燃料电池模组 100 基本相同,其区别在于:第三实施例中,所述开口容器 301 位于最外侧,所述膜电极 303 及集流板 308 均设置于该开口容器 301 的腔体 3016 内部,并依次贴附于该开口容器 301 的内表面 3013 上。

[0052] 请一并参阅图 5 及图 6,本发明第四实施例提供一种燃料电池模组 400,其包括:一开口容器 401,一膜电极 403 以及一集流板 408。所述膜电极 403 包括一质子交换膜 402,一阴极电极 404,一阳极电极 406,所述阴极电极 404 和所述阳极电极 406 分别设置于该质子交换膜 402 的相对的两表面。所述开口容器 401 形成一腔室 4016,该开口容器 401 的容器壁具有一外表面 4012 和与外表面 4012 相对的一内表面 4013(图中未标示)。所述膜电极 403 包裹于该开口容器的外表面 4012 上,使得所述腔室 4016 为通过一开口 4017 与外部连通的封闭空间。所述开口容器 401 的腔室 4016 内部包括一挡板 4015,所述挡板 4015 从开口 4017 处向该腔室 4016 内部延伸并将该开口 4017 和该腔室 4016 分别分成两个独立的子开口和两个独立空间。每个子开口与一独立空间对应,该两空间通过一开孔 4011 连通,使得所述氧化剂气体可从一子开口进入一独立空间,并从该独立空间进入另一独立空间,再从该另一独立空间通过另一开口排出腔室 4016。

[0053] 本发明第四实施例提供的燃料电池模组 400 与第一实施例提供的燃料电池模组 100 基本相同,其区别在于:第四实施例中所述开口容器 401 的腔室 4016 内部增设一挡板 4015,所通入的空气可从该挡板 4015 的一侧进入,并从该挡板 4015 的另一侧排出。当气体排出时,可顺便带走反应过程中产生的水分子,进而提高电池内部反应效率,同时可提高气

体在腔室 4016 内部的循环效率,从而提高电池的使用效率。

[0054] 请参阅图 7,本发明第五实施例提供一种燃料电池模组 500,其包括:一开口容器 501,一膜电极 503 以及一集流板 508。所述膜电极 503 包括一质子交换膜 502,一阴极电极 504,一阳极电极 506,所述阴极电极 504 和所述阳极电极 506 分别设置于该质子交换膜 502 的相对的两表面。所述开口容器 501 形成一腔室 5016,该开口容器 501 具有一外表面 5012 和与外表面 5012 相对的一内表面 5013(图中未标示)。所述膜电极 503 包裹于该开口容器的外表面 5012 上,使得所述腔室 5016 为通过两开口 5014、5017 与外部连通的封闭空间。

[0055] 本发明第五实施例提供的燃料电池模组 500 与第一实施例提供的燃料电池模组 100 基本相同,其区别在于:第五实施例中,所述开口容器 501 具有两开口 5014、5017 与外部连通。当向开口容器 501 的腔室 5016 内部通入气体时,气体可通过一开口 5014 进入,而从另一开口 5017 排出,从而增加了气体的循环效率,进而提高电池的使用效率。

[0056] 请参阅图 8,本发明第六实施例提供一种燃料电池模组 600,其包括:一开口容器 601,一膜电极 603 以及一集流板 608。所述膜电极 603 包括一质子交换膜 602,一阴极电极 604,一阳极电极 606,所述阴极电极 604 和所述阳极电极 606 分别设置于该质子交换膜 602 的相对的两表面。所述开口容器 601 形成一腔室 6016,该开口容器 601 具有一外表面 6012 和与外表面 6012 相对的一内表面 6013(图中未标示)。所述膜电极 603 包裹于该开口容器的外表面 6012 上,使得所述腔室 6016 为通过两开口 6014、6017 与外部连通的封闭空间。所述开口容器 601 的腔室 6016 内部包括一挡板 6015,所述挡板 6015 将该腔室 6016 分成两个相互独立的空间,所述每个空间分别对应一开口,使得所述两空间分别通过两开口 6014、6017 与外部连通。所述两空间通过一开孔 6011 连通,使得所述氧化剂气体可从一开口 6014 进入该腔室 6016 的一个独立空间,并从该独立空间进入另一独立空间,再从该另一独立空间通过另一开口 6017 排出。

[0057] 本发明第六实施例提供的燃料电池模组 600 与第五实施例提供的燃料电池模组 500 基本相同,其区别在于:第六实施例中,在所述腔室 6016 中增设一挡板 6015。当向该腔室 6016 中通入气体时,增设的挡板 6015 可使得通入的气体在内部充分反应,从而提高该膜电极 603 的反应效率,进而提高燃料电池的使用效率。

[0058] 请参阅图 9,本发明第七实施例提供一种燃料电池系统 10,其包括:一燃料电池模组 100,一燃料 130,以及一氧化剂气体 150(图中未标示)。

[0059] 所述燃料电池模组 100 可为第一实施例至第六实施例中所述燃料电池模组的任一种结构。所述燃料电池模组 100 中的膜电极 103 用于将所述燃料 130 与氧化剂气体隔开,且保持阳极电极 106 与燃料 130 接触设置。可以理解,本发明中由于所述膜电极 103 的“内外结构”,从而决定了所述燃料 130 与氧化剂气体的分布为“内外式分布”,即,所述氧化剂气体和燃料 130 分别位于该开口容器 101 的内部和外部,该燃料 130 包裹该氧化剂气体或被该氧化剂气体包裹。当所述膜电极 103 浸入燃料 130 时,该膜电极 103 浸入燃料的深度为 h 满足  $h < P / (\rho_1 - \rho_2)g$ ,其中,P 为所述膜电极 103 可承受的最大压强,ρ<sub>1</sub>为所述燃料 130 的密度,ρ<sub>2</sub>为氧化剂气体的密度,g 为常数,取值 9.8N/kg,以防止该燃料电池模组 100 在超过该浸入深度时,所述膜电极 103 会在燃料的高压强下发生破裂。

[0060] 所述燃料 130 是指由生物体组成或转化的气体或液体燃料,如生物乙醇、沼气等。本实施例中,所述燃料 130 为葡萄糖溶液,所述燃料电池模组 100 浸于葡萄糖溶液中,并将

所述燃料电池模组 100 的开口 1017 设置于葡萄糖溶液的液面之上,以确保溶液不会进入到腔室 1016 内。

[0061] 所述氧化剂气体 150 为氧气或含有氧气的空气。进一步,所述燃料电池系统 10 包括一供气和抽气装置 140,所述供气和抽气装置 140 包括鼓风机、管路、阀门等(图中未标示),用于向所述燃料电池模组 100 提供氧化剂气体。本实施例中,所述氧化剂气体为含有氧气的空气,所述氧化剂气体为所述供气和抽气装置 140 提供。

[0062] 进一步,所述燃料电池系统 10 还可包括一加压装置 160(图中未标示)。该加压装置 160 用于将所述燃料电池模组 100 浸入所述燃料中。例如,可在所述燃料电池模组 100 底部设置一挂钩,通过在挂钩上悬挂重物,来对该燃料电池模组施加向下的重力,当然也可以在盛装燃料的池底部设置另一挂钩与该燃料电池模组 100 的挂钩相连接。可以理解,当所述燃料电池模组 100 的平均密度大于所述燃料 130 的密度时,该燃料电池模组 100 足够可以不借助外力而浸入该燃料中,这时,该加压装置 160 为一可选装置。

[0063] 本发明提供的燃料电池系统 10 具有以下优点:由于不用设置专门的阳极容室,而是将燃料电池模组 100 直接插入到燃料池中,即形成能提供电能的燃料电池系统 10,此燃料电池系统 10 结构简单,使用方便。

[0064] 请参阅图 10,本发明第八实施例提供一种燃料电池系统 20,其包括:一燃料电池模组 100,一延伸管道 110,一燃料 130,以及一供气和抽气装置 140。所述延伸管道 110 的一端与该燃料电池模组的开口 1017 相连接,另一端与远离该开口 1017 的方向延伸。

[0065] 本发明第八实施例提供的燃料电池系统 20 与第七实施例提供的燃料电池系统 10 基本相同,其区别在于:本实施例中,在所述燃料电池模组 100 的开口 1017 位置连接了一延伸管道 110,所述延伸管道 110 用于防止燃料进入燃料电池模组 100 的腔室 1016 内部。

[0066] 所述延伸管道 110 的截面形状以及尺寸与所述开口 1017 的截面形状、尺寸相同或相近,以确保该延伸管道 110 与所述开口 1017 的连接位置处于密封状态。所述延伸管道 110 的材料与所述开口容器 101 的材料相同。优选地,所述延伸管道 110 与所述开口容器 110 一体成型。所述延伸管道 110 的长度和弯折形状不限,只要确保当所述燃料电池模组 100 浸入燃料 130 时,所述延伸管道 110 远离所述开口 1017 的一端可以延伸至燃料 130 之外,以确保该燃料不会进入该燃料电池模组 100 的腔室 1016 内部。优选地,所述阳极电极 106,质子交换膜 102,阴极电极 104 进一步延伸至所述延伸管道 110 的外表面,将该延伸管道 110 的外表面覆盖,以便连接外部电路。

[0067] 进一步,当所述燃料电池模组 100 具有两开口 1014、1017 时,所述两开口 1014、1017 分别对应两延伸管道,即所述每个延伸管道的一端与一开口 1014、1017 对应连接,另一端向远离所述开口 1014、1017 的方向延伸。

[0068] 请参阅图 11,本发明第九实施例提供一种燃料电池模组的使用方法,依次包括以下步骤:

S10,提供一燃料电池模组 100;

S20,将所述燃料电池模组 100 浸入一燃料 130 中;

S30,向所述燃料电池模组 100 的开口容器腔室 1016 内通入一氧化剂气体。

[0069] 在步骤 S10 中,所述燃料电池模组 100 可为第一实施例至第六实施例中所述燃料电池模组的任一种结构。本实施例中,所述燃料电池模组 100 采用第一实施例中的燃料电

池模组结构。

[0070] 在步骤 S20 中,将所述燃料电池模组 100 浸入燃料 130 中时,应防止燃料 130 进入该燃料电池模组 100 的腔室 1016 内部而中断工作,比如可将该燃料电池模组 100 的开口 1017 暴露于燃料之外,以使所述燃料 130 不会通过开口 1017 进入到腔室 1016 内部。本实施例中,所述燃料 130 为葡萄糖液体。

[0071] 在步骤 S30 中,所述通入的氧化剂气体可通过该燃料电池模组 100 的开口 1017 进入腔室 1016 内部,并与所述阴极电极 104 接触反应。如图 5 所示,当所述燃料电池模组 100 内部增设一挡板 1015 将所述开口 1017 和腔室 1016 分为两个独立部分,这时,可将两开口分别定义为一进气口和一出气口。将所述氧化剂气体通过该进气口进入腔室 1016 内并与所述阴极电极 104 接触反应,反应后生成的多余物质在气流带动下通过出气口排出。如图 7 所示,所述燃料电池模组 100 具有两开口,所述氧化剂气体可从一开口进入,待反应后再从另一开口排出。本实施例中,所述通入的氧化剂气体为空气。

[0072] 当燃料电池模组 100 工作时,在所述阳极电极 106 一端,葡萄糖在酶催化剂的催化作用下发生如下反应:葡萄糖→葡萄糖酸 +2H<sup>+</sup>+2e。反应生成的质子穿过质子交换膜 102 到达阴极电极 104,反应生成的电子则进入外电路。在所述阴极电极 104 一端,空气通过开口 1017 进入腔体 1016 内,并通过所述开口容器 101 的多个扩散孔 1019 达到阴极电极 104 上。空气中的氧气扩散到该阴极电极 104 的同时,电子则通过外电路到达该阴极电极 104。在贵金属催化剂作用下,氧气与质子以及电子发生如下反应: $1/2O_2+2H^++2e \rightarrow H_2O$ 。在此过程中,在该阳极电极 106 与该阴极电极 104 之间会形成一定的电势差,当外电路接入一负载 120 时,将会形成电流。

[0073] 本发明提供的燃料电池模组的使用方法,使用时只需将燃料电池模组浸入燃料中,连入外电路即可提供电能;使用完毕后,将燃料电池模组从燃料中拿出,即可断绝上述电路。所述燃料电池模组的使用方法操作简单,使用方便。

[0074] 另外,本领域技术人员还可在本发明精神内作其它变化,当然这些依据本发明精神所作的变化,都应包含在本发明所要求保护的范围内。

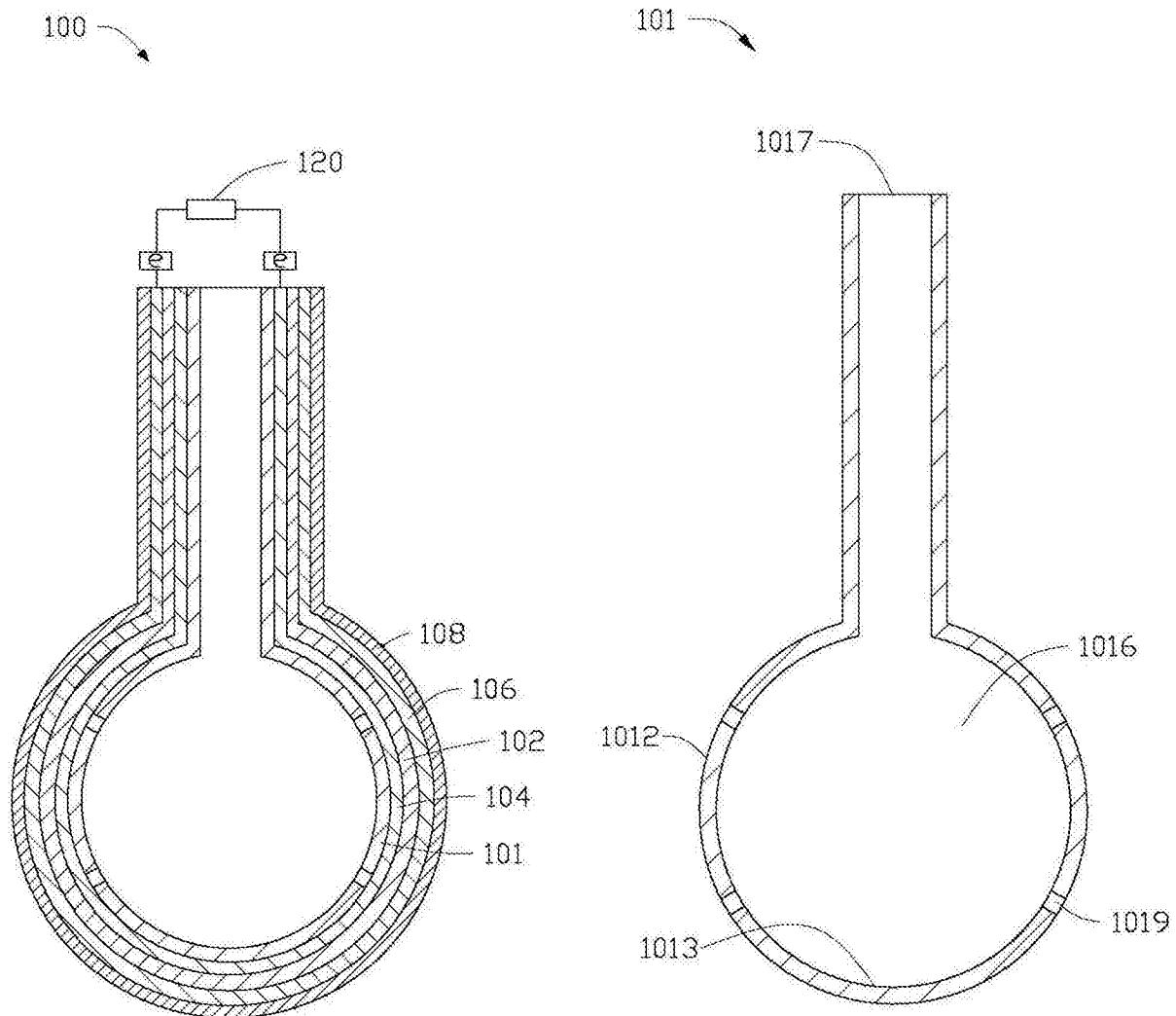


图 1

图 2

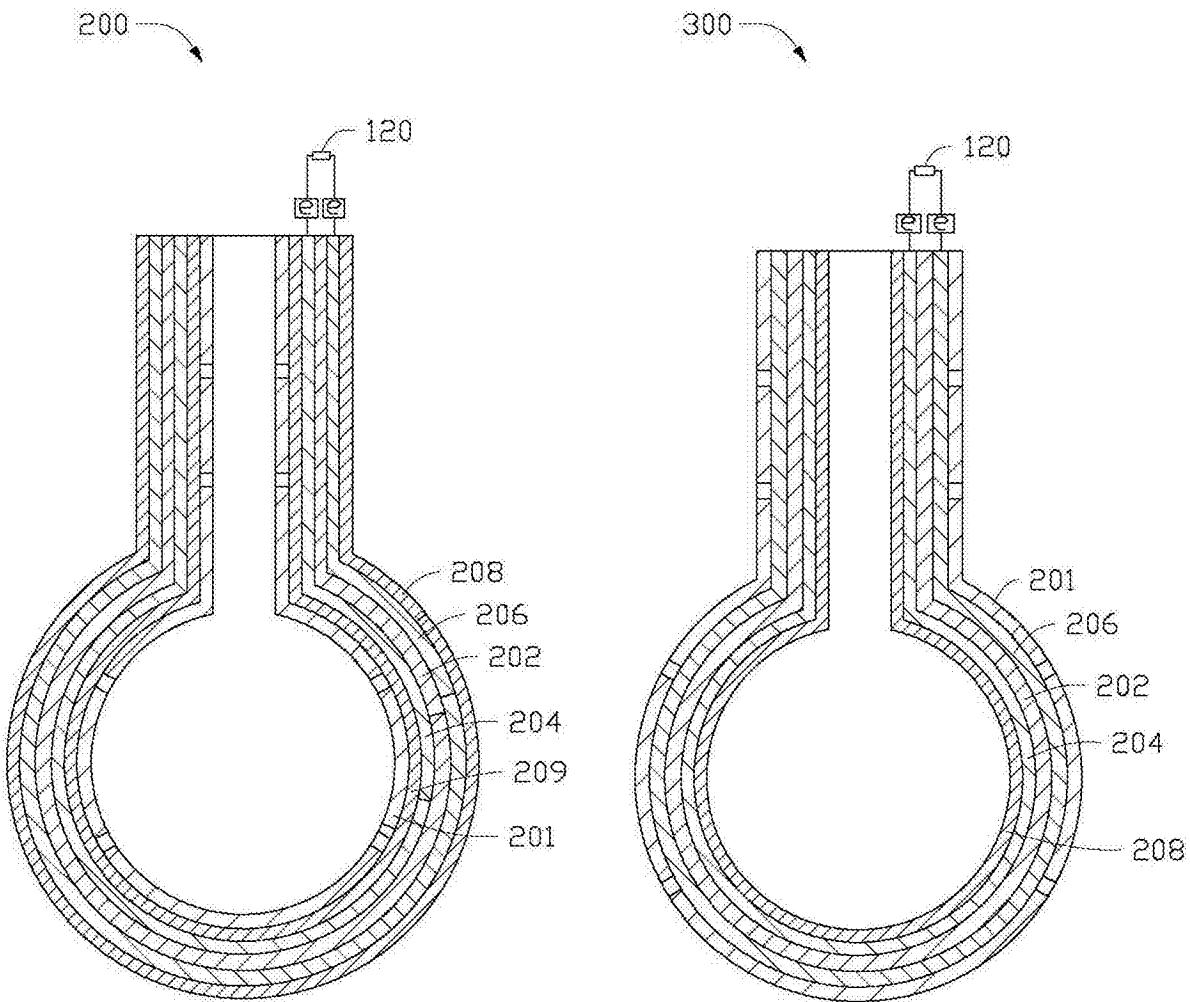


图 3

图 4

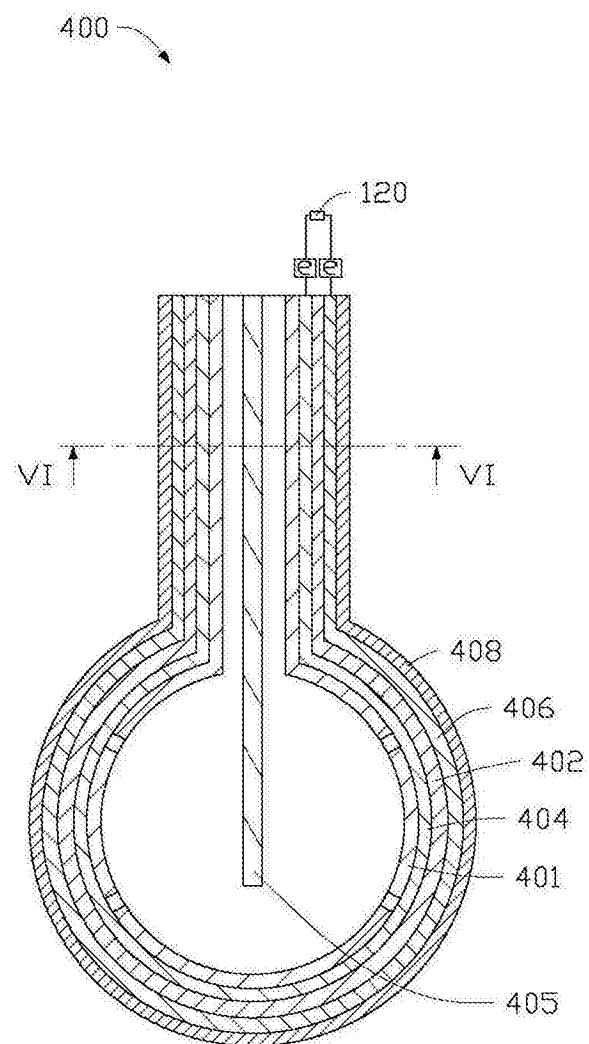


图 5

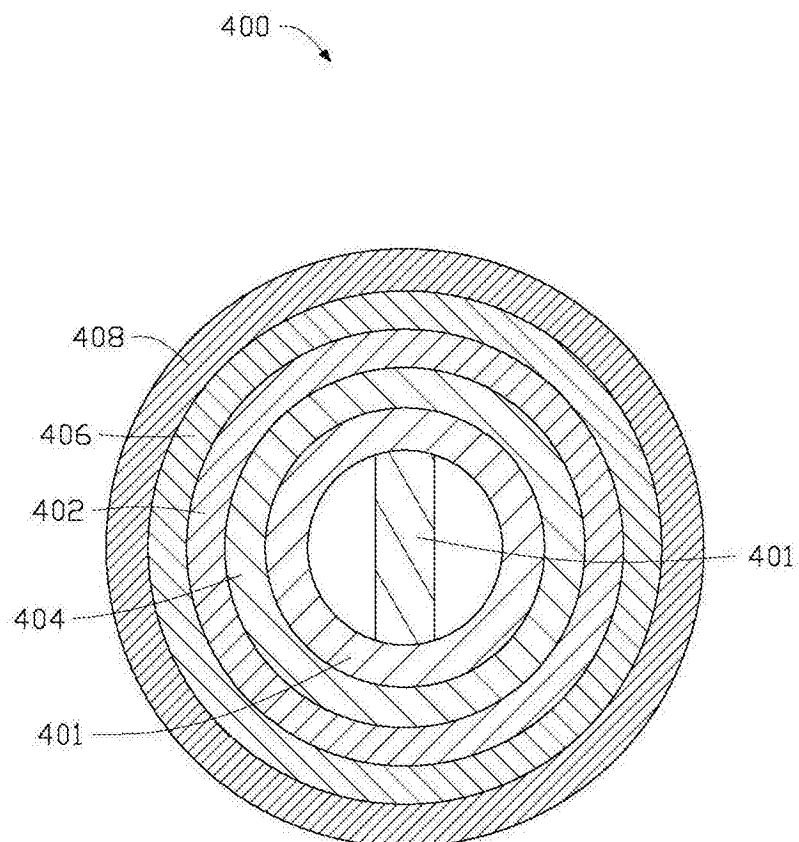


图 6

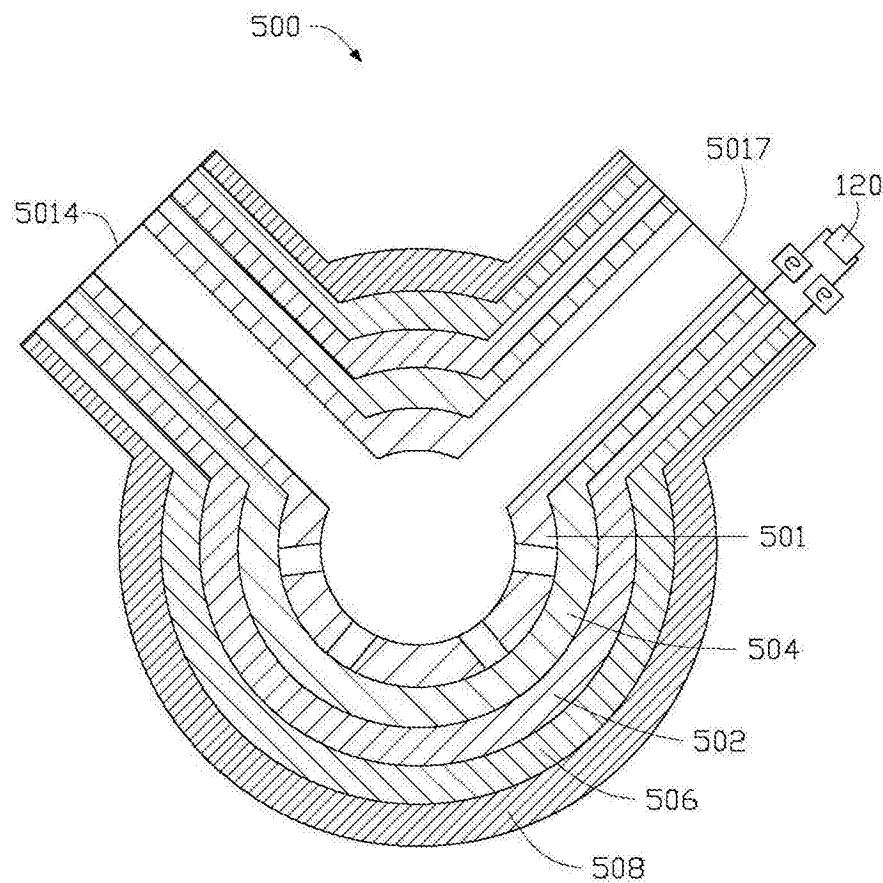


图 7

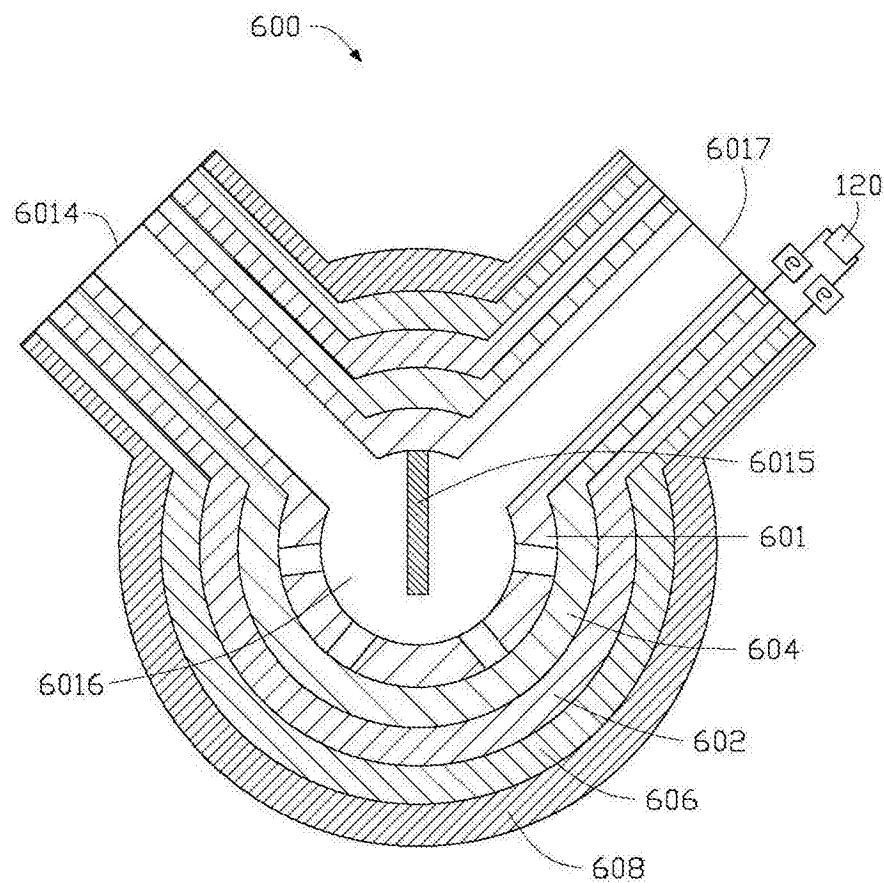


图 8

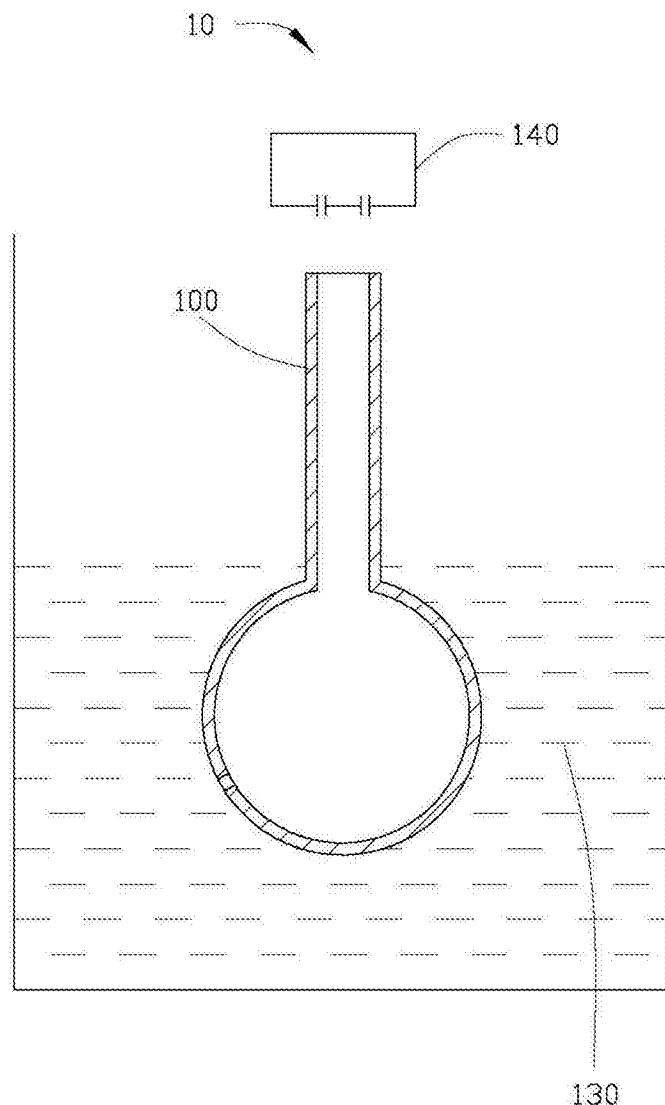


图 9

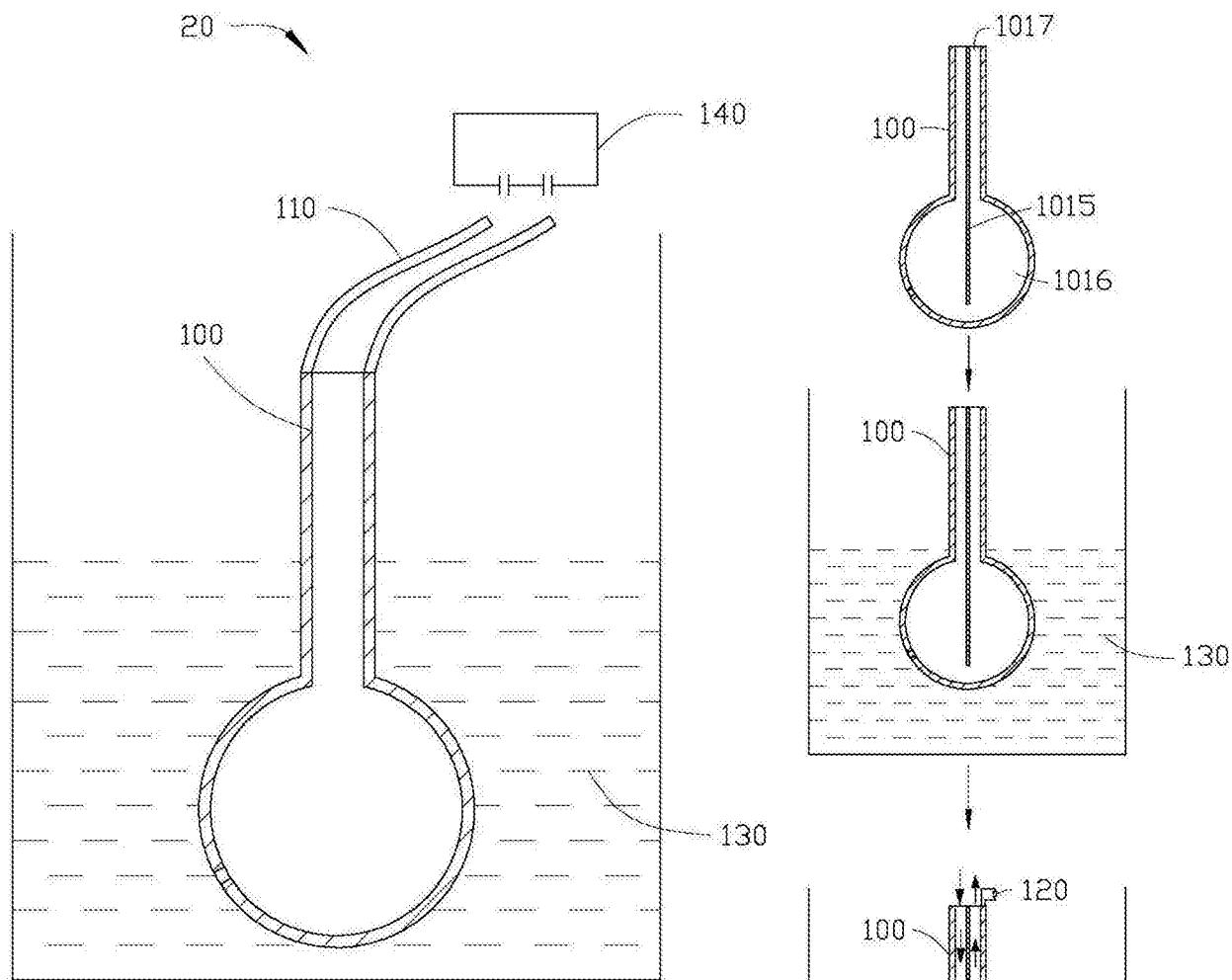


图 10

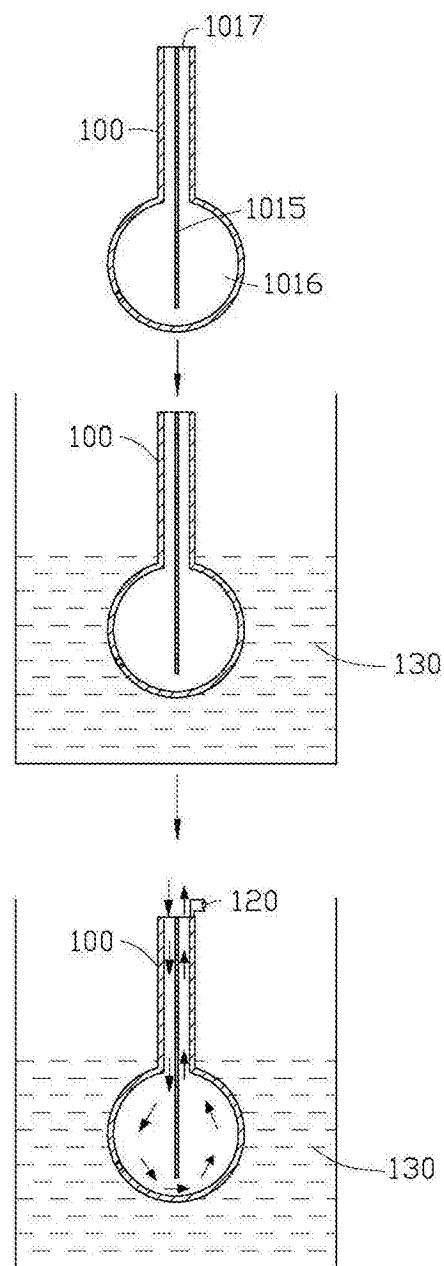


图 11