



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101346845 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 07

(21) 申请号 200680048951. X

H01M 8/10 (2006. 01)

(22) 申请日 2006. 10. 20

H01M 4/86 (2006. 01)

(30) 优先权数据

11/257, 738 2005. 10. 25 US

(56) 对比文件

US 6576358 B2, 2003. 06. 10, 说明书第 2 栏第 25 — 38 行.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2008. 06. 23

US 2005/181245 A1, 2005. 08. 18, 附图 1.

DE 10050554 A1, 2002. 04. 25, 附图 1.

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/US2006/040984 2006. 10. 20

审查员 蒲俊红

(87) PCT 申请的公布数据

W02007/050448 EN 2007. 05. 03

(73) 专利权人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 S · J · 埃科夫

(74) 专利代理机构 中国专利代理 (香港) 有限公

司 72001

代理人 曾祥尧 廖凌玲

(51) Int. Cl.

H01M 8/04 (2006. 01)

H01M 8/06 (2006. 01)

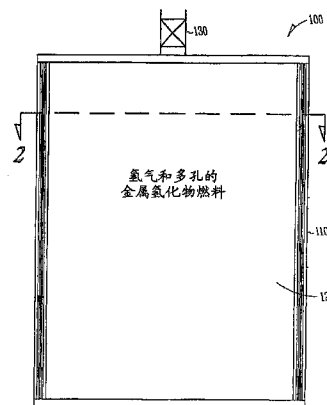
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

包括带有产物水的、基于氢化物转换的氢气发生的 PEM 燃料电池系统

(57) 摘要

一种包括氢气发生器和燃料电池组的电力发生器, 燃料电池组具有暴露于来自氢气发生器 (345) 的氢气的阳极 (330, 335) 和暴露于周围环境的阴极 (305, 310)。疏水层 (315) 和亲水层 (325) 用来促进水流离开阴极。扩散通道由此将燃料电池阴极 (330, 335) 与氢气发生器 (345) 隔开。从燃料电池产生的水蒸气基本上与由氢气发生器使用以产生氢气的水相当。



1. 一种电力发生器,包括:

氢气发生器;

燃料电池组件,其具有暴露于来自所述氢气发生器的氢气的阳极和暴露于含氧的周围环境的阴极;

扩散通道,其将所述燃料电池阴极与所述氢气发生器隔开;以及

其中,从所述燃料电池产生的水基本上与由所述氢气发生器使用以产生氢气的水相当;

其中,当所产生的水被循环时反应是自持运转的;

其中,氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件;

其中,电力发生器不需要液态水。

2. 根据权利要求1所述的电力发生器,其特征在于,所述燃料电池阴极上的水通量是所述燃料电池组件中三种方式的水转移的总和。

3. 根据权利要求2所述的电力发生器,其特征在于,所述三种方式的水转移包括从阴极到阳极的水扩散、电渗透和液压渗透。

4. 根据权利要求2所述的电力发生器,其特征在于,通过利用薄膜以及利用所述膜两侧大的水浓度差促进水通过扩散转移。

5. 根据权利要求2所述的电力发生器,其特征在于,通过利用低的电流密度使从阴极到阳极的通过电渗透的水转移降至最小。

6. 根据权利要求2所述的电力发生器,其特征在于,通过在阴极GDL上利用疏水涂层和小的孔隙尺寸以及在阳极GDL上使用亲水涂层和大的孔隙尺寸促进通过液压渗透的水转移。

7. 根据权利要求1所述的电力发生器,其特征在于,所述电力发生器还包括联接到所述氢气发生器上的压力释放阀。

8. 根据权利要求7所述的电力发生器,其特征在于,当所述电力发生器内的压力超出周围环境压力之上10PSI到100PSI时,所述压力释放阀向周围环境排气。

9. 一种电力发生器,包括:

氢气发生器,其包括水蒸气和氢气可透过的膜;

燃料电池组件,其与来自所述氢气发生器的所述氢气可透过的膜相对布置,所述燃料电池具有暴露于来自所述氢气发生器的氢气的阳极和暴露于周围环境的阴极;以及

其中,从所述燃料电池产生的水基本上与由所述氢气发生器使用的水相当;

其中,当所产生的水被循环时反应是自持运转的;

其中,氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件;

其中,电力发生器不需要液态水。

10. 根据权利要求9所述的电力发生器,其特征在于,所述电力发生器还包括联接到所述氢气发生器上的压力释放阀。

11. 根据权利要求10所述的电力发生器,其特征在于,当所述电力发生器内的压力超出周围环境压力之上10PSI到100PSI时,所述压力释放阀向周围环境排气。

12. 一种电力发生器,包括:

燃料电池组,包括:

阴极集电器；
电气上联接到所述阴极集电器上并且具有疏水层的阴极气体扩散层；
阳极集电器；
电气上联接到所述阳极集电器上并且具有亲水层的阳极气体扩散层；
夹在所述疏水层和所述亲水层之间的质子交换部件；以及
被所述电力发生器组包围的氢气发生燃料；
其中，从所述燃料电池产生的水基本上与由所述氢气发生燃料使用的水相当；
其中，当所产生的水被循环时反应是自持运转的；
其中，氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件；
其中，电力发生器不需要液态水。

13. 根据权利要求 12 所述的电力发生器，其特征在于，所述燃料的形状为大致圆筒形，并且所述燃料电池组为同轴的圆筒形壳体，而所述阴极位于所述壳体的外侧之上。

14. 根据权利要求 12 所述的电力发生器，其特征在于，所述阴极连续地暴露于周围环境。

15. 一种电力发生器，包括：

燃料电池组，包括：

阴极集电器；

电气上联接到所述阴极集电器上并且具有疏水层的阴极气体扩散层；

阳极集电器；

电气上联接到所述阳极集电器上并且具有亲水层的阳极气体扩散层；

夹在所述疏水层和所述亲水层之间的质子交换部件；以及

通过空间与所述燃料电池组隔开的氢气发生燃料；

其中，从所述燃料电池产生的水基本上与由所述氢气发生燃料使用的水相当；

其中，当所产生的水被循环时反应是自持运转的；

其中，氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件；

其中，电力发生器不需要液态水。

16. 根据权利要求 15 所述的电力发生器，其特征在于，所述燃料电池组形成于第一平面中并且由容器支撑，而所述氢气发生燃料在所述容器内由所述空间与所述第一平面隔开。

17. 根据权利要求 16 所述的电力发生器，其特征在于，所述容器包括孔眼，以使所述阴极暴露于周围环境。

18. 根据权利要求 17 所述的电力发生器，其特征在于，所述阴极集电器包括孔隙，以使所述阴极暴露于周围环境。

19. 根据权利要求 16 所述的电力发生器，其特征在于，所述阳极集电器包括孔隙，以使所述阳极暴露于所产生的氢气。

20. 根据权利要求 16 所述的电力发生器，其特征在于，所述质子交换部件包括催化剂。

21. 根据权利要求 16 所述的电力发生器，其特征在于，所述气体扩散层的至少一层包括催化剂。

22. 根据权利要求 16 所述的电力发生器，其特征在于，所述电力发生器还包括将所述

燃料电池组与周围环境隔开并具有开口的容器,对于所述电力发生器所需的功率水平,所述开口限制氧气流从所述周围环境扩散到所述阴极,同时限制从所述阴极到所述周围环境的水蒸气的扩散。

23. 根据权利要求 22 所述的电力发生器,其特征在于,所述电力发生器还包括位于所述开口和所述阴极之间的氧气可透过而水蒸气不可透过的膜。

24. 一种电力发生器,包括:

氢气发生器;

联接到所述氢气发生器上的燃料电池组件,其中氢气发生通过由发电而从所述燃料电池所产生的水来调节;

其中,当所产生的水被循环时反应是自持运转的;

其中,氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件;

其中,电力发生器不需要液态水。

25. 根据权利要求 24 所述的电力发生器,其特征在于,所述燃料电池包括带有暴露于氧气和氢气的电极的质子交换部件。

26. 根据权利要求 25 所述的电力发生器,其特征在于,水穿过所述质子交换部件而转移。

27. 根据权利要求 26 所述的电力发生器,其特征在于,穿过所述质子交换部件的水转移与压差成反比。

28. 根据权利要求 24 所述的电力发生器,其特征在于,所述燃料电池组件包括阳极和阴极、微孔层以及疏水层和亲水层以促进水从所述阴极转移到所述阳极。

29. 根据权利要求 28 所述的电力发生器,其特征在于,所述电力发生器还包括将所述燃料电池组件与周围环境隔开并具有开口的容器,对于所述电力发生器所需的功率水平,所述开口限制氧气流从所述周围环境扩散到所述阴极,同时限制从所述阴极到所述周围环境的水蒸气的扩散。

30. 根据权利要求 29 所述的电力发生器,其特征在于,所述电力发生器还包括位于所述开口和所述阴极之间的氧气可透过而水蒸气不可透过的膜。

31. 根据权利要求 24 所述的电力发生器,其特征在于,所述氢气发生器包括暴露于水时产生氢气的燃料。

包括带有产物水的、基于氢化物转换的氢气发生的 PEM 燃料电池系统

[0001] 发明背景

[0002] 在一些现有的基于质子交换膜 (proton exchange membrane (PEM)) 燃料电池的电力发生器中,使用气动阀来控制给氢氧 PEM 燃料电池供料的氢气发生化学反应。阀门构成电力发生器容积和重量的相当大部分,并因此降低了电力发生器的能量密度和比能 (specific energy)。

[0003] PEM 燃料电池利用简单的化学反应将氢和氧结合成水,并在该过程中产生电流。氢气可通过燃料 (诸如氢化铝锂) 和水蒸气之间的化学反应产生。在阳极,氢气分子被铂催化剂电离并放出电子。PEM 允许质子流过,但不允许电子流过。因此,氢离子经过 PEM 流到阴极,而电子经过外部电路流动。当电子穿过外部电路迁移时,它们通过给电气装置 (诸如电动机、灯泡或电子电路) 供电而做有用功。在阴极,电子和氢离子与氧结合形成水,反应的副产物为水和热量。

[0004] 在一些电力发生器中,水倾向于在阴极积聚。水会阻塞孔隙,并由此阻塞反应物 (reactant species) 的通道,导致发电减少。

发明内容

[0005] 在一个实施例中,本发明提供一种电力发生器,包括:

[0006] 氢气发生器;

[0007] 燃料电池组件,其具有暴露于来自所述氢气发生器的氢气的阳极和暴露于含氧的周围环境的阴极;

[0008] 扩散通道,其将所述燃料电池阴极与所述氢气发生器隔开;以及

[0009] 其中,从所述燃料电池产生的水基本上与由所述氢气发生器使用以产生氢气的水相当;

[0010] 其中,当所产生的水被循环时反应是自持运转的;

[0011] 其中,氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件;

[0012] 其中,电力发生器不需要液态水。

[0013] 在一个实施例中,所述燃料电池阴极上的水通量是所述燃料电池组件中三种方式的水转移的总和。

[0014] 在一个实施例中,所述三种方式的水转移包括从阴极到阳极的水扩散、电渗透和液压渗透。

[0015] 在一个实施例中,通过利用薄膜以及利用所述膜两侧大的水浓度差促进水通过扩散转移。

[0016] 在一个实施例中,通过利用低的电流密度使从阴极到阳极的通过电渗透的水转移降至最小。

[0017] 在一个实施例中,通过在阴极 GDL 上利用疏水涂层和小的孔隙尺寸以及在阳极 GDL 上使用亲水涂层和大的孔隙尺寸促进通过液压渗透的水转移。

[0018] 在一个实施例中,所述电力发生器还包括联接到所述氢气发生器上的压力释放阀。

[0019] 在一个实施例中,当所述电力发生器内的压力超出周围环境压力之上 10PSI 到 100PSI 时,所述压力释放阀向周围环境排气。

[0020] 在一个实施例中,本发明提供一种电力发生器,包括:

[0021] 氢气发生器,其包括水蒸气和氢气可透过的膜;

[0022] 燃料电池组件,其与来自所述氢气发生器的所述氢气可透过的膜相对布置,所述燃料电池具有暴露于来自所述氢气发生器的氢气的阳极和暴露于周围环境的阴极;以及

[0023] 其中,从所述燃料电池产生的水基本上与由所述氢气发生器使用的水相当;

[0024] 其中,当所产生的水被循环时反应是自持运转的;

[0025] 其中,氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件;

[0026] 其中,电力发生器不需要液态水。

[0027] 在一个实施例中,所述电力发生器还包括联接到所述氢气发生器上的压力释放阀。

[0028] 在一个实施例中,当所述电力发生器内的压力超出周围环境压力之上 10PSI 到 100PSI 时,所述压力释放阀向周围环境排气。

[0029] 在一个实施例中,本发明提供一种电力发生器,包括:

[0030] 燃料电池组,包括:

[0031] 阴极集电器;

[0032] 电气上联接到所述阴极集电器上并且具有疏水层的阴极气体扩散层;

[0033] 阳极集电器;

[0034] 电气上联接到所述阳极集电器上并且具有亲水层的阳极气体扩散层;

[0035] 夹在所述疏水层和所述亲水层之间的质子交换部件;以及

[0036] 被所述电力发生器组包围的氢气发生燃料;

[0037] 其中,从所述燃料电池产生的水基本上与由所述氢气发生器使用的水相当;

[0038] 其中,当所产生的水被循环时反应是自持运转的;

[0039] 其中,氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件;

[0040] 其中,电力发生器不需要液态水。

[0041] 在一个实施例中,所述燃料的形状为大致圆筒形,并且所述燃料电池组为同轴的圆筒形壳体,而所述阴极位于所述壳体的外侧之上。

[0042] 在一个实施例中,所述阴极连续地暴露于周围环境。

[0043] 在一个实施例中,本发明提供一种电力发生器,包括:

[0044] 燃料电池组,包括:

[0045] 阴极集电器;

[0046] 电气上联接到所述阴极集电器上并且具有疏水层的阴极气体扩散层;

[0047] 阳极集电器;

[0048] 电气上联接到所述阳极集电器上并且具有亲水层的阳极气体扩散层;

[0049] 夹在所述疏水层和所述亲水层之间的质子交换部件;以及

[0050] 通过空间与所述燃料电池组隔开的氢气发生燃料;

- [0051] 其中,从所述燃料电池产生的水基本上与由所述氢气发生器使用的水相当;
- [0052] 其中,当所产生的水被循环时反应是自持运转的;
- [0053] 其中,氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件;
- [0054] 其中,电力发生器不需要液态水。
- [0055] 在一个实施例中,所述燃料电池组形成于第一平面中并且由容器支撑,而所述氢气发生燃料在所述容器内由所述空间与所述第一平面隔开。
- [0056] 在一个实施例中,所述容器包括孔眼,以使所述阴极暴露于周围环境。
- [0057] 在一个实施例中,所述阴极集电器包括孔隙,以使所述阴极暴露于周围环境。
- [0058] 在一个实施例中,所述阳极集电器包括孔隙,以使所述阳极暴露于所产生的氢气。
- [0059] 在一个实施例中,所述质子交换部件包括催化剂。
- [0060] 在一个实施例中,所述气体扩散层的至少一层包括催化剂。
- [0061] 在一个实施例中,所述电力发生器还包括将所述燃料电池组与周围环境隔开并具有开口的容器,对于所需的功率水平,所述开口限制氧气流从所述周围环境扩散到所述阴极,同时限制从所述阴极到所述周围环境的水蒸气的扩散。
- [0062] 在一个实施例中,所述电力发生器还包括位于所述开口和所述阴极之间的氧气可透过而水蒸气不可透过的膜。
- [0063] 在一个实施例中,本发明提供一种电力发生器,包括:
- [0064] 氢气发生器;
- [0065] 联接到所述氢气发生器上的燃料电池组件,其中氢气发生通过由发电而从所述燃料电池所产生的水来调节;
- [0066] 其中,当所产生的水被循环时反应是自持运转的;
- [0067] 其中,氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件;
- [0068] 其中,电力发生器不需要液态水。
- [0069] 在一个实施例中,所述燃料电池包括带有暴露于氧气和氢气的电极的质子交换部件。
- [0070] 在一个实施例中,水穿过所述质子交换部件而转移。
- [0071] 在一个实施例中,穿过所述质子交换部件的水转移与压差成反比。
- [0072] 在一个实施例中,所述燃料电池组件包括阳极和阴极、微孔层以及疏水层和亲水层以促进水从所述阴极转移到所述阳极。
- [0073] 在一个实施例中,所述电力发生器还包括将所述燃料电池组件与周围环境隔开并具有开口的容器,对于所需的功率水平,所述开口限制氧气流从所述周围环境扩散到所述阴极,同时限制从所述阴极到所述周围环境的水蒸气的扩散。
- [0074] 在一个实施例中,所述电力发生器还包括位于所述开口和所述阴极之间的氧气可透过而水蒸气不可透过的膜。
- [0075] 在一个实施例中,所述氢气发生器包括暴露于水时产生氢气的燃料。
- [0076] 附图简述
- [0077] 图 1 是基于示范性实施例的电力发生器的截面图。
- [0078] 图 2 是基于示范性实施例的电力发生器的俯视截面图。
- [0079] 图 3A 是基于示范性实施例的燃料电池组的截面图。

[0080] 图 3B 是基于示范性实施例的备选燃料电池组的截面图。

[0081] 图 4 是基于示范性实施例的燃料电池组的透视图。

[0082] 图 5 是基于示范性实施例的备选电力发生器的截面图。

[0083] 详细描述

[0084] 在以下描述中,参考了构成其一部分的附图,并在图中通过图解说明显示了可能实施的具体实施例。这些实施例以足够的细节进行了描述,使得本领域的技术人员能够实施本发明,并且应当理解,可以利用其它实施例,并且在不背离本发明范围的前提下可进行结构、逻辑或电气方面的修改。因此,以下描述不能从限制性的意义上理解,并且本发明的范围由所附的权利要求限定。

[0085] 详细描述描述了多个实施例,包括可包括水循环的无阀门电力发生器。

[0086] 图 1 是电力发生器 100 的前视截面图。图 2 是电力发生器 100 的俯视截面图。电力发生器包括暴露于空气的燃料电池组 110。电力发生器 100 在一个实施例中构造为带有两个端部并且包围燃料 120 的中空圆筒。用于电力发生器形状的其它几何结构包括矩形实体、球体及其它非几何的形状。在一个实施例中,燃料为由发生堆 (generating stack) 用来发电的氢气发生燃料。在一个实施例中燃料包括氢气和多孔的金属氢化物燃料。燃料电池组 110 与来自空气的氧结合生成水和电。

[0087] 如果产生了过量的氢气,则压力释放阀 130 可用来释放压力。释放阀可定位于电力发生器上,带有通往由燃料产生的氢气的通道。燃料多孔的特性允许释放阀定位于电力发生器的一端。在一个实施例中,压力释放阀 130 起到防止爆炸的安全阀的作用。在一个实施例中,如果电力发生器的内压力上升到高于预定值,诸如高于周围环境压力 10PSI 到 100PSI,则压力释放阀 130 将氢气排出到大气或周围环境中。内压力释放之后,阀门可关闭,使得电力发生器能够恢复正常运行。

[0088] 图 3A 显示燃料电池组 300 的截面图。阴极集电器 (cathode current collector) 305 形成于燃料电池组 300 的外侧并暴露于空气。孔隙形成于集电器 305 中,以允许空气穿过。阴极气体扩散层 (gas diffusion layer (GDL)) 310 与阴极集电器联接。疏水微孔层 (micro porous layer) 315 形成于阴极 GDL 上并将阴极 GDL 310 与涂覆催化剂的质子交换膜 (PEM) (诸如 Nafion®膜层 320) 隔开。

[0089] 亲水微孔层 325 将层 320 与阳极 GDL 330 隔开,阳极 GDL 330 本身又与阳极集电器 335 联接。阳极集电器 335 具有形成于其中的孔隙,以允许氢气穿过到达阳极。阳极集电器 335 被水蒸气和氢气可透过的膜 340 隔开。膜 340 是液态水和微粒不可透过的,膜 340 用来将燃料 345 与阳极集电器 335 隔开。阴极与氢气发生燃料之间的层用来将阴极与包含燃料 345 的氢气发生器隔开,当暴露于水蒸气时燃料 345 产生氢气并提供扩散通道。

[0090] 图 3B 显示备选的燃料电池组 360。在一个实施例中,质子交换部件 362 包括全氟化的膜,诸如全氟磺酸或全氟羧酸,或烃膜或复合膜。燃料电池组由以下部件组成:阴极集电器 364、带有微孔层的气体扩散电极 366 (除了在微孔层的表面而不是在 Nafion®上带有催化剂 368 之外,带有疏水 MPL 的该气体扩散电极与气体扩散层相同)、质子交换膜 (无催化剂)、带有疏水 MPL (在 MPL 的表面上具有催化剂 374) 的阳极气体扩散电极 370 和阳极集电器 380。

[0091] 气体扩散电极在一个实施例中为带有三个层的单体 (one piece)。三个层为气体

扩散层 (GDL) (碳纸 (carbon paper))、微孔层 (MPL) (PTFE 或 PVDF) 和催化剂层 (碳 / 铂)。

[0092] 图 4 是燃料电池组 300 的透视图。显示了阳极集电器 335, 展示了多个孔隙 410。在一个实施例中, 孔隙相对较大, 以允许氢气穿过移动到阳极气体扩散层 330。

[0093] 氢气发生器中使用的水在燃料电池中通过来自周围环境的氧气与来自氢气发生器的氢气之间的电化学反应产生。在恒定电负载下, 在燃料电池上产生的水与产生电化学反应中消耗的氢气所需要的水的量精确地或基本上相当, 因此, 当所产生的水被循环时反应是自持运转的。术语“基本上相当”考虑了在燃料电池上产生的水可能不是精确地与产生氢气所需要的水相当。来自周围环境的水蒸气也可能被转移, 并且一些水蒸气可能散失到周围环境中。提供释放阀 130 以防反应产生过量的氢气。

[0094] 阴极 GDL 上的疏水涂层和阳极 GDL 上的亲水涂层通过提高 PEM 两侧的液压压差来促进水穿过 PEM 的回渗 (back permeation)。阳极上的吸湿材料 (氢气发生氢化物燃料) 通过降低阴极上的湿度 (蒸气压力) 进一步提高 PEM 两侧的液压压差。由此在燃料电池阴极和氢气发生器之间提供了扩散通道。

[0095] 电力发生器 100 是不需要运动部件而发电的无阀门电力发生器。此外, 对于发电不存在由使用阀门来控制水蒸气从燃料电池扩散到燃料的电力发生器所施加的限制。此外, 无阀门电力发生器可提供自动调节的水流。氢气发生速率根据从燃料电池中提取的电能进行调节而不需要运动部件。还有, 通过不需要阀门操作, 燃料电池可占电力发生器的表面, 而燃料占用电力发生器的大量容积。去除阀门释放出电力发生器相当大一部分容积用于额外的燃料, 提高了电力发生器的能量密度和比能。

[0096] 可形成许多不同尺寸的电力发生器, 诸如具有与现有的电池相同容积形状的电力发生器, 或者具有其它所需形状的电力发生器。在一个实施例中, 电力发生器可包装在容器内, 容器或者通过容器中选择的眼孔 (holes), 或者通过气体可透过的容器提供阴极通往周围环境空气的连续通道。容器可具有通往集电板的导线。类似地, 容器可具有电气上联接的串联或并联的多个燃料电池, 以提供所需的电压容量和电流容量。

[0097] 在一些实施例中, 电力发生器不需要液态水。从燃料电池的阴极区提供水蒸气, 而空气紧靠近阴极提供。水转移经过燃料电池的膜。从燃料电池的阴极区提供水通道, 而空气通道紧靠近阴极提供, 其中通道不经过燃料电池的膜。经过燃料电池的水转移随着压差 (differential pressure) 而变化, 水转移速率下降即压差上升。

[0098] 在许多实施例中, 将微孔层添加到燃料电池膜中, 以促进从阴极到阳极的水转移。将疏水层添加到燃料电池中, 以促进从阴极到阳极的水转移。将亲水层也添加到燃料电池中, 以促进从阴极到阳极的水转移。

[0099] 燃料电池可采用微加工方法制造, 并且可为阴极提供保护盖, 以在不需要发电时防止阴极过分地暴露于空气和水蒸气。当需要发电时, 可取下该盖。

[0100] 阴极上的水通量 J_M 是至少三个分量 (扩散、渗透阻力和液压渗透) 的函数:

$$[0101] \quad J_M = \frac{-D\Delta C_{C-A}}{\delta_M} + \frac{n_d I}{F} - \frac{K\Delta P_{C-A}\rho}{\mu M_{H_2O}}$$

[0102] 如果阴极上的水通量为零, 则电流 (I) 为:

$$[0103] \quad I = \frac{F}{n_d} \left[\frac{\Delta C_{C-A}}{\delta_M} + \frac{K\Delta P_{C-A}\rho}{\mu M_{H_2O}} \right]$$

[0104] 其中：

[0105]

$$\Delta P_{C-A} = P_{\text{阴极}} - P_{\text{阳极}} - \frac{2\sigma \cos(\theta_c)}{r_c}$$

[0106] 电流密度 (I) 是 PEM 膜两侧绝对压差的函数。

[0107] $I = f(P_{\text{阴极}} - P_{\text{阳极}})$

[0108] 因为水的产生,且因此氢气的产生是电流的函数,因此反馈机制是固有的,并且其控制压力并保持电力发生器稳定。因此控制阀不是必需的。

[0109] $H_2O_{\text{产生}} \propto H_2_{\text{产生}} \propto I$

[0110] 如前面所指出的,燃料电池阴极上的水通量是至少三种方式的水转移的总和:PEM 膜中的水扩散、电渗透 (electro osmosis) 和液压渗透。

[0111] 通过使用薄膜并利用膜两侧大的水浓度差促进水通过扩散转移进电力发生器 ((从阴极到阳极))。

[0112] 通过电渗透转移出电力发生器 (从阳极到阴极) 的水是电流密度的函数,并且可以利用低的电流密度使其减到最小。

[0113] 通过在阴极 GDL 上使用疏水涂层和小的孔隙尺寸以及在阳极 GDL 上使用亲水涂层和大的孔隙尺寸可促进水通过液压渗透转移到电力发生器中 (从阴极到阳极)。液压渗透可通过使用在阳极处产生低湿度 (低液压) 气氛的吸湿燃料而被加大。液压渗透还可以通过在燃料电池膜两侧建立压差而被加大。可以通过使电力发生器在低于周围环境氢气压力的条件下运行来达成这一点。

[0114] 有几种方法可用来提高从阴极到阳极的水通量。诸如膜厚度 (δ_m) 的参数可降至最小,阴极微孔层的接触角度 (θ_c) 可增至最大。阴极微孔层的孔隙半径 (r_c) 也可降至最小。阳极微孔层的接触角度 (r_c) 可降至最小。同样,使阳极微孔层的孔隙半径 (θ_c) 增至最大有助于提高从阴极到阳极的水通量。在一个实施例中,参数不应当降至最小或增至最大,因为在其极值处它们负面地影响限制电力发生器性能的其他因素。

[0115] 膜两侧的压差与液压渗透之间的关系允许电力发生器不使用阀门而对化学反应进行调节。水在这种平稳状态条件下循环。可对影响水流量的以上参数进行平衡以提供这种循环。微孔层 (MPL) 由与聚合物粘结剂 (通常为 PTFE 或 PVDF) 混合的 100nm 到 150nm 的碳粒子或石墨粒子组成。阴极 MPL 的孔隙尺寸可在 100nm 到 1000nm 的范围内变化,厚度可在 10um 到 100um 的范围内变化,接触角度可在 90 度到 120 度的范围内变化。阳极 MPL 的孔隙尺寸可在 500nm 到 2000nm 的范围内变化,厚度可在 10um 到 100um 的范围内变化,接触角度可在 50 度到 90 度的范围内变化。这些参数和范围中的每一项均为近似值,并且在许多实施例中可被超出。

[0116] 对于负载在其下恒定的平稳状态条件,由燃料电池产生水的速率等于由氢气发生反应消耗水的速率。反应是自持运转的并且电力发生器内的压力是恒定的。如果负载增加,则电力发生器内的压力降低,因为氢气被燃料电池所消耗。内部压力的下降导致液压渗透加大,因此,更多的水转移到氢气发生器中并产生更多的氢气,然后在较低的压力下达到新的稳定状态。

[0117] 如果负载降低,则电力发生器内的压力升高,这将减少液压渗透和氢气发生,然后

在较高的压力下达到新的稳定状态。在无负载时,穿过膜的氢气渗透损失将基本上与液压渗透的速率相当,然后达到最大平稳状态压力。在一个实施例中,可邻近氢气发生器设置释放阀,以在由于各种原因产生过量氢气的情况下释放压力。

[0118] 图 5 显示电力发生器 500 的另一个实施例。容器 510 盛装氢气发生燃料 515,该氢气发生燃料 515 在一个实施例中占用电力发生器相当大的容积。膜 520(诸如 Gore Tex 水蒸气和氢气可透膜)将燃料 515 与燃料电池组件 530 隔开。燃料电池组件 530 可按照与燃料电池组 300 相同的方式形成。

[0119] 燃料电池组件 530 在一个实施例中由开放的空间 535 与膜 520 隔开。开放的空间 535 为氢气积聚以及穿过燃料电池组的孔口(ports)到达阳极和阴极提供了空间。因此,在一个实施例中,扩散通道将燃料电池阴极和氢气发生器隔开。燃料电池组件 530 在一个实施例中由容器 510 支撑。容器 510 还包括开口 540 和基部 545。开口 540 提供了通往周围环境空气以及发电反应中所使用的氧气的通道。这种开口可限制为将提供给阴极的氧气量限制到对于所需发电足够的程度。

[0120] 对于所需的功率水平,燃料电池阴极上的限制允许基本上足够的氧气从周围环境扩散到阴极,同时限制水蒸气从阴极扩散到周围环境。开口 540 还可包含位于开口和阴极之间的氧气可透过而水蒸气不可透过的膜 545,对于所需的功率水平,膜 545 允许基本上足够的氧气从周围环境渗透到阴极,同时限制水蒸气从阴极渗透到周围环境。在一个实施例中,膜 550 包括一个薄层或多层的氟化乙烯聚合物或氟化丙烯聚合物(PEP)或全氟烷氧基(PFA),以提供高选择性。其它材料也可以按照类似的方式操作。这种膜还可用在其它实施例中,诸如用于电力发生器 100,其中这种膜可包围阴极。

[0121] 摘要按照 37 C.F.R. § 1.72(b) 的要求提供,以使得读者迅速地弄清本技术公开的本质和要旨。摘要是基于其不会被用来解释或限制权力要求的范围或含义的理解而提交。

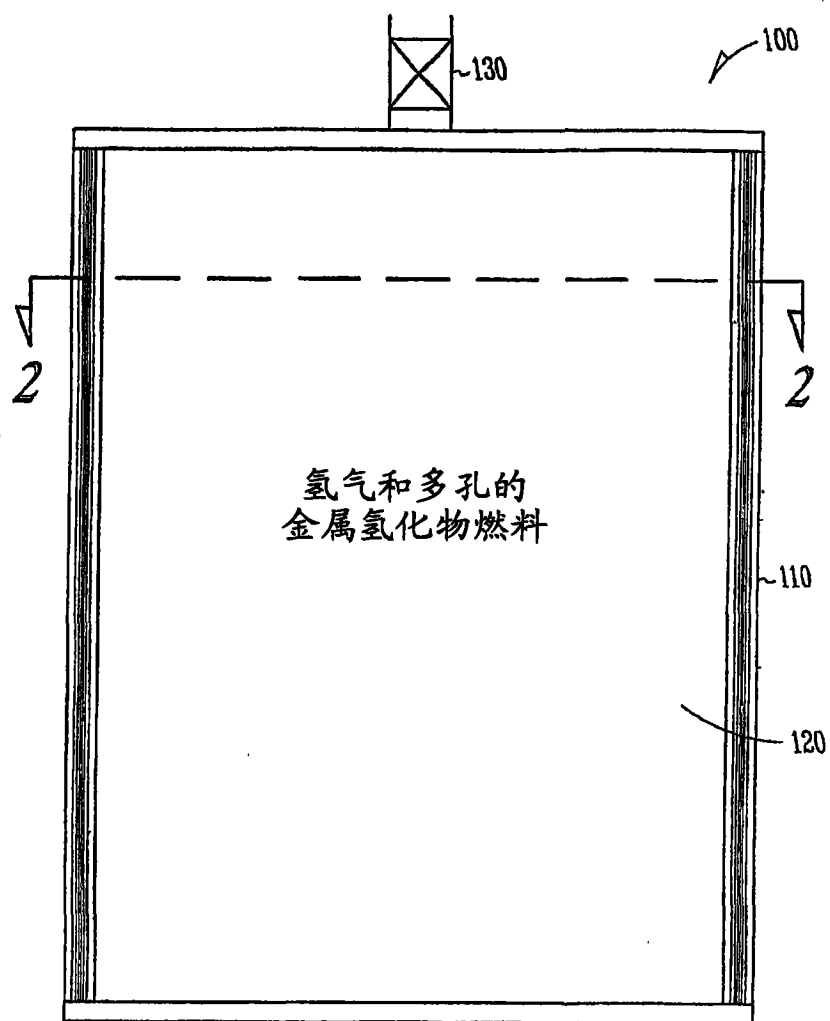


图 1

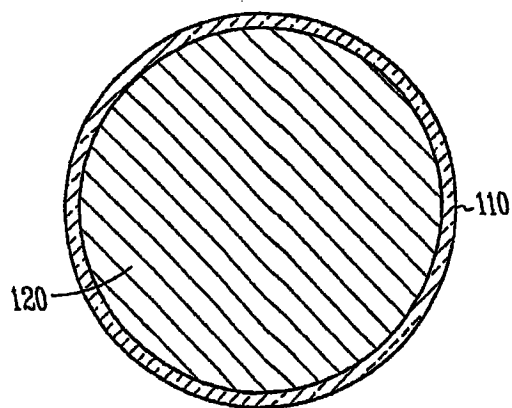


图 2

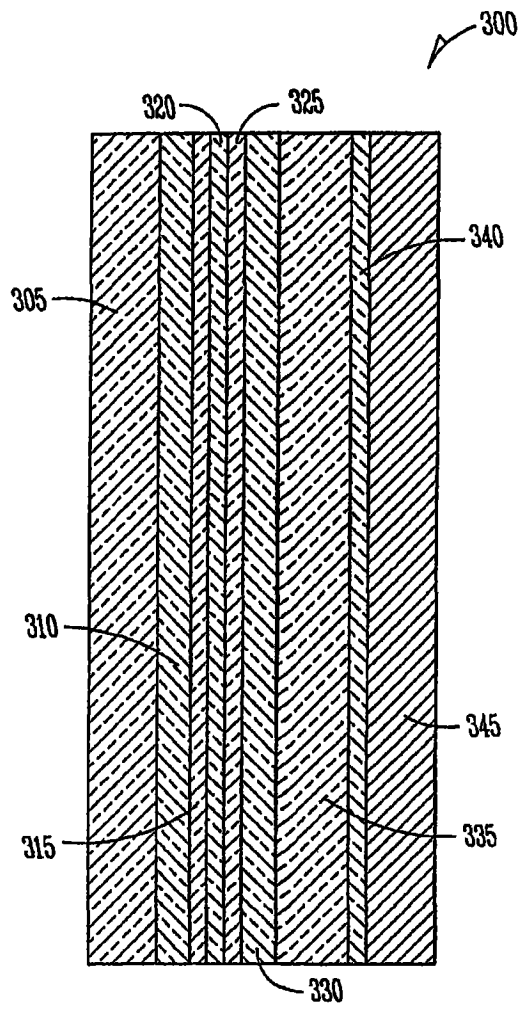


图 3A

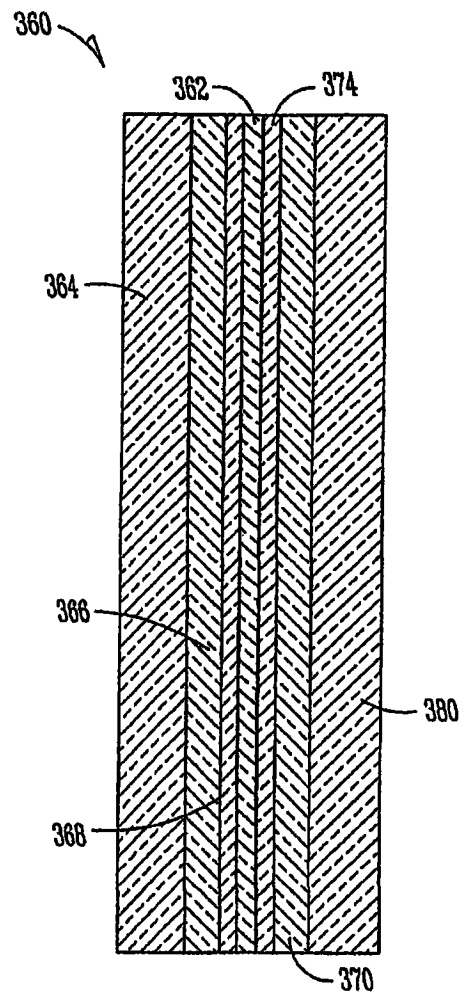


图 3B

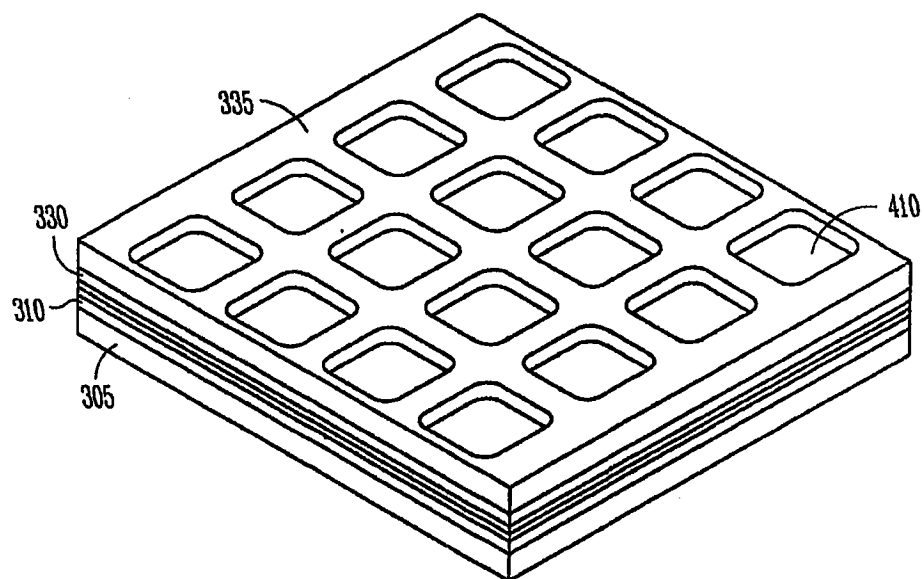


图 4

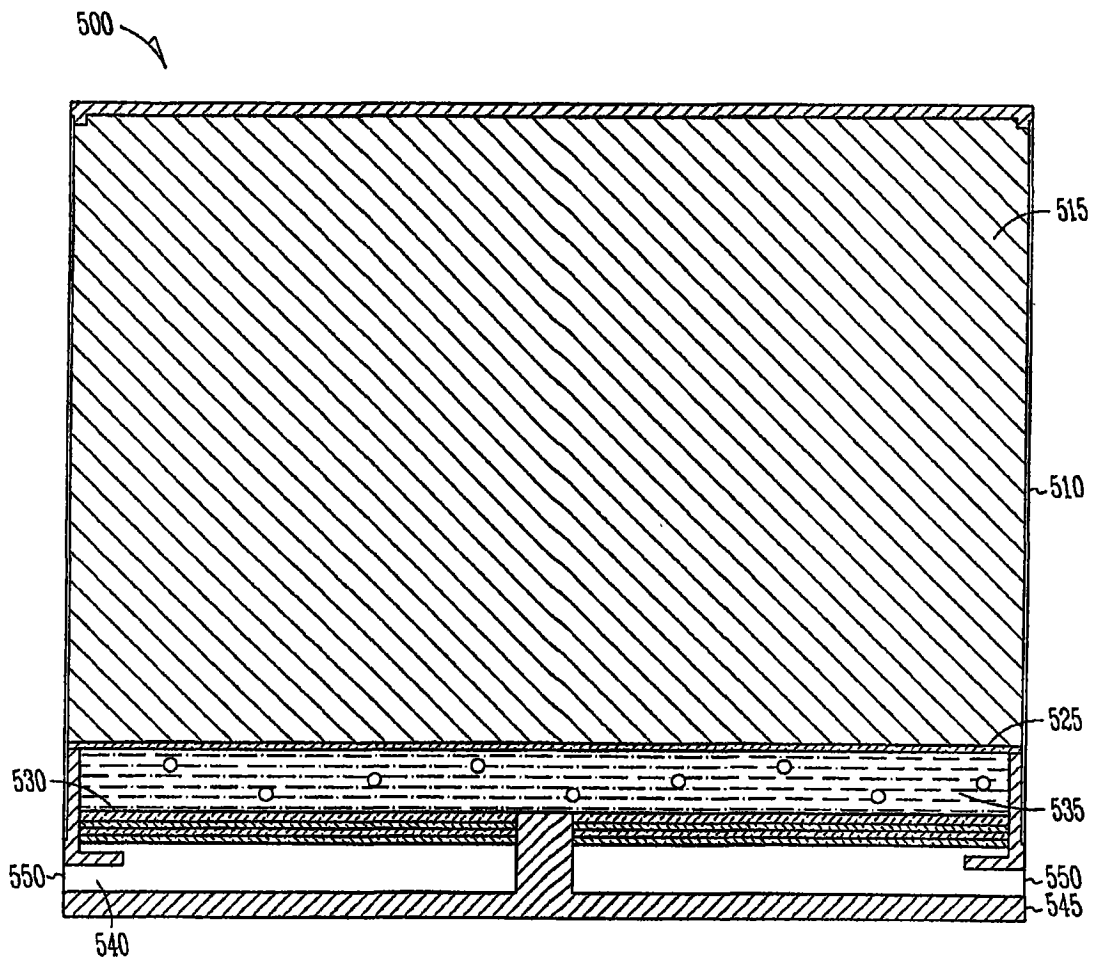


图 5