

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01M 8/00

H01M 8/04



[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 200420081717.5

[45] 授权公告日 2005 年 8 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 2718794Y

[22] 申请日 2004. 8. 11

[21] 申请号 200420081717.5

[73] 专利权人 上海神力科技有限公司

地址 201401 上海市工业综合开发区龙洋工业
园区国际一道 27 幢

[72] 设计人 胡里清 夏建伟 李 拯 付明竹

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

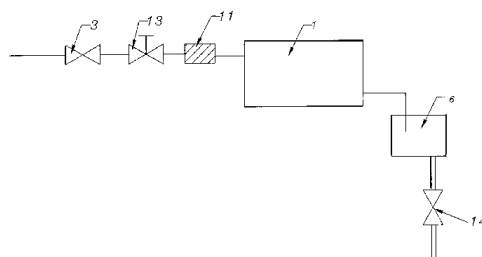
代理人 赵志远

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称 一种可提高氢气利用率的燃料电池
电池

[57] 摘要

本实用新型涉及一种可提高氢气利用率的燃料电池，包括燃料电池堆、储氢装置、减压阀、空气过滤装置、空气压缩供应装置、氢气水-汽分离器、空气水-汽分离器、水箱、冷却流体循环泵、散热器、氢气增湿装置、空气增湿装置、氢稳压阀、常闭电磁阀，该常闭电磁阀设在上述氢气水-汽分离器的出口端，或者该常闭电磁阀直接与燃料电池堆氢气出口管路相连，所述的燃料电池堆的导氢气流板的氢气进口设在其顶部，氢气出口设在其底部，氢气在导氢气流板沿重力方向由上往下流动。与现有技术相比，本实用新型具有结构简单、成本较低、运行稳定等优点。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种可提高氢气利用率的燃料电池，包括燃料电池堆、储氢装置、减压阀、空气过滤装置、空气压缩供应装置、氢气水一汽分离器、空气水一汽分离器、水箱、冷却流体循环泵、散热器、氢气增湿装置、空气增湿装置、氢稳压阀，其特征在于，还包括一常闭电磁阀，该常闭电磁阀设在上述氢气水一汽分离器的出口端，或者该常闭电磁阀直接与燃料电池堆氢气出口管路相连，所述的燃料电池堆的导氢气流板的氢气进口设在其顶部，氢气出口设在其底部，氢气在导氢气流板沿重力方向由上往下流动。

2. 根据权利要求 1 所述的可提高氢气利用率的燃料电池，其特征在于，所述的氢气向燃料电池堆供应的压力是氢气经过减压阀、氢稳压阀以及氢气增湿装置后的压力，该压力大于大气压力。

3. 根据权利要求 1 所述的可提高氢气利用率的燃料电池，其特征在于，所述的燃料电池堆中电极氢气侧工作压力比电极空气侧工作压力高 0.1~1 个大气压。

4. 根据权利要求 1 所述的可提高氢气利用率的燃料电池，其特征在于，所述的常闭电磁阀在燃料电池运行过程中每隔 5~600 秒开启一次，开启持续时间为 1~5 秒。

一种可提高氢气利用率的燃料电池

技术领域

本实用新型涉及燃料电池，尤其涉及一种可提高氢气利用率的燃料电池。

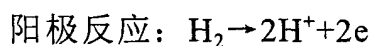
背景技术

电化学燃料电池是一种能够将氢及氧化剂转化成电能及反应产物的装置。该装置的内部核心部件是膜电极（Membrane Electrode Assembly，简称MEA），膜电极（MEA）由一张质子交换膜、膜两面夹两张多孔性的可导电的材料，如碳纸组成。在膜与碳纸的两边界面上含有均匀细小分散的引发电化学反应的催化剂，如金属铂催化剂。膜电极两边可用导电物体将发生电化学反应过程中生成的电子，通过外电路引出，构成电流回路。

在膜电极的阳极端，燃料可以通过渗透穿过多孔性扩散材料（碳纸），并在催化剂表面上发生电化学反应，失去电子，形成正离子，正离子可通过迁移穿过质子交换膜，到达膜电极的另一端阴极端。在膜电极的阴极端，含有氧化剂（如氧气）的气体，如空气，通过渗透穿过多孔性扩散材料（碳纸），并在催化剂表面上发生电化学反应得到电子，形成负离子。在阴极端形成的阴离子与阳极端迁移过来的正离子发生反应，形成反应产物。

在采用氢气为燃料，含有氧气的空气为氧化剂（或纯氧为氧化剂）的质子交换膜燃料电池中，燃料氢气在阳极区的催化电化学反应就产生了氢正离子（或叫质子）。质子交换膜帮助氢正离子从阳极区迁移到阴极区。除此之外，质子交换膜将含氢气燃料的气流与含氧的气流分隔开来，使它们不会相互混合而产生爆发式反应。

在阴极区，氧气在催化剂表面上得到电子，形成负离子，并与阳极区迁移过来的氢正离子反应，生成反应产物水。在采用氢气、空气（氧气）的质子交换膜燃料电池中，阳极反应与阴极反应可以用以下方程式表达：



阴极反应： $1/2\text{O}_2+2\text{H}^++2\text{e}\rightarrow\text{H}_2\text{O}$

在典型的质子交换膜燃料电池中，膜电极（MEA）一般均放在两块导电的极板中间，每块导流极板与膜电极接触的表面通过压铸、冲压或机械铣刻，形成至少一条以上的导流槽。这些导流极板可以是金属材料的极板，也可以是石墨材料的极板。这些导流极板上的流体孔道与导流槽分别将燃料和氧化剂导入膜电极两边的阳极区与阴极区。在一个质子交换膜燃料电池单电池的构造中，只存在一个膜电极，膜电极两边分别是阳极燃料的导流板与阴极氧化剂的导流板。这些导流板既作为电流集流板，也作为膜电极两边的机械支撑，导流板上的导流槽又作为燃料与氧化剂进入阳极、阴极表面的通道，并作为带走燃料电池运行过程中生成的水的通道。

为了增大整个质子交换膜燃料电池的总功率，两个或两个以上的单电池通常可通过直叠的方式串联成电池组或通过平铺的方式联成电池组。在直叠、串联式的电池组中，一块极板的两面都可以有导流槽，其中一面可以作为一个膜电极的阳极导流面，而另一面又可作为另一个相邻膜电极的阴极导流面，这种极板叫做双极板。一连串的单电池通过一定方式连在一起而组成一个电池组。电池组通常通过前端板、后端板及拉杆紧固在一起成为一体。

一个典型电池组通常包括：（1）燃料及氧化剂气体的导流进口和导流通道，将燃料（如氢气、甲醇或乙醇、天然气、汽油经重整后得到的富氢气体）和氧化剂（主要是氧气或空气）均匀地分布到各个阳极、阴极面的导流槽中；（2）冷却流体（如水）的进出口与导流通道，将冷却流体均匀分布到各个电池组内冷却通道中，将燃料电池内氢、氧电化学放热反应生成的热吸收并带出电池组进行散热；（3）燃料与氧化剂气体的出口与相应的导流通道，燃料气体与氧化剂气体在排出时，可携带出燃料电池中生成的液、汽态的水。通常，将所有燃料、氧化剂、冷却流体的进出口都开在燃料电池组的一个端板上或两个端板上。

质子交换膜燃料电池可用作车、船等运载工具的动力系统，又可用作移动式、固定式的发电装置。

质子交换膜燃料电池可用作车、船动力系统或移动式和固定式发电站时，必须包括电池堆、燃料氢气供应系统、空气供应子系统、冷却散热子系统、

自动控制及电能输出各个部分。

图 1 为燃料电池发电系统，在图 1 中，1 为燃料电池堆，2 为储氢瓶或其他储氢装置，3 为减压阀，4 为空气过滤装置，5 为空气压缩供应装置，6'、6 为水—汽分离器，7 为水箱，8 为冷却流体循环泵，9 为散热器，10 为氢循环泵，11、12 为增湿装置，13 为氢稳压阀。

为了提高燃料电池整个发电系统的能量转换效率，除了提高燃料电池的电极性能以外，提高燃料电池发电系统的氢气利用率非常重要。氢气供应及循环利用对提高燃料电池发电系统的氢气利用率，及保证燃料电池发电系统的运行稳定性，有关键作用。燃料氢气经过减压、稳压后，又经过增湿装置输送进入燃料电池堆与电极另一侧的氧化剂发生电化学反应。在电极氢气供应一侧随着反应不断进行，会慢慢产生水。这些水主要来自两个方面，一是增湿后的氢气携带一部分水进入燃料电池堆，氢气反应掉后，水就留下来；另一部分是电化学反应的产物水经过电极的反渗透从电极阴极侧跑到电极阳极侧。为了将这二部分水从电极阳极侧带出燃料电池堆，必须向燃料电池堆供应大于 1.0 计量比的氢气流量，过量的氢气将离开燃料电池堆，将这二部分水带出。

所以目前有以下技术可以同时做到既可以将过量的氢气循环使用，又可以将燃料电池堆中的水带出：

(1) 利用氢气循环泵，循环装置的技术。如图 1，氢气循环装置将过量的氢气使用，重新进入燃料电池堆反应，同时又可以将上述二部分水带出燃料电池堆。如专利技术“一种适合低压运行的燃料电池氢气循环利用装置”，中国专利号为 03255444.3。

(2) 采用弹射泵技术。如 US Patent 5441821 (1995 年)，该技术主要利用高压，高速氢气通过弹射泵后，弹射泵空腔中产生真空状态，将燃料电池堆中过量的氢气重新吸回来，重新进入燃料电池堆反应，同时又可以将上述二部分水带出燃料电池堆。

上述二种技术都有很大的技术缺陷：

(1) 采用氢气循环泵不但在整个燃料电池发电系统中增加了昂贵的器件，而且氢气循环泵直接消耗了功率，降低整个燃料电池发电系统的发电效

率，即燃料氢气转换效率。

(2) 氢气循环泵增加了整个燃料电池发电系统的集成重量与体积，而且增加了不安全因素，氢气容易在氢气循环泵体内发生泄漏。

(3) 利用弹射泵技术，必须在弹射泵前输入高压氢气，而弹射泵将氢气喷入燃料电池堆后的压力一般比弹射泵前端低得多，才能保证弹射泵腔体产生较大的真空吸力。但当燃料电池停止工作时，弹射泵前后端压力会相等，致使燃料电池堆承受很危险的高氢气压力。所以为了防止上述危险情况发生，必须采用非常昂贵、敏感的控制系統来控制燃料电池堆的氢气压力处于正常工作压力范围内。

(4) 当燃料电池发电系统输出功率发生急剧变化时，上述弹射泵技术很难保证燃料电池堆处于正常的氢气压力范围。特别时当大功率输出突然到很小功率输出时，由于控制系统的反应需要一定时间，燃料电池堆在某一瞬时承受与弹射泵前端高压氢气压力差不多的压力。而且在燃料电池发电系统输出功率经常发生变化时，同一个弹射泵的设计很难满足吸回过量氢气的流量可以处于一个较窄的范围，往往吸回过量氢气的流量变化范围很大，无法保证燃料电池发电系统的稳定性。

(5) 弹射泵很难加工，而且与控制系統一起集成后增加了燃料电池发电系统的体积与重量而且价格很昂贵。

实用新型内容

本实用新型的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种结构简单、成本较低、运行稳定的可提高氢气利用率的燃料电池。

本实用新型的目的可以通过以下技术方案来实现：一种可提高氢气利用率的燃料电池，包括燃料电池堆、储氢装置、减压阀、空气过滤装置、空气压缩供应装置、氢气水—汽分离器、空气水—汽分离器、水箱、冷却流体循环泵、散热器、氢气增湿装置、空气增湿装置、氢稳压阀，其特征在于，还包括一常闭电磁阀，该常闭电磁阀设在上述氢气水—汽分离器的出口端，或者该常闭电磁阀直接与燃料电池堆氢气出口管路相连，所述的燃料电池堆的导氢气流板的氢气进口设在其顶部，氢气出口设在其底部，氢气在导氢气流

板沿重力方向由上往下流动。

所述的氢气向燃料电池堆供应的压力是氢气经过减压阀、氢稳压阀以及氢气增湿装置后的压力，该压力大于大气压力。

所述的燃料电池堆中电极氢气侧工作压力比电极空气侧工作压力高 0.1~1 个大气压。

所述的常闭电磁阀在燃料电池运行过程中每隔 5~600 秒开启一次，开启持续时间为 1~5 秒。

本实用新型高压燃料氢气经过减压、稳压装置后经过增湿装置后进入燃料电池堆，燃料电池堆燃料氢气总出口用管路与一个水—汽分离器相连接，水—汽分离器上有一个常闭电磁阀，一般状况下处于闭合状态，也可以将该常闭电磁阀与燃料电池堆氢气总出口管路相连。这样，氢气向燃料电池堆供应后，并没有循环回路，氢气向燃料电池堆供应是一种死胡同式的供应。本实用新型氢气向燃料电池堆供应的压力是氢气经过减压、稳压装置后的压力，与燃料电池堆的工作压力相同。燃料电池堆输出功率可以变换很大，但只要保证减压、稳压装置在氢气流量较大变化范围都能保证稳压功能，就可以保证燃料电池堆的工作压力稳定，工作压力一般比大气压力大。本实用新型燃料电池堆中电极氢侧工作压力始终保证比电极氧化剂侧高 0.1~1 个大气压，以确保燃料电池堆电极氧化剂侧生成的产物水较难向电极氢侧反渗透。本实用新型燃料电池堆中导流板氢导流场的设计必须是按重力方向来走向，有利于利用重力排水。本实用新型随着燃料电池发电系统的运行每隔一定时间（5~600 秒）内，氢气水—汽分离器或氢气总出口管路上的常闭（排水）电磁阀将开启一次以将燃料电池堆中氢侧积水有效排出。

与现有技术相比，本实用新型具有以下优点：

（1）减少的整个燃料电池发电系统中的复杂、昂贵的氢气循环装置或器件。

（2）大大提高了整个燃料电池发电系统的氢气利用率。因为氢气随着燃料电池堆输出功率而被消耗，没有排放，是死胡同式的供应。

（3）采用特殊的按重力方向的氢气导流场设计，有利于重力排水。

（4）氢气运行压力稳定，不会因为燃料电池堆功率输出变化而波动较大。

由于氢气运行压力比电极空气侧高，大大减少了产物水反渗透。有利于氢气导流槽畅通。

(5) 氢气运行压力至少比大气压力高。所以当排水电磁阀打开时可以将少部分水从燃料电池堆中排出，从而保证燃料电池发电系统的运行的稳定性。

附图说明

图 1 为现有燃料电池发电系统的示意图；

图 2 为本实用新型燃料电池氢气供应部分的结构示意图；

图 3 为本实用新型燃料电池氢气供应部分的另一结构示意图；

图 4 为本实用新型实施例 1 导氢气流板的结构示意图；

图 5 为本实用新型实施例 2 导氢气流板的结构示意图。

具体实施方式

下面结合附图及具体实施例对本实用新型作进一步说明。

实施例 1

如图 2、图 4 并结合图 1 所示，一种可提高氢气利用率的燃料电池，包括燃料电池堆 1、储氢装置 2、减压阀 3、空气过滤装置 4、空气压缩供应装置 5、氢气水—汽分离器 6、空气水—汽分离器 6'、水箱 7、冷却流体循环泵 8、散热器 9、氢气增湿装置 11、空气增湿装置 12、氢稳压阀 13、常闭电磁阀 14，所述的常闭电磁阀 14 设在上述氢气水—汽分离器 6 的出口端，所述的燃料电池堆 1 的导氢气流板 11 的氢气进口 111 设在其顶部，氢气出口 113 设在其底部，导氢气流板 11 上的导流槽 112 为由上而下的直形槽，氢气在导氢气流板 11 沿重力 P 方向由上往下流动。所述的燃料电池堆 1 中电极氢气侧工作压力比电极空气侧工作压力高 0.1 个大气压。

在本实施例中，采用 10KW 燃料电池堆，100 个单电池，每个单电池的导氢气流板尺寸为 206mm×206mm；导氢气流板中氢气导流场按重力方向流动，如图 3；高压氢气经过减压，稳压后输入燃料电池堆压力为 0.5 个大气压（相对压力）；燃料电池发电系统从 0~10KW 输出范围内，氢气压力变化为 0.5~0.3 大气压（相对压力）；一般情况下燃料电池工作参数是：

工作温度：环境温度 $\sim 70^{\circ}\text{C}$ ；

氧化剂为常压空气；

氢气工作压力 0.5 \sim 0.3 个大气压；

输出功率 0 \sim 10KW；

常闭（排水）电磁阀每隔 3 分钟排水一次，排水时间为 1 \sim 2 秒。

燃料电池发电系统可以工作非常稳定。

实施例 2

如图 2、图 5 并结合图 1 所示，一种可提高氢气利用率的燃料电池，该燃料电池实施例中，燃料电池堆导氢气流板 11 上的导流槽 112 为由上而下的蛇形槽，氢气在导氢气流板 11 沿重力 P 方向由上往下流动。本实施例的燃料电池堆 1 中电极氢气侧工作压力比电极空气侧工作压力高 1 个大气压。本实施例的常闭电磁阀在燃料电池运行过程中每隔 360 秒开启一次，开启持续时间为 2 \sim 5 秒。本实施例的其它结构及参数与实施例 1 相同。

实施例 3

如图 3、图 4 并结合图 1 所示，一种可提高氢气利用率的燃料电池，该燃料电池实施例中，氢气水-汽分离器 6 可以省略，常闭电磁阀 14 直接与燃料电池堆 1 氢气总出口管路相连，其余与实施例 1 相同。

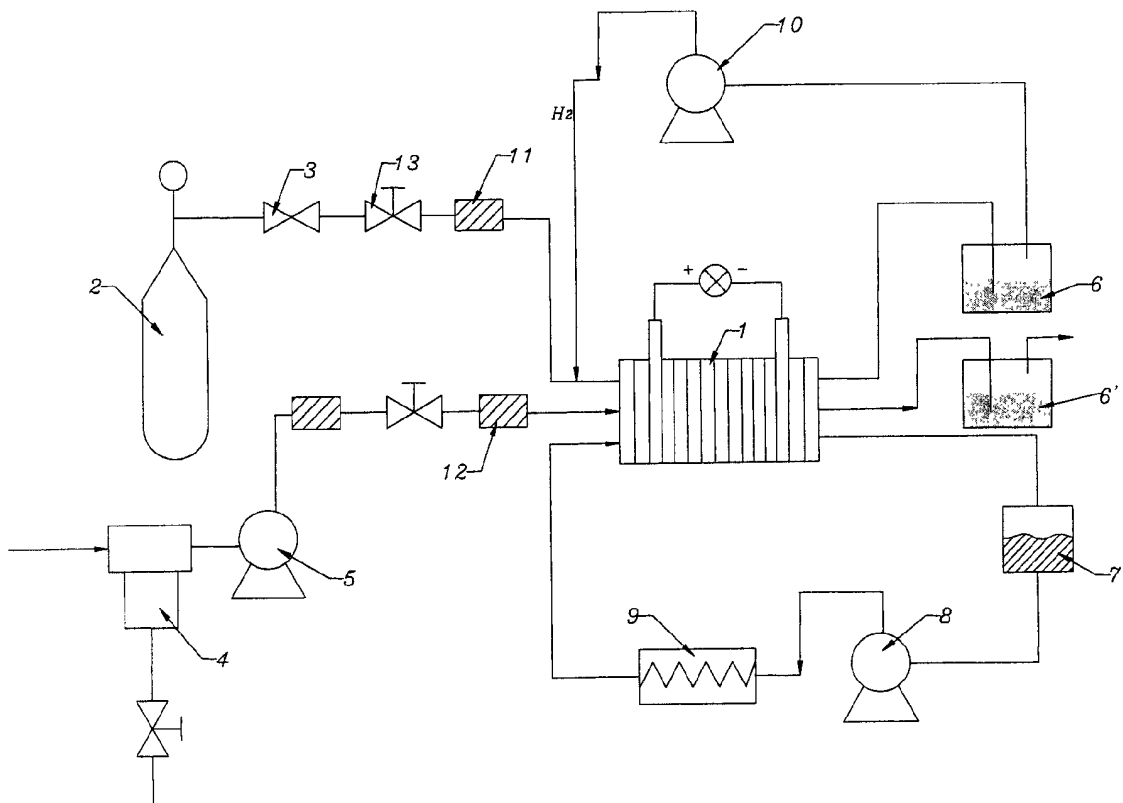


图 1

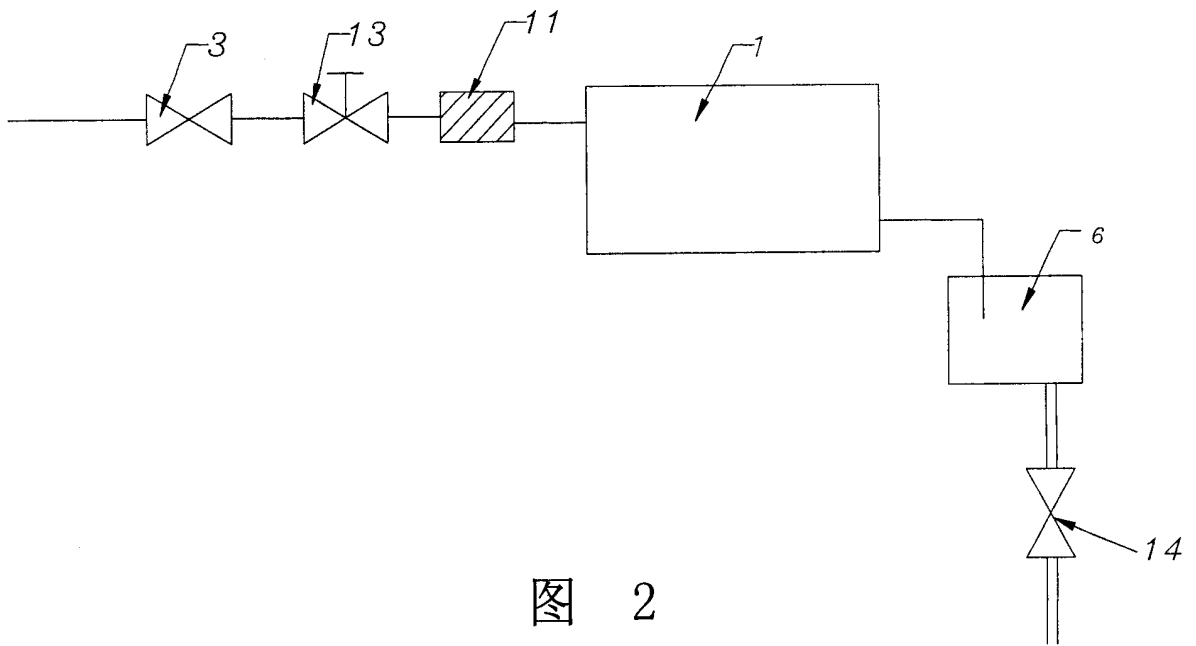


图 2

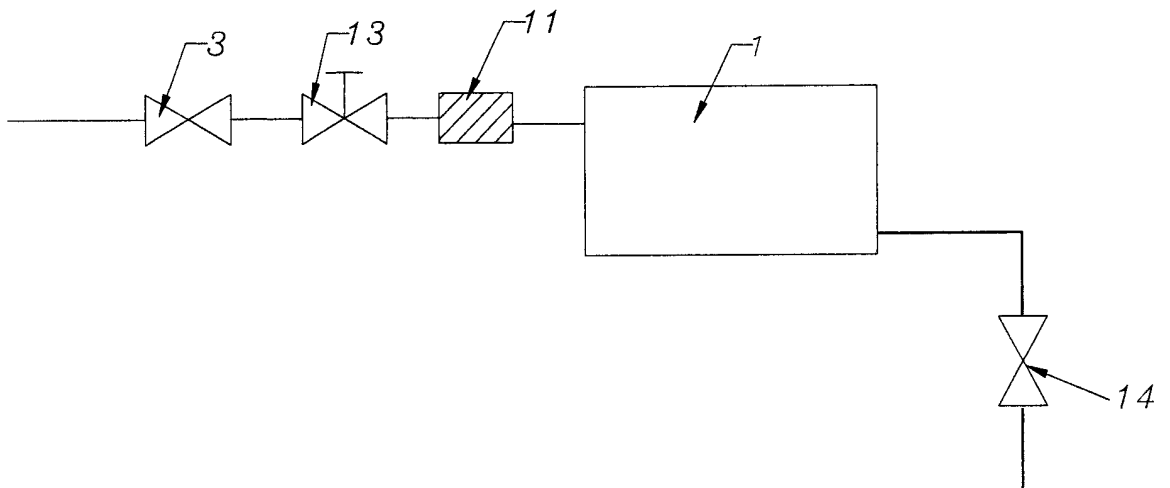


图 3

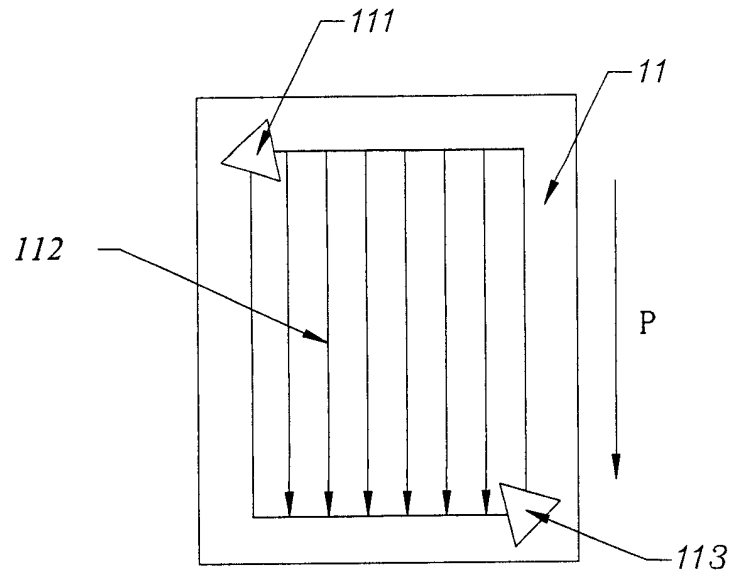


图 4

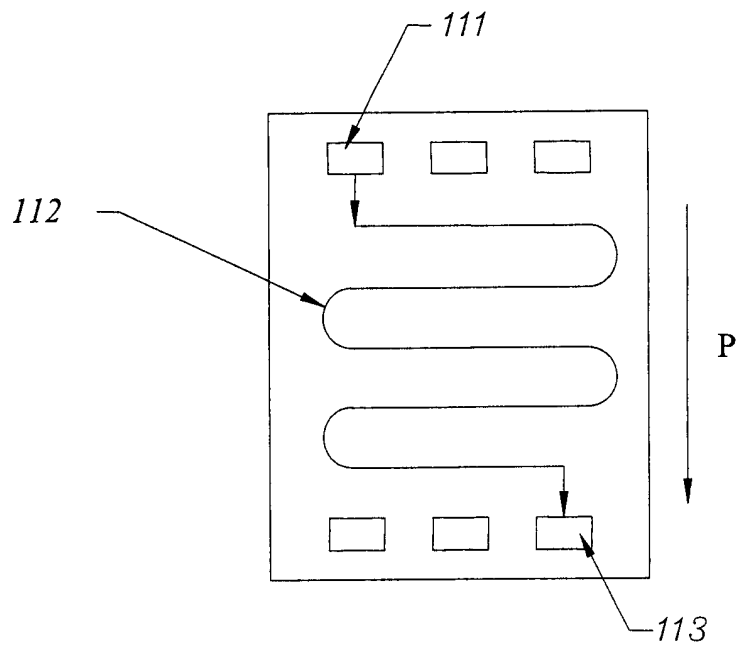


图 5