

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 8/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410067710.2

[45] 授权公告日 2009年7月22日

[11] 授权公告号 CN 100517842C

[22] 申请日 2004.11.2

[21] 申请号 200410067710.2

[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] 发明人 胡里清 葛栩栩 李 创 郭伟良

[56] 参考文献

US2004/0185315A1 2004.9.23

JP11-283651A 1999.10.15

CN1444779A 2003.9.24

US2002/0177017A1 2002.11.28

审查员 刘 颖

[74] 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司

代理人 赵继明

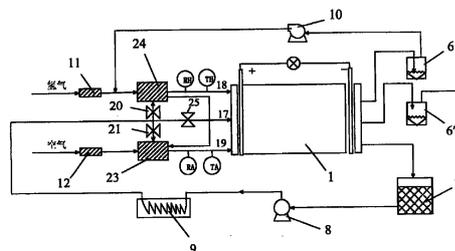
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

[54] 发明名称

一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池

[57] 摘要

本发明涉及一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，包括燃料电池堆、储氢装置、氢减压阀、氢气增湿装置、空气过滤装置、空气压缩供应装置、空气增湿装置、氢气水—汽分离器、氢循环泵、空气水—汽分离器、水箱、冷却流体循环泵、散热器，还包括氢气温度与湿度调节装置、空气温度与湿度调节装置。与现有技术相比，本发明由于在氢气或空气进入燃料电池堆参加反应之前进行了温度与湿度的调节，因此避免了燃料电池堆内过湿或过干现象，提高了燃料电池的运行稳定性。



1. 一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，包括燃料电池堆、储氢装置、氢减压阀、氢气增湿装置、空气过滤装置、空气压缩供应装置、空气增湿装置、氢气水—汽分离器、氢循环泵、空气水—汽分离器、水箱、冷却流体循环泵、散热器，所述的储氢装置通过氢减压阀、氢气增湿装置连接到燃料电池堆的氢气入口，燃料电池堆的氢气出口通过氢气水—汽分离器、氢循环泵连接到氢气增湿装置后，所述的空气过滤装置与空气压缩供应装置相连，再经过空气增湿装置与燃料电池堆的空气入口相连，燃料电池堆的空气出口与空气水—汽分离器连接，所述的燃料电池堆的冷却流体出口经过水箱、冷却流体循环泵、散热器连接到燃料电池堆的冷却流体入口，其特征在于，还包括氢气温度与湿度调节装置、空气温度与湿度调节装置，所述的氢气温度与湿度调节装置设在氢气增湿装置后面、燃料电池堆氢气进口前面的管路上，所述的空气温度与湿度调节装置设在空气增湿装置后面、燃料电池堆空气进口前面的管路上；所述的氢气或空气温度与湿度调节装置包括氢气或空气进气管、多根氢气或空气歧管、氢气或空气出气管、充满冷却流体流动的腔体，所述的多根氢气或空气歧管的首尾分别与氢气或空气进气管、氢气或空气出气管连通，该多根氢气或空气歧管设在充满冷却流体流动的腔体中。

2. 一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，包括燃料电池堆、储氢装置、氢减压阀、氢气增湿装置、空气过滤装置、空气压缩供应装置、空气增湿装置、氢气水—汽分离器、氢循环泵、空气水—汽分离器、水箱、冷却流体循环泵、散热器，所述的储氢装置通过氢减压阀、氢气增湿装置连接到燃料电池堆的氢气入口，燃料电池堆的氢气出口通过氢气水—汽分离器、氢循环泵连接到氢气增湿装置后，所述的空气过滤装置与空气压缩供应装置相连，再经过空气增湿装置与燃料电池堆的空气入口相连，燃料电池堆的空气出口与空气水—汽分离器连接，所述的燃料电池堆的冷却流体出口经过水箱、冷却流体循环泵、散热器连接到燃料电池堆的冷却流体入口，其特征在于，还包括氢气温度与湿度调节装置、空气温度与湿度调节装置，所述的氢气温度与湿度调节装置设在氢气增湿装置后面、燃料电池堆氢气进口前面的管路上，所述的空气

温度与湿度调节装置设在空气增湿装置后面、燃料电池堆空气进口前面的管路上；所述的氢气或空气温度与湿度调节装置包括氢气或空气进气管、氢气或空气出气管、氢气或空气通过之腔体、冷却流体盘管，所述的氢气或空气进气管、氢气或空气出气管分别设在氢气或空气通过之腔体的左右或上下的对角处，所述的冷却流体盘管布满氢气或空气通过之腔体中。

3. 根据权利要求 1 所述的一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，其特征在于，所述的多根氢气或空气歧管平行排列。

4. 根据权利要求 1 所述的一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，其特征在于，所述的多根氢气或空气歧管与氢气或空气进气管、氢气或空气出气管的连接处分别设有缓冲腔。

5. 根据权利要求 1 所述的一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，其特征在于，所述的充满冷却流体流动的腔体设有冷却流体进、出口，该冷却流体进、出口分别设在其腔体的上下或左右对角处。

6. 根据权利要求 2 所述的一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，其特征在于，所述的冷却流体盘管的进、出口设在氢气或空气通过之腔体的上下或左右的对角处。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，其特征在于，所述的充满冷却流体流动的腔体或冷却流体盘管中的冷却流体与燃料电池冷却系统中的冷却流体共用。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，其特征在于，所述的充满冷却流体流动的腔体或冷却流体盘管中的冷却流体的进出由电磁阀控制。

一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池

技术领域

本发明涉及燃料电池，尤其涉及一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池。

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：

阳极反应： $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}$

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 为目前典型的燃料电池发电系统，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 为空气过滤虑装置，5 为空气压缩供应装置，6 为氢气水—汽分离器，6' 为空气水—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 为氢气增湿装置，12 为空气增湿装置。

按照目前典型的燃料电池发电系统集成与运行原理，向燃料电池堆输送的氢气与空气必须经过稳压并经过增湿装置（11，12）后，变成达到一定相对湿度与温度的湿空气、氢气然后再进入燃料电池堆中发生电化学反应。否则干燥的或增湿不充分的空气、氢气向燃料电池堆输送时，过量的空气、氢气可以造成燃料电池堆中的核心部件—膜电极中的质子交换膜失水，质子交换膜失水将造成燃料电池内阻急剧增加，运行性能急剧下降。

目前应用于质子交换膜燃料电池增湿装置主要有以下几种：

1. 干空气、燃料氢气进入燃料电池前，在增湿装置中与纯净水进行直接接触、碰撞后使水分子与空气分子呈混合均匀的气态，空气、水分子进入燃料电池时，是达到一定相对湿度的空气。

2. 干空气或燃料氢气与纯净水进入燃料电池前，在增湿装置中并没有直接接触，而是由一层可以让水分子自由透过但不让气体分子透过的膜分隔开来，当膜一边流过干空气或氢气，而膜另一边流过纯净水时，水分子就会自动从膜一边透过膜另一边，使空气分子与水分子混合达到一定的相对湿度的空气。这种膜可以是质子交换膜，如杜邦公司的 Nafion 膜等。

3. 上海神力科技有限公司发明的一种利用进入燃料电池前的干空气与出燃料电池的湿空气进行水交换的增湿装置（专利申请号：02217654.3），该增湿装置由一个旋转内胆构成，内填充吸水材料，当干空气通过时，把内胆中填充材料表面的水分子带走，而湿空气与水通过内胆中填充材料表面重新吸附水分子。

但是目前的技术方案向燃料电池堆输送的氢气与空气经过增湿后变成达到一定相对湿度与温度的湿空气、氢气后直接进入燃料电池堆发生电化学反应

应有以下技术缺陷：

1. 一般来说，上述增湿装置都是为燃料电池在额定工作状态时的工作条件而设计的。当向燃料电池堆输送的氢气与空气流量发生较大变化时，比如在流量较小时，容易造成过增湿，过增湿的氢气或空气容易冷凝出少量液态水，这种液态水将被湿氢气、湿空气分别带入燃料电池氢气导流槽、空气导流槽中。造成导流槽的堵水。某个单电池中氢气导流槽中堵水或空气导流槽中堵水会造成该单电池处于燃料氢或空气供应不足的饥饿状态，该单电池性能将急剧下降，严重时会导致该电极反极而烧毁。

2. 上述增湿装置的设计一般都是按燃料电池的额定工作状态下，如额定工作温度下，额定氢气、空气流量通过增湿装置后可以达到设计目标的氢气、空气相对湿度的控制。但当外界温度变化及外界空气相对湿度变化较大时，经过上述增湿装置的氢气、空气相对湿度就会偏离目标控制值，即要么过湿、要么过干，引起燃料电池运行性能不稳定。

发明内容

本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种有利于提高运行稳定性的带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池。

本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，包括燃料电池堆、储氢装置、氢减压阀、氢气增湿装置、空气过滤装置、空气压缩供应装置、空气增湿装置、氢气水—汽分离器、氢循环泵、空气水—汽分离器、水箱、冷却流体循环泵、散热器，其特征在于，还包括氢气温度与湿度调节装置、空气温度与湿度调节装置，所述的氢气温度与湿度调节装置设在氢气增湿装置后面、燃料电池堆氢气进口前面的管路上，所述的空气温度与湿度调节装置设在空气增湿装置后面、燃料电池堆空气进口前面的管路上。

所述的氢气或空气温度与湿度调节装置包括氢气或空气进气管、多根氢气或空气歧管、氢气或空气出气管、充满冷却流体流动的腔体，所述的多根氢气或空气歧管的首尾分别与氢气或空气进气管、氢气或空气出气管连通，该多根氢气或空气歧管设在充满冷却流体流动的腔体中。

所述的多根氢气或空气歧管平行排列。

所述的多根氢气或空气歧管与氢气或空气进气管、氢气或空气出气管的连接处分别设有缓冲腔。

所述的充满冷却流体流动的腔体设有冷却流体进、出口，该冷却流体进、出口分别设在其腔体的上下或左右对角处。

所述的氢气或空气温度与湿度调节装置包括氢气或空气进气管、氢气或空气出气管、氢气或空气通过之腔体、冷却流体盘管，所述的氢气或空气进气管、氢气或空气出气管分别设在氢气或空气通过之腔体的左右或上下的对角处，所述的冷却流体盘管布满氢气或空气通过之腔体中。

所述的冷却流体盘管的进、出口设在氢气或空气通过之腔体的上下或左右的对角处。

所述的充满冷却流体流动的腔体或冷却流体盘管中的冷却流体与燃料电池冷却系统中的冷却流体共用。

所述的的充满冷却流体流动的腔体或冷却流体盘管中的冷却流体的进出自由电磁阀控制。

本发明氢气与空气的温度与湿度调节装置是利用燃料电池冷却流体来加热或冷却调节氢气、空气的温度与湿度的。与现有技术相比，本发明由于在氢气或空气进入燃料电池堆参加反应之前进行了温度与湿度的调节，因此避免了燃料电池堆内过湿或过干现象，提高了燃料电池的运行稳定性。

附图说明

图 1 为现有燃料电池的结构示意图；

图 2 为本发明一种温度与湿度调节装置的结构示意图；

图 3 为本发明另一种温度与湿度调节装置的结构示意图；

图 4 为本发明燃料电池的结构示意图。

图 4 中：

1 燃料电池堆，6 氢气水-汽分离器，6' 空气水-汽分离器，7 燃料电池冷却流体水箱，8 冷却流体循环泵，9 散热器，10 氢循环利用装置，11 氢气增湿装置，12 空气增湿装置，17 冷却流体进燃料电池堆入口，18 氢气进燃料电

池堆入口，19 空气进燃料电池堆入口，20、21、25 电磁阀，23 氢气温度与湿度调节装置，24 空气温度与湿度调节装置 TH、RH 氢气温度与相对湿度，TA、RA 空气温度与相对湿度。

具体实施方式

下面结合附图及具体实施例，对本发明作进一步说明。

如图 4 并结合图 1 所示，一种带有氢气空气温度与湿度调节装置的燃料电池，包括燃料电池堆 1、储氢装置 2、氢减压阀 3、氢气增湿装置 11、空气过滤装置 4、空气压缩供应装置 5、空气增湿装置 12、氢气水—汽分离器 6、氢循环泵 10、空气水—汽分离器 6'、水箱 7、冷却流体循环泵 8、散热器 9，还包括氢气温度与湿度调节装置 24、空气温度与湿度调节装置 23，所述的氢气温度与湿度调节装置 24 设在氢气增湿装置 11 后面、燃料电池堆氢气进口 18 前面的管路上，所述的空气温度与湿度调节装置 23 设在空气增湿装置 12 后面、燃料电池堆空气进口 19 前面的管路上。

所述的氢气或空气温度与湿度调节装置 24 或 23 可以有以下两种结构：

1. 如图 2 所示，一种氢气或空气温度与湿度调节装置，包括氢气或空气进气管 301、多根氢气或空气歧管 302、氢气或空气出气管 303、充满冷却流体流动的腔体 304，所述的多根氢气或空气歧管 302 的首尾分别与氢气或空气进气管 301、氢气或空气出气管 303 连通，该多根氢气或空气歧管 302 设在充满冷却流体流动的腔体 304 中。所述的多根氢气或空气歧管 302 平行排列。所述的多根氢气或空气歧管 302 与氢气或空气进气管 301、氢气或空气出气管 303 的连接处分别设有缓冲腔 305。所述的充满冷却流体流动的腔体 304 设有冷却流体进口 306、出口 307，该冷却流体进口 306、出口 307 分别设在其腔体 304 的上下或左右对角处。

2. 如图 3 所示，另一种氢气或空气温度与湿度调节装置，包括氢气或空气进气管 311、氢气或空气出气管 312、氢气或空气通过之腔体 313、冷却流体盘管 314，所述的氢气或空气进气管 311、氢气或空气出气管 312 分别设在氢气或空气通过之腔体 313 的左右或上下的对角处，所述的冷却流体盘管 314 布满氢气或空气通过之腔体 313 中。所述的冷却流体盘管 314 的进口 315、出

口 316 设在氢气或空气通过之腔体 313 的上下或左右的对角处。

本实施例中，当氢气、空气经过增湿装置 11、12 后出来的增湿后的氢气、空气往往会偏离目标控制温度、湿度值，此时 TH、RH 和 TA、RA 分别探测后，如发现偏离目标控制值，会自动通过打开电磁阀 20、21，关闭电磁阀 25 来 PID 调节 TH、RH 和 TA、RA 趋向目标值，当达到目标值时会自动关闭电磁阀 20、21，而打开电磁阀 25。

本发明具有氢气、空气调节温度与湿度的燃料电池系统特点：

氢气、空气先经过增湿装置 11、12 增湿到 100%，并达到一定的温度值；自动调节氢气、空气温度与湿度的装置 23、24，分别放在氢气、空气增湿装置与氢气、空气进燃料电池堆进口 18、19 之间；

自动控制装置将根据氢气、空气的温度、相对湿度目标控制值，例如：60℃~70℃，相对湿度 70%~90% 值进行目标 PID 控制；

通过电磁阀 20，21，25 进行开、关量控制。

本实施例应用到一种 120KW 燃料电池发电系统，如图 3 所示。燃料电池工作温度为 70℃，经散热器 9 散热后温度降为 68℃。氢气与空气在任何燃料电池工作状态与流量下流经增湿装置 11、12 后，温度都变成为 60℃，相对湿度为 100% 的气体，目标控制氢气、空气进入燃料电池堆的温度与相对湿度分别为：氢气温度 62℃、相对湿度 80%，空气温度 62℃、相对湿度 80%。

当氢气、空气进入调节装置 23，24，传感器 TH、RH 和 TA、RA 探测到偏离目标值时，会自动打开电磁阀 20，21，并关闭电磁阀 25；直到接近目标值时，才会重新关闭电磁阀 20，21，打开 25，如此通过 PID 控制使进入燃料电池的氢气、空气的温度与湿度，不论在任何流量下，不管环境温度如何变化，都可以达到目标控制值。燃料电池在任何工作状况与输出功率状态下都保持稳定。

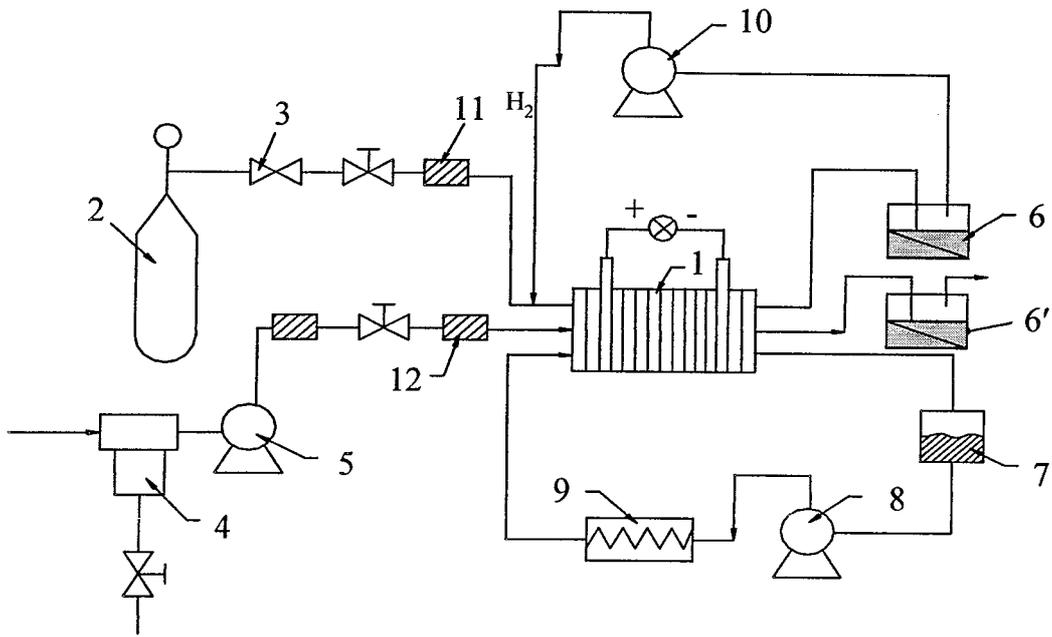


图 1

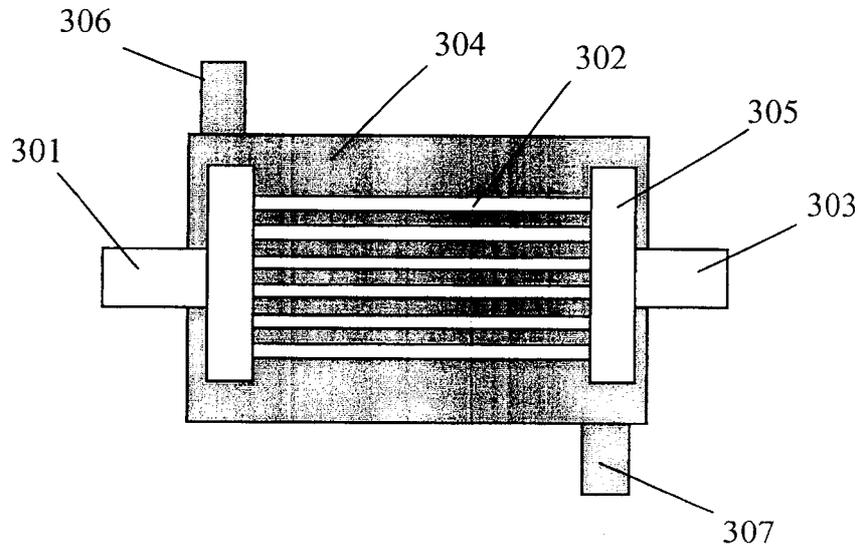


图 2

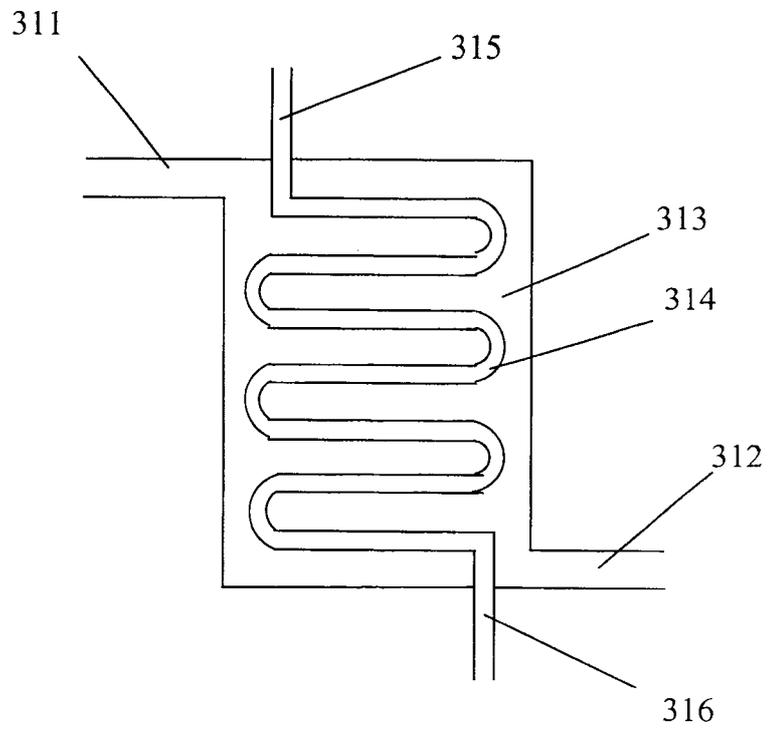


图 3

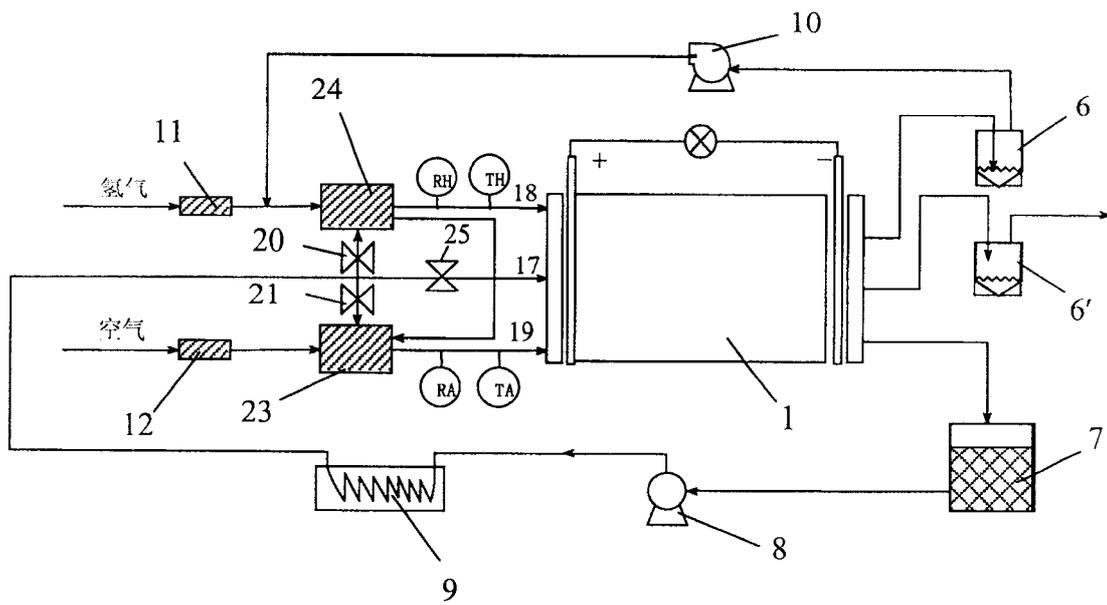


图 4