

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

C25B 1/10

C25B 9/04



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98121140.2

[43] 授权公告日 2003 年 5 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1107743C

[22] 申请日 1998.12.25 [21] 申请号 98121140.2

[71] 专利权人 阜新化工设备有限责任公司

地址 123000 辽宁省阜新市海州区新渠路 47 号

[72] 发明人 王可新 陈迎大 吴颜明 李尚华

吴建军 李世宏

[56] 参考文献

EP0045583A 1982.02.10

EP0368812A 1990.05.16

JP57017402A 1982.01.29

审查员 周 荃

[74] 专利代理机构 阜新市和达专利事务所

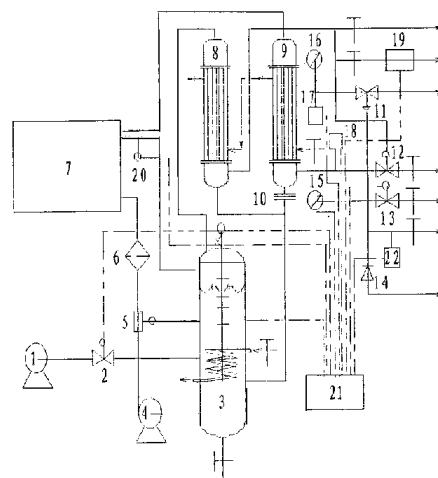
代理人 陈 光

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 7 页

[54] 发明名称 电解水氢气发生器

[57] 摘要

本发明公开了一种电解水氢气发生器技术，液路装置由上水泵接逆止阀、连接碱罐、接循环泵、接流量开关、接过滤器、接电解槽；气路装置的氢路结构由氢气冷凝器连接运行压差调节器、关闭压差调节器、背压阀、安全阀、氢压力表、氢压力传感器、氢中氧检测仪、氢吹扫阀组成；氧路结构由氧气冷凝器连接运行压差调节器、关闭压差调节器、氧压力表、氧压力传感器、氧中氢检测仪、氧输出阀组成。产氢纯度 99.99%，含水量为  $\leq 1.7\text{g/m}^3\text{H}_2$ 。



ISSN 1008-4274

1、一种由液路装置，气路装置组成的电解水氢气发生器，其特征在于：

1). 液路装置由上水泵（1）接逆止阀（2）连接碱罐（3）接循环泵（4）接流量开关（5）接过滤器（6）接电解槽（7）至碱罐（3）；

2). 气路装置由氢路结构、氧路结构组成，其中氢路结构由氢气冷凝器（9）连接运行压差调节器（11）、关闭压差调节器（12）、背压阀（13）、安全阀（14）、氢压力表（15）、氢压力传感器（18）、氢中氧检测仪（22）、氢吹扫阀组成，氧路结构由氧气冷凝器（8）连接运行压差调节器（11）、关闭压差调节器（12）、氧压力表（16）、氧压力传感器（17）、氧中氢检测仪（19）、氧输出阀组成。

2、根据权利要求1所述电解水氢气发生器，其特征在于液路装置中的电解槽（7），以微孔膜（7-8）及与其紧密贴合的穿孔板（7-7）分隔为氢气室（7-9）、氧气室（7-10）两气室，两穿孔板（7-7）通过可透液的弹性导电支撑（7-6）分别与双极性分隔板（7-5）相连，双极性分隔板（7-5）的支通道（7-4）内壁镶嵌绝缘管（7-3）。

3、根据权利要求1所述的电解水氢气发生器，其特征在于气路装置中的运行压差调节器（11），在阀体（11-4）内设有传递块（11-9）连接双层橡皮膜（11-5）分隔为控制气室（11-8）和输出气室（11-3），控制气室（11-8）设有控制进气口（11-6），输出气室（11-3）内安装调压弹簧（11-2）、设有进气口（11-10）、出气口（11-1）。

4、根据权利要求1所述的电解水氢气发生器，其特征在于气路装置中的关闭压差调节器（12），在阀体（12-3）内设有传递块（12-5）连接双层橡皮膜（12-4）分隔为控制气室（12-8）和输出气室（12-2），两气室内安装调压弹簧（12-9），在控制气室（12-8）设有控制进气

口(12-6),在输出气室(12-2)设有进气口(12-10)、出气口(12-1)。

5、根据权利要求1所述的电解水氢气发生器,其特征在于液路装置中的流量开关(5),在不锈钢圆管(5-4)内装有钛制带有磁铁的浮子(5-3),上部有一内置干簧管(5-1)的不锈钢横管(5-2),下部设有调整螺母(5-5)和锁定螺母(5-6)。

6、一种用于权利要求1的电解水氢气发生器的电源装置调节器,由两级比例放大器组成放大电路、压力保护电路、截流电路、和过流保护电路作用到放大器相关部分控制脉冲,其特征在于还包括温度控制电路、产气量跟踪电路、切换电路和软启动电路,切换电路的输出点作用于放大器的输入端,温度控制电路和产气量跟踪电路与切换电路的输入端相连,软启动电路组成各单元电路的控制电源。

7、根据权利要求6所述的电解水氢气发生器的电源装置调节器,其特征在于电源装置的温度控制电路由零基极场效应管V202、V203的栅极分别和二极管VD211、VD213连接,而二极管VD211、VD213受控于温度切换电路,零基极场效应管V202的源极通过电阻R207、电位器RP202和温度信号相连,零基极场效应管V202的漏极接两级放大电路使槽电压输出信号受控于温度信号,零基极场效应管V203的源极通过电阻R220接调整电位器RP205,零基极场效应器V203的漏极接两极放大电路,使槽电压输出信号受控于电位器RP205的整定值。

8、根据权利要求6所述的电解水氢气发生器的电源装置调节器,其特征在于电源装置的产气量跟踪电路由放大器A221第六脚通过电阻R219,接电位器RP207,RP207另两个接头分别通过电阻R226,R229接-15V和压力信号。

9、根据权利要求6所述的电解水氢气发生器的电源装置调节器,其特征在于电源装置的软启动电路由三极管V205集电极接集成

---

稳压块 7812 第二脚，射极接地，基极通过电阻 R201 接集成稳压块  
7812 第三脚，基极接电容 C201。

## 电解水氢气发生器

本发明涉及一种提供高纯度氢气的高效电解水氢气发生器。

在工业生产中应用最多的电解水制氢装置是以石棉布作为隔膜分隔氢氧两气室，它要求氢氧两气室的工作压力相平衡，把压差控制在几百个毫米水柱之内。但由于石棉布的孔隙率较大，两气室中的气体容易相互串漏，造成所产生的气体质量差，氢气纯度只有98%。尽管有些制氢装置采用先进的压差控制方式，氢气纯度提高到99.7%，但仍满足不了用户使用高纯度氢气的要求。同时由于受石棉膜厚度极其不耐电流冲击的影响，其运行电流密度只有1500-2100A/m<sup>2</sup>，不仅电解效率低、体积庞大，而且还带来主机和辅机效率低的缺点。

目前较先进的技术(JAPPLElectrochem18(1988)1-4)是采用离子交换膜或特种膜，并采用孔径不一致的两种穿孔板为电极，以组成零极距，可部分解决间距的问题，一定程度地降低了能耗。但该装置需要严格控制条件，操作不方便，同时这种装置仍然没有解决共用管道电解的问题。因此，使用该技术所提供的气体纯度不高。此外，这种装置也因造价高，很难在工业生产中采用。

现在工业生产中的电解水制氢装置采用的电解液循环方式为双循环，即氢、氧气室都有电解液循环，液路系统比较复杂，给控制和维护带来不便。而且都没有电解液流量控制元件，不能随时监测电解液的流量，当电解液流量不够或零流量时，带来以下缺点：电解所产生的热量不能由电解液及时带走，易造成电解槽温度过高；电极表面的电解液浓度过高使槽电压升高，同时电解效率下降；在压力控制方面，压力平衡式电解水制氢装置大多采用气动或电动薄膜阀，控制线路复杂成本高，故障率高。

本发明的目的在于克服以上技术不足，提供一种自控能力强的高效电解水氢气发生器，与目前工业生产中所应用的水电解制氢装置相比，具有以下优点：

- 1、纯度高：可产生高纯度氢气(气体纯度99.99%)；
- 2、含水量低：含水量 $\leq 1.7\text{g}/\text{m}^3\text{H}_2$ ；
- 3、结构简单：即单腔电解液循环；
- 4、安全性高：微孔膜的高阻气性决定了装置的安全性；
- 5、体积小、重量轻：高电流密度是本装置体积小、重量轻

的有效保证。

为达到上述目的，本发明液路装置中的电解槽选用微孔膜(平均孔径50-100 nm)作气室的隔膜，在微孔膜两侧紧密贴合两块穿孔板作为主电极，穿孔板与作为辅助电极的分隔板之间加入可透液弹性导电支撑形成硬支撑结构。同时改进传统水电解槽的共用管道结构，用绝缘材料制成共用管道内衬环及支通道内衬管或用绝缘材料制成带共用孔道的边框，构成电绝缘的共用管道及支通道，这样两气室间可在压差(0.4MPa)下稳定工作，既解决两气室气体相互串漏问题，又防止了共用管道电解现象的发生，使气体质量得到提高。同时主电极穿孔板与微孔膜的紧密贴合，消除液相压降形成零极距，降低了直流电耗。

由于本发明采用微孔膜分隔氢、氧气室，并把穿孔板与其紧密贴合，以及透液弹性导电支撑的硬支撑结构，使本装置可采用单循环的电解液循环方式，即氧气室有电解液循环而氢气室无电解液循环。由于氢气室压力高于氧气室压力，在氧气室循环的电解液不透过微孔膜到达氢气室，简化了结构又降低了氢气的含水量(氢气的含水量 $\leq 1.7\text{g}/\text{m}^3\text{H}_2$ )。

为保证能够高效、稳定的运行，本装置设有监控电解液流量的流量开关，来保证装置运行的最小流量，在电解液流量正常时，电解液动压头使其内部带有磁铁的浮子浮起，在磁铁磁力的作用下，干簧管内部的触点断开给出流量正常信号；当由于某种

原因使电解液流量低于最小流量时，由于距离的原因，磁力作用不到干簧管上，触点吸合，给出一个报警停机信号。

本装置采用压差调节器来控制氢、氧两种气体的压力差，压差调节器分为运行压差调节器和关闭压差调节器，由三个室组成，上部为控制气室，下部为输出气室，中间室与上下气室通过密封橡皮膜片隔绝，在中间室内设有一传递块来连接上下气室。通过两个调节器对氧气、氢气的放空来控制氧气和氢气压力差，当氢、氧压差低于设定值时，运行压差调节器动作，放空多余的氧气来提高氢、氧压差；当氢、氧压差高于设定值时，关闭压差调节器动作，放空多余的氢气来降低氢、氧压差，从而达到控制压差的目的，使电解槽内氢气室的压力始终高于氧气室压力 0.15-0.2MPa。

下面结合附图以实施例进一步详细说明。

图1为本发明的结构简图。

图2为本发明的电解槽单元结构示意图。

图3为本发明的流量开关原理图。

图4为本发明的运行压差调节器原理图。

图5为本发明的关闭压差调节器原理图。

图6为本发明的电气工作原理图。

图7为本发明的电路图。

图中，1—上水泵；2—逆止阀；3—碱罐；4—碱液循环泵；5—流量开关；5-1—干簧管；5-2—横管；5-3—浮子；5-4—圆管；5-5—调整螺母；5-6—锁定螺母；6—过滤器；7—电解槽；7-1—共用管道绝缘环；7-2—共用管道；7-3—支通道绝缘管；7-4—支通道；7-5—双极性分隔板；7-6—透液弹性导电支撑；7-7—穿孔板；7-8—微孔膜；7-9—氢气室；7-10—氧气室；8—氧冷凝器；9—氢冷凝器；10—阻气透液器；11—运行压差调节器；11-1—出气口；11-2—弹簧；11-3—输出气室；11-4—阀体；11-5—橡皮膜；11-6—控制进气口；11-7—上盖；11-8—控制气室；

11-9-传递块；11-10-进气口；12-关闭压差调节器；12-1-出气口；  
12-2-输出气室；12-3-阀体；12-4-橡皮膜；12-5-传递块；12-6-控制进气口；12-7-上盖；12-8-控制气室；12-9-弹簧；12-10-进气口；  
13-氢气输出背压阀；14-安全阀；15-氢触点压力表；16-氧压力表；  
17-氧压力传感器；18-氢压力传感器；19-氧中氢检测仪；20-温度传感器；  
21-电解控制电源；22-氢中氧检测仪

电解水氢气发生器由液路装置、气路装置组成，液路装置由上水泵1接逆止阀2连接碱罐3接循环泵4流量开关5接过滤器6接电解槽7至碱罐3；气路装置由氢路结构、氧路结构组成，其中氢路结构由氢气冷凝器9连接运行压差调节器11、关闭压差调节器12、背压阀13、安全阀14、氢压力表15、氢压力传感器18、氢中氧检测仪22、氢吹扫阀组成，氧路结构由氧气冷凝器8连接运行压差调节器11、关闭压差调节器12、氧压力表16、氧压力传感器17、氧中氢检测仪19、氧输出阀组成。

液路装置中的电解槽7，以微孔膜7-8及与其紧密贴合的穿孔板7-7分隔为氢气室7-9、氧气室7-10两气室，两穿孔板7-7通过可透液的弹性导电支撑7-6分别与双极性分隔板7-5相连，双极性分隔板7-5的支通道7-4内壁镶嵌绝缘管7-3。气路装置中的运行压差调节器11，在阀体11-4内设有传递块11-9连接双层橡皮膜11-5分隔为控制气室11-8和输出气室11-3，控制气室11-8设有控制进气口11-6，输出气室11-3内安装调压弹簧11-2、设有进气口11-10、出气口11-1。气路装置中的关闭压差调节器12，在阀体12-3内设有传递块12-5连接双层橡皮膜12-4分隔为控制气室12-8和输出气室12-2，两气室内安装调压弹簧12-9，在控制气室12-8设有控制进气口12-6，在输出气室12-2设有进气口12-10、出气口12-1。液路装置中的流量开关5，在不锈钢圆管5-4内装有钛制带有磁铁的浮子5-3，上部有一内置于簧管5-1的不锈钢横管5-2，下部设有调整螺母5-5和锁定螺母5-6。

电解水氢气发生器的电源装置调节器，由两级比例放大器组成放

大电路、压力保护电路、截流电路、和过流保护电路作用到放大器相关部分控制脉冲，还包括温度控制电路、产气量跟踪电路、切换电路和软启动电路，切换电路的输出点作用于放大器的输入端，温度控制电路和产气量跟踪电路与切换电路的输入端相连，软启动电路组成各单元电路的控制电源。

电解水氢气发生器电源装置的温度控制电路由零基极场效应管V202、V203的栅极分别和二极管VD211、VD213连接，而二极管VD211、VD213受控于温度切换电路，零基极场效应管V202的源极通过电阻R207、电位器RP202和温度信号相连，零基极场效应管V202的漏极接两级放大电路使槽电压输出信号受控于温度信号，零基极场效应管V203的源极通过电阻R220接调整电位器RP205，零基极场效应管V203的漏极接两极放大电路，使槽电压输出信号受控于电位器RP205的整定值。

电源装置的产气量跟踪电路由放大器A221第六脚通过电阻R219，接电位器RP207，RP207另两个接头分别通过电阻R226，R229接-15V和压力信号。

电源装置的软启动电路由三极管V205集电极接集成稳压块7812第二脚，射极接地，基极通过电阻R201接集成稳压块7812第三脚，基极接电容C201。

控制系统工作原理阐述如下：

a. 流过电槽的直流电流 $I_{Fz}$ ，当电槽温度在50℃以下时，随电槽温度的升高而逐渐加大，当电槽温度在50℃以上时，电流 $I_{Fz} \leq 300A$ 。电路的结构如下：

零基极场效应管V202和V203受控于温度切换电路，当电槽温度在50℃以下时，零基极场效应管V202导通，零基极场效应管V203截止。此时，来自检测单元的温度电信号经电阻R242、电位器RP202、电阻R207、零基极场效应管V202作用到两极放大电路，输出信号随温度信号的增大而增大，而输出信号是移相角触发单元的输入信号，即输出信号增大，导通角前移，整流输出电压增

加，即增加输出电流。当电槽温度升到50℃以上时，零基极场效应管V202截止，零基极场效应管V203导通，电位器RP205中点电压经R220、零基极场效应管V203直接加到两级放大电路，使输出信号受控于电位器RP205，此时为额定输出。

b. 当用户使用氢气量减少时，槽电流 $I_{fz}$ 相应减少。当用户使用气量大时，电解槽电流相应增大。当用户不用氢气时，电解槽电流变为0，发生器不产生氢气。这部分电路的结构如下：

当用户用氢气量多时，压力信号减少，当用户用氢气量少时，该信号变为最大(5V)。压力信号与调节器工作电压-15V叠加后加在放大器A221的输入端，当系统压力在0.95MPa以下时，放大器A221的输出为正值，放大器A222为射随器，由于二极管VD216的作用，其输出的正信号值对输出无影响。当系统压力>0.95MPa时，放大器A222输出为负值，与电位器RP205的正电压叠加，减少输出，从而减少了槽电压，即减少了槽电流 $I_{fz}$ 。当用户不用气时，系统压力升高至1.0MPa时，放大器A222输出的负电压完全抵消了电位器RP205上的正电压，使系统电流为零。

C. 整机的软启动电路结构如下：

集成稳压块7812与三极管V205、电阻R201、电容C201组成恒流源电路，使电容C201上的电位随时间的增加而增加，其变化为线性升高，时间为20秒。其输出电压为电容C201的正极，电容C201和地接在主接触器的常闭接点上，关机时电容C201通过主接触器的常闭接点和地相接，保证了电容C201正极为地电位。当主接触器吸合时，电容C201正极经20秒时间从零伏上升到12V，从而实现了整机的软启动过程。

电解水氢气发生器工作过程：电解过程所消耗的去离子水由上水泵1，根据碱罐3中浮子液位计所给出的电信号定时补充，逆止阀2阻止了加进碱罐3的去离子水的回流。在碱罐3中包括有浮子液位计和冷却盘管，浮子液位计把液位信号转换成电信号，冷却盘管对碱罐中电解液进行冷却，保证了装置运行的额定温度。

碱液循环泵4把电解液从碱罐3吸出，经过滤器6滤除直径大于0.1mm杂质颗粒后输送到电解槽7的氧气室7-10，电解液在氧气室7-10里便浸润到微孔膜7-8的两侧，在贴和在微孔膜7-8两侧的穿孔板7-7表面分别生成氧气和氢气。生成的氢气被输送到氢气气路；生成的氧气与电解液一起流过透液弹性导电支撑7-6，经过支通道7-4汇集到共用管道7-2流回碱罐3，并在碱罐3中完成气液分离，分离出来的氧气被输送到氧气气路。在氧气气路中氧气首先流经氧冷凝器8，在这里氧气所夹带的水蒸汽被冷凝为水流回碱罐3，冷凝后的氧气进入氧气总管路，从这里分一支路到运行压差调节器11的输出气室11-3，通过放空来保持与氢气气路的压差；又一路接关闭压差调节器12的控制气室12-8控制氢气的放空；又一路接氧压力表16来显示氧气压力；又一路接氧压力传感器17来传送氧气的压力信号到电解控制电源21；又一路接氧中氢检测仪19，在那里随时检测氧气中的氢气含量，当氧气中的氢气含量超过设定值时给出报警信号；最后氧气从氧输出阀输出。在氢气气路里，氢气首先被输送到氢冷凝器9，在那里氢气所夹带的水蒸汽被冷凝成为水经阻气透液器10流回碱罐，冷凝后的氢气进入氢气总管路，从这里分一路到运行压差调节器11的控制气室11-18，控制氧气的输出；又一路接关闭压差调节器12的输出气室12-2，通过放空来维持与氧气气路的压力差；又一路接安全阀14，氢气超压时进行安全放空；又一路接氢触点压力表15来显示氢气压力；又一路接氢压力传感器18传送氢气的压力信号到电解控制电源21；又一路接氢中氧检测仪22，在那里随时检测氢气中的氧气含量，当氢气中的氧气含量超过设定值时给出报警信号；又一路接氢吹扫入口，在装置运行前对装置的氢气路进行气体置换；又一路接背压阀13来保持氢气的最小压力，最后由氢输出阀输出。氢气路与运行压差调节器11的控制气室11-8，关闭压差调节器12的输出气室12-2相连，氧气路与运行压差调节器11的输出气室11-3，关闭压差调节器12的控制气室12-8相连。当氢、氧压差低

于设定值时，运行压差调节器11动作，放空多余的氧气来提高氢、氧压差。当氢、氧压差高于设定值时，关闭压差调节器12动作，放空多余的氢气来降低氢、氧压差，从而达到控制压差的目的，使电槽内氢气室的压力始终高于氧气室压力0.15~0.2MPa。

本发明提供一种自控能力强的高效纯氢发生器，具有产氢纯度高、含水量低、体积小、重量轻、自动化程度高、安全性高等特点，可不加纯化和脱水直接使用，减少投资。可制成常压、中压系列发生器，规格1-10m<sup>3</sup>/h、30m<sup>3</sup>/h、60m<sup>3</sup>/h等，适用于电子、冶金、电力、轻工、食品、医药、建材及精细化工等行业，为传统电解水制氢设备的换代产品。

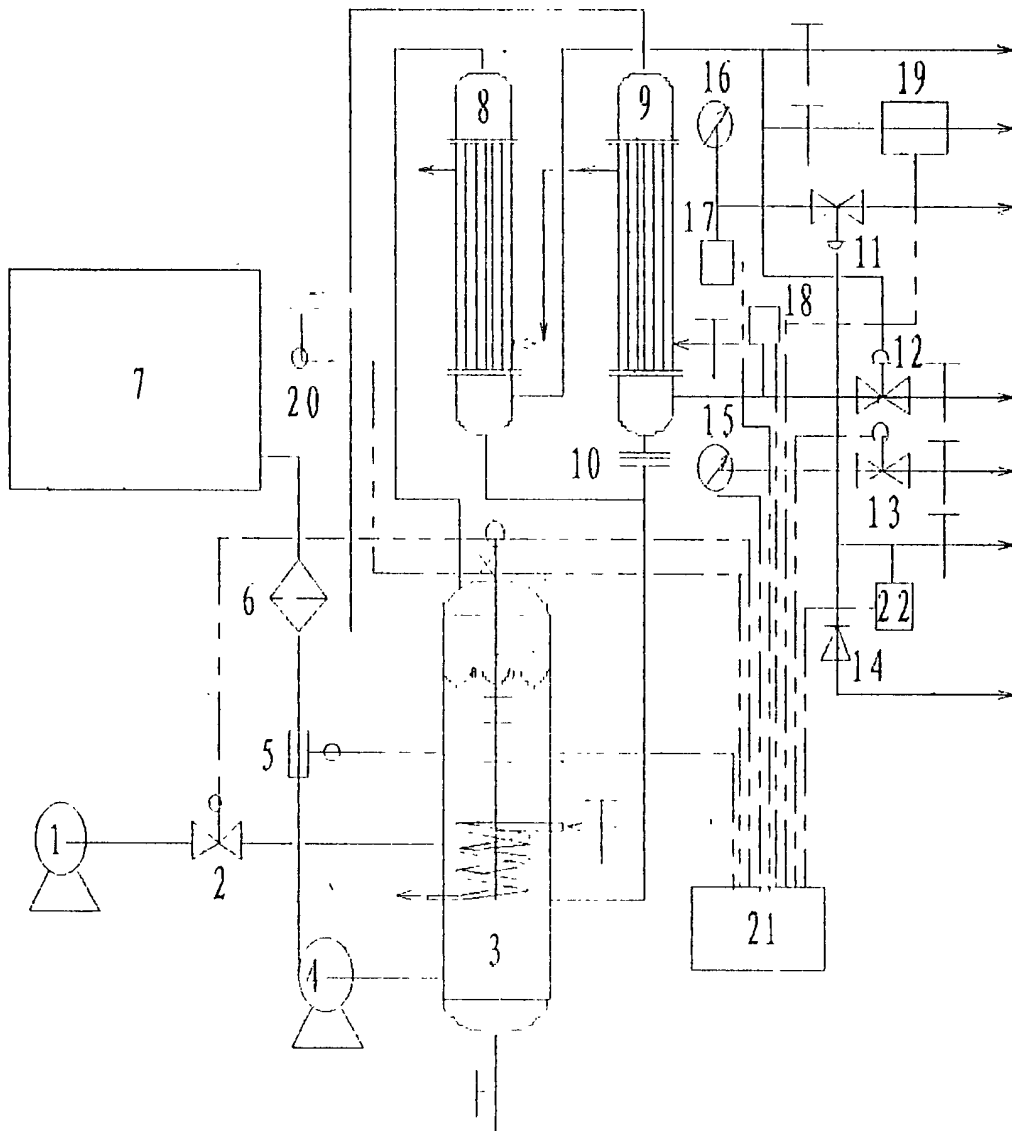


图 1

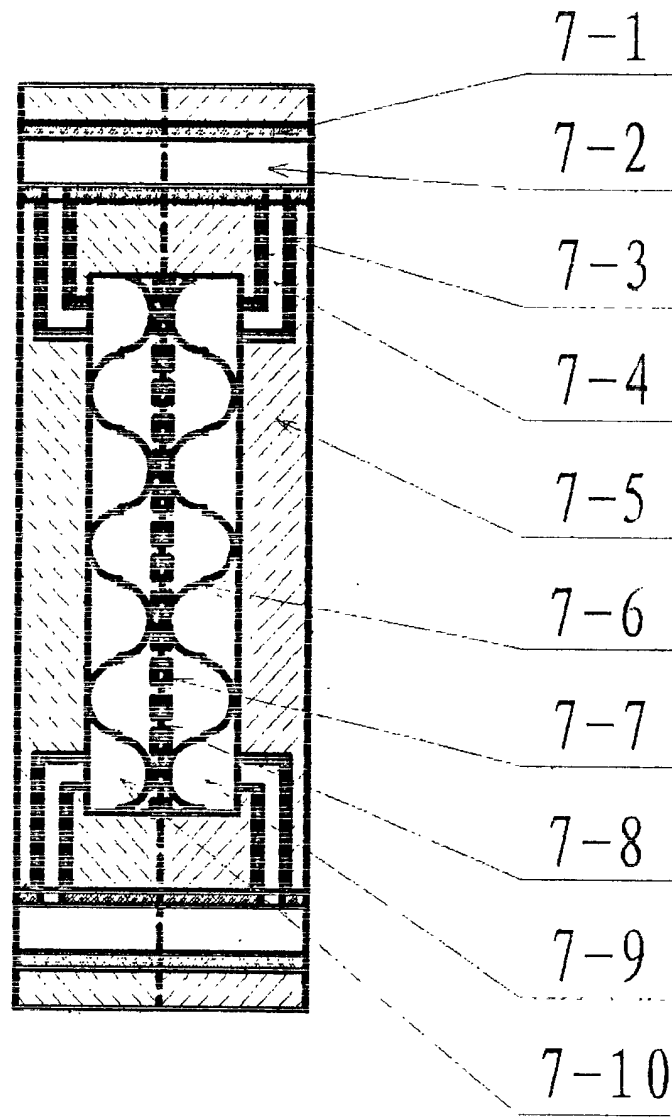


图 2

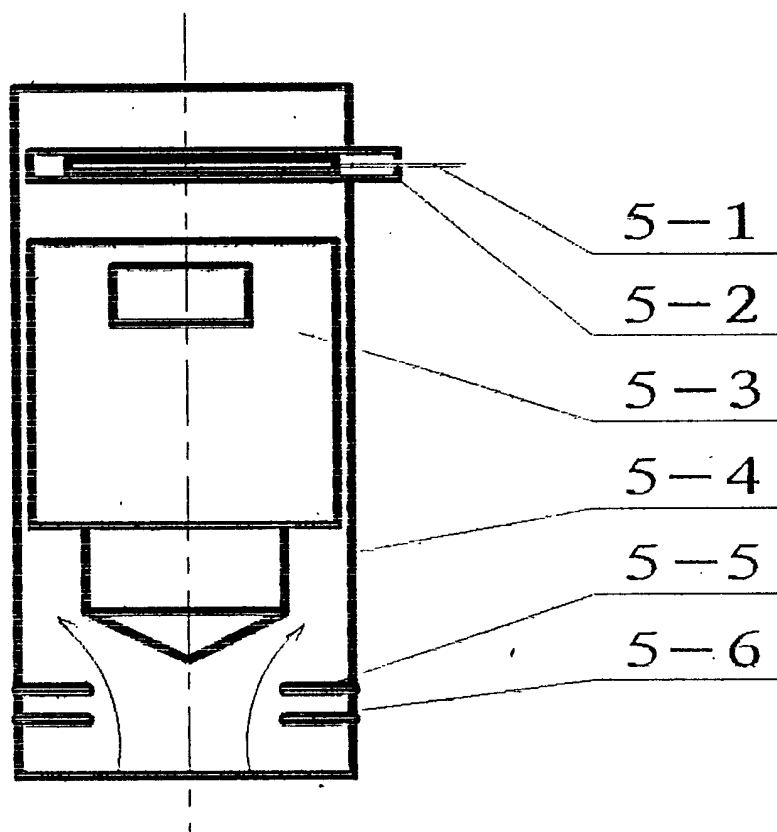


图 3

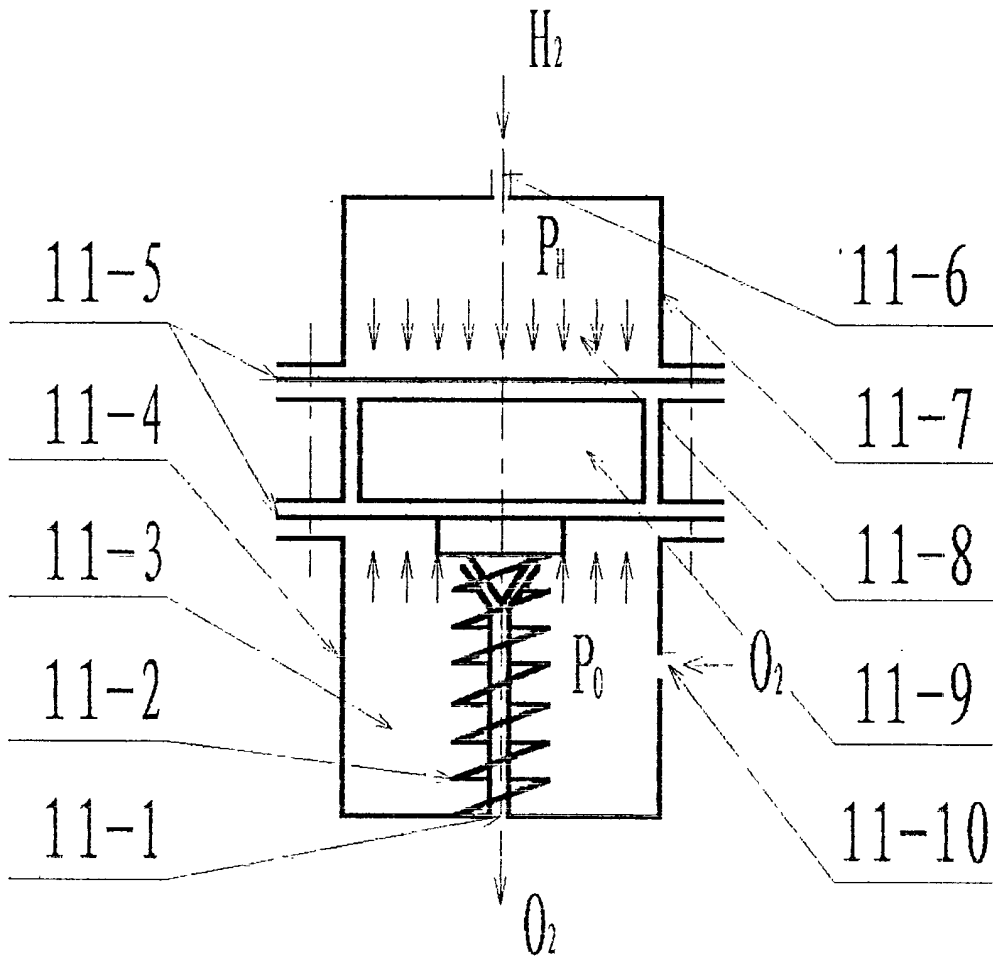


图 4

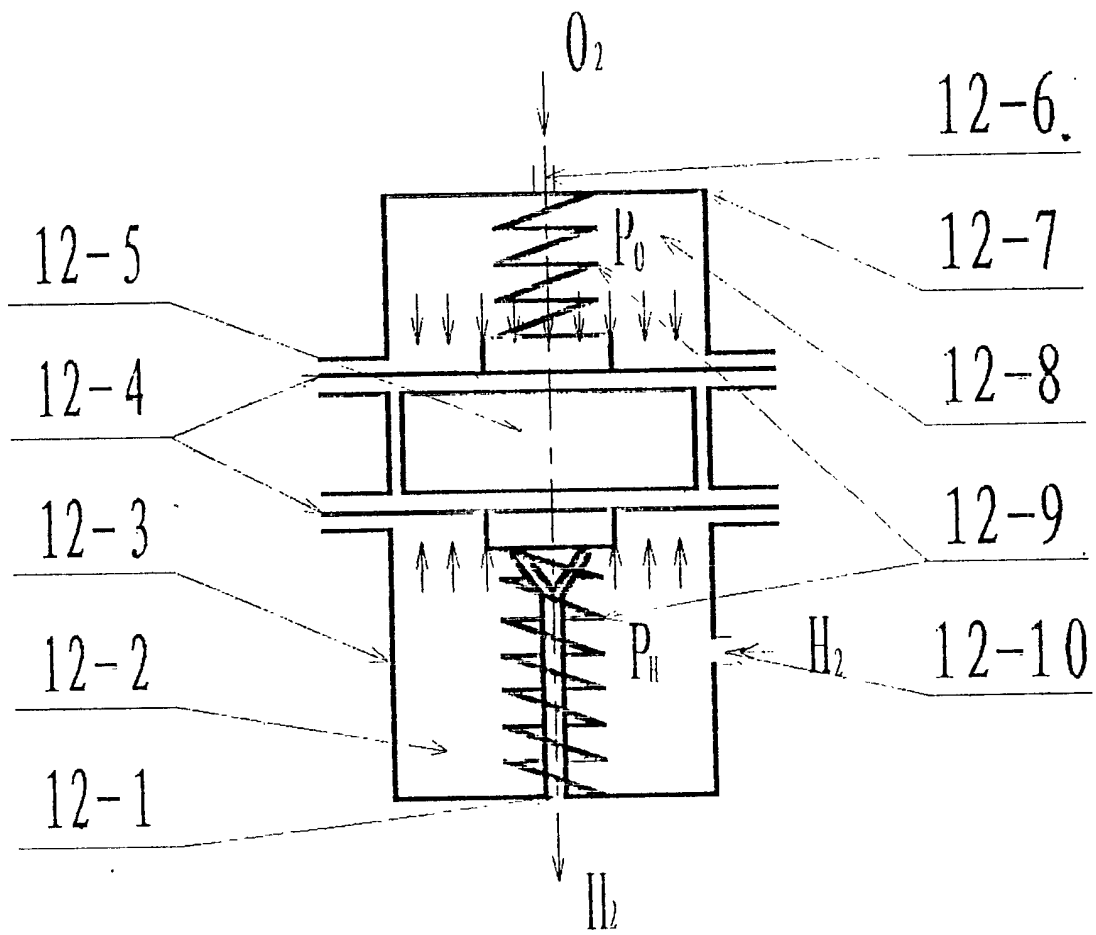


图 5

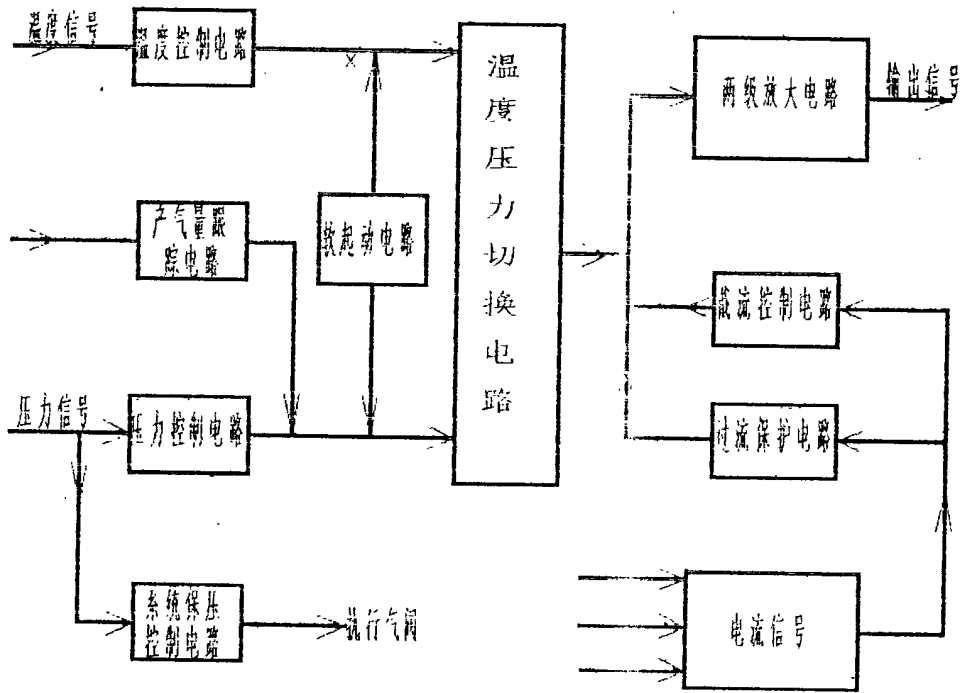


图 6

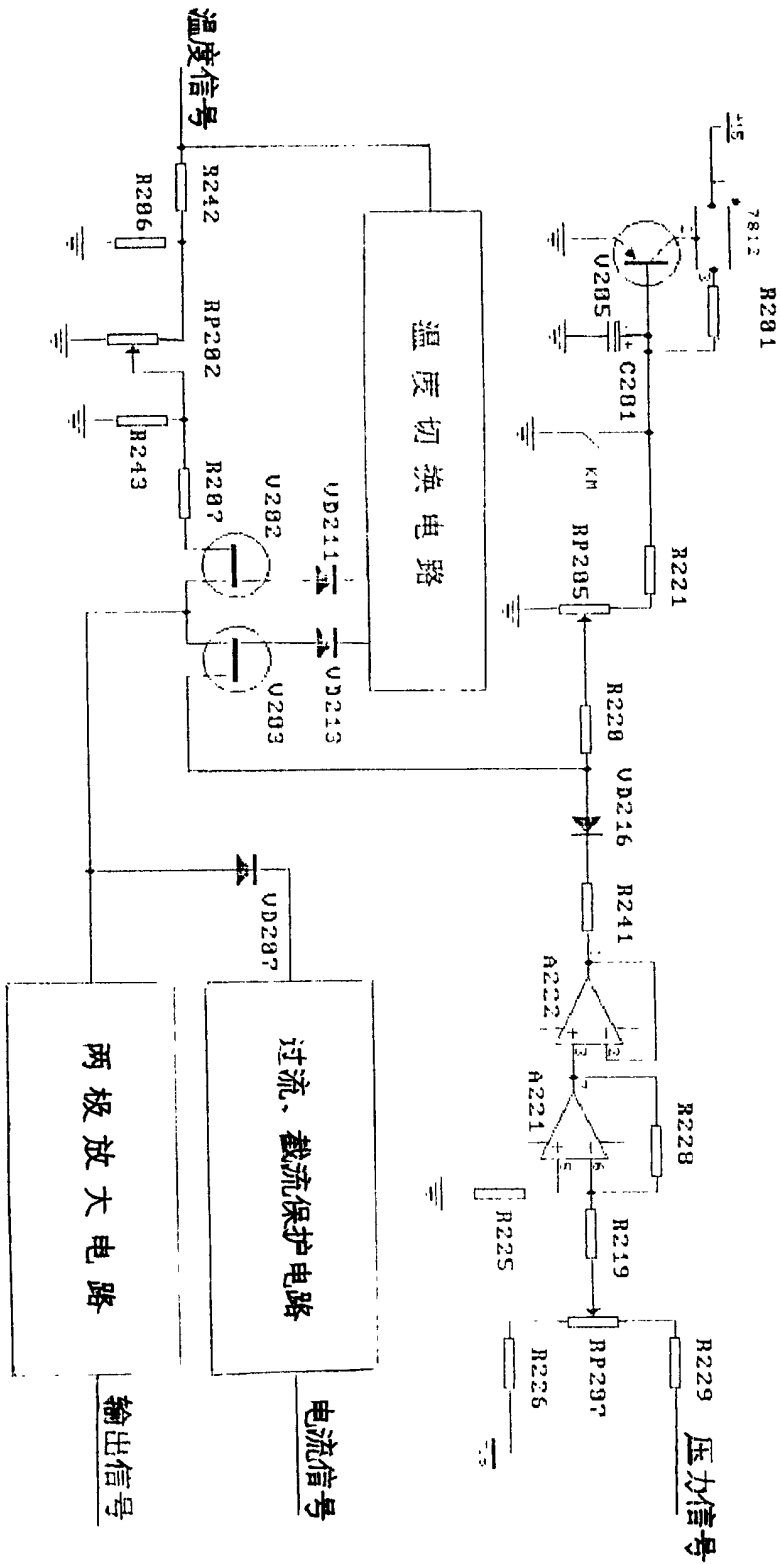


图7