(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105347300 A
(43)申请公布日 2016.02.24

(21)申请号 201510707749.4

(22)申请日 2015.10.27

(71)申请人 北京氢璞创能科技有限公司
地址 100101 北京市朝阳区南沙滩甲1号京辰大厦A104室

(72)发明人 欧阳洵 朱俊娥 赖平化 付云鹏

(74)专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司 11285
代理人 杨勇 郑建晖

(51)Int.Cl.
C01B 3/32(2006.01)

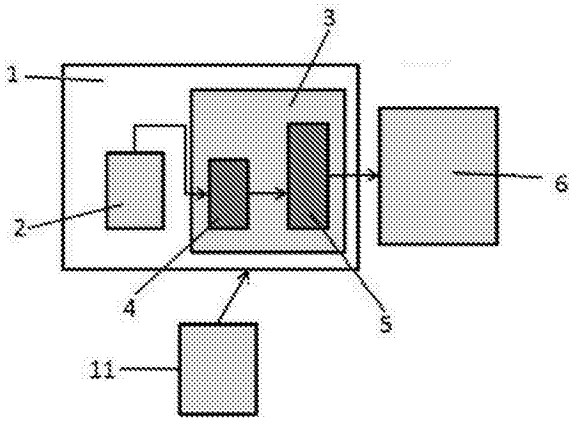
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种快速冷启动甲醇制氢机系统

(57)摘要

本发明提供了一种甲醇制氢机系统(1),包括:燃料模块(2),包括燃料储存装置和燃料输送装置;甲醇制氢模块(3),包括用于处理燃料并制取氢气的燃料处理器(4)和用于提纯氢气的氢气提纯器(5),甲醇制氢模块(3)与燃料模块连通且与客户端(6)连通;其特征在于:甲醇制氢机系统(1)还包括快速冷启动驱动单元(11),其是用于加速甲醇制氢机系统(1)的冷启动的装置。本发明的另一方面提供了一种甲醇燃料电池系统,其中根据本发明所述的甲醇制氢机系统(1)中的快速冷启动驱动单元(11)被采用作为该甲醇燃料电池系统的冷启动驱动装置。



CN 105347300 A

1. 一种甲醇制氢机系统 (1)，包括：

燃料模块 (2)，包括燃料储存装置和燃料输送装置；

甲醇制氢模块 (3)，包括用于处理燃料并制取氢气的燃料处理器 (4) 和用于提纯氢气的氢气提纯器 (5)，所述甲醇制氢模块 (3) 与所述燃料模块连通且与客户端 (6) 连通；

其特征在于：

所述甲醇制氢机系统 (1) 还包括快速冷启动驱动单元 (11)，其是用于加速所述甲醇制氢机系统 (1) 的冷启动的装置。

2. 根据权利要求 1 所述的甲醇制氢机系统 (1)，其特征在于，所述快速冷启动驱动单元 (11) 是不通过电加热的方式而将所述燃料处理器 (4) 加热的装置。

3. 根据权利要求 2 所述的甲醇制氢机系统 (1)，其特征在于，所述快速冷启动驱动单元 (11) 是储氢材料组件 (7)，其用于储存氢气以在所述甲醇制氢机系统 (1) 冷启动时燃烧氢气从而加热所述燃料处理器 (4)，且在所述客户端 (6) 启动初期提供氢气。

4. 根据权利要求 3 所述的甲醇制氢机系统 (1)，其特征在于，所述储氢材料组件 (7) 包括储氢材料、壳体和氢气输出阀。

5. 根据权利要求 4 所述的甲醇制氢机系统 (1)，其特征在于，所述储氢材料是液态储氢材料或固态储氢材料。

6. 根据权利要求 2 所述的甲醇制氢机系统 (1)，其特征在于，所述快速冷启动驱动单元 (11) 是氢气瓶 (8)，其用于储存氢气以在所述甲醇制氢机系统 (1) 冷启动时燃烧氢气从而加热所述燃料处理器 (4)，且在所述客户端 (6) 启动初期提供氢气。

7. 根据权利要求 2 所述的甲醇制氢机系统 (1)，其特征在于，所述快速冷启动驱动单元 (11) 是通过甲醇催化燃烧方式将所述燃料处理器 (4) 加热的装置，包括甲醇燃烧催化剂组件 (9) 以及甲醇 - 空气混合器 (10)。

8. 根据权利要求 2 所述的甲醇制氢机系统 (1)，其特征在于，所述快速冷启动驱动单元 (11) 是采用微型燃料处理器提供富氢燃料的装置。

9. 根据权利要求 2 所述的甲醇制氢机系统 (1)，其特征在于，所述快速冷启动驱动单元 (11) 是采用工业废热来加热所述燃料处理器 (4) 的装置。

10. 一种甲醇燃料电池系统，其中根据权利要求 1 至 20 中任一项所述的甲醇制氢机系统 (1) 中的快速冷启动驱动单元 (11) 被采用作为该甲醇燃料电池系统的冷启动驱动装置。

一种快速冷启动甲醇制氢机系统

技术领域

[0001] 本发明涉及制氢领域，具体而言，涉及一种快速冷启动甲醇制氢机系统。

背景技术

[0002] 氢能是未来能源发展战略的重要方向，也是最理想的能源之一，国际上已基本上形成共识。在所有物质中，氢气是能量密度最大的气体，在燃烧相同重量的煤、汽油和氢气的情况下，氢气产生的能量最多，且其燃烧的产物只有水，不产生任何污染物。氢储量大，分布广，例如水中含有 11％的氢，泥土里约有 1.5％的氢，石油、煤炭、天然气、动植物体内等都含有氢。

[0003] 随着人们对氢能源认识的普及，世界氢产量逐年上升，而制氢方法主要集中在电解水制氢和从石油、煤炭和天然气中制取氢气。其中，电解水制氢要消耗大量电能，造成能量浪费。采用化石能源或衍生物（如甲醇、乙醇、甲烷等）催化重整制氢配备氢气提纯装置的技术得到快速发展，资源丰富，成本较低。

[0004] 燃料重整制氢技术往往需要先将重整催化剂温度升高至合适温度，方可发生重整裂解反应。现有技术中为重整反应室升温使用的是电加热的方式，如专利申请 CN201410622141.7 所述。这种方式适用范围较窄，通常仅适用于有市电供应的环境，且往往启动时间较长，尤其是当该制氢系统带动燃料电池时，常常不能快速冷启动。为解决此问题，本发明设计了具有快速冷启动的甲醇制氢机系统及能够即时冷启动的甲醇燃料电池系统。

发明内容

[0005] 在本发明的一方面提供了一种甲醇制氢机系统，包括：燃料模块，包括燃料储存装置和燃料输送装置；制氢模块，包括用于处理燃料并制取氢气的燃料处理器和用于提纯氢气的氢气提纯器，制氢模块与燃料模块连通且与客户端连通；甲醇制氢机系统还包括快速冷启动驱动单元，其是用于加速甲醇制氢机系统的冷启动的装置。

[0006] 在一个优选实施方案中，快速冷启动驱动单元是不通过电加热的方式而将燃料处理器加热的装置。

[0007] 在一个优选实施方案中，所述快速冷启动驱动单元是储氢材料组件，其用于储存氢气以在所述甲醇制氢机系统冷启动时燃烧氢气从而加热所述燃料处理器，且在所述客户端启动初期提供氢气。

[0008] 在一个优选实施方案中，所述储氢材料组件包括储氢材料、壳体和氢气输出阀。

[0009] 在一个优选实施方案中，所述储氢材料是液态储氢材料或固态储氢材料。

[0010] 在一个优选实施方案中，所述快速冷启动驱动单元是氢气瓶，其用于储存氢气以在所述甲醇制氢机系统冷启动时燃烧氢气从而加热所述燃料处理器，且在所述客户端启动初期提供氢气。

[0011] 在一个优选实施方案中，所述氢气瓶是低压氢气瓶。

[0012] 在一个优选实施方案中，所述氢气瓶是高压氢气瓶。

[0013] 在一个优选实施方案中，所述氢气瓶配备有一个氢气压缩机为其充气。

[0014] 在一个优选实施方案中，所述快速冷启动驱动单元是通过甲醇催化燃烧方式将所述燃料处理器加热的装置，包括甲醇燃烧催化剂组件以及甲醇－空气混合器。

[0015] 在一个优选实施方案中，所述甲醇燃烧催化剂组件包括甲醇燃烧催化剂和催化剂载体。

[0016] 在一个优选实施方案中，所述甲醇燃烧催化剂是铂基催化剂。

[0017] 在一个优选实施方案中，所述甲醇燃烧催化剂是非铂基催化剂。

[0018] 在一个优选实施方案中，所述催化剂载体是由陶瓷制成的。

[0019] 在一个优选实施方案中，所述催化剂载体是由非陶瓷耐高温材质制成的。

[0020] 在一个优选实施方案中，所述快速冷启动驱动单元是采用微型燃料处理器提供富氢燃料的装置。

[0021] 在一个优选实施方案中，所述快速冷启动驱动单元包括微型燃料处理器、加热器、保温壳体、甲醇水输送管路、富氢气体输送管路以及用于为所述加热器供电的蓄电池。

[0022] 在一个优选实施方案中，所述快速冷启动驱动单元是采用工业废热来加热所述燃料处理器的装置。

[0023] 在一个优选实施方案中，所述快速冷启动驱动单元是采用高于250℃的工业废热来加热所述燃料处理器的装置。

[0024] 在一个优选实施方案中，所述工业废热是气体废热或液体废热。

[0025] 在本发明的另一方面提供了一种甲醇燃料电池系统，其中根据本发明第一方面所述的甲醇制氢机系统中的快速冷启动驱动单元被采用作为该甲醇燃料电池系统的冷启动驱动装置。

[0026] 通过采用本发明，以额定产氢量5立方／小时的甲醇制氢机系统冷启动为例，该系统中燃料处理器材料为铝合金，重量为28000g，比热为0.897J/(g.K)，燃料配比为水与甲醇摩尔比1.1∶1，燃料密度为0.8903g/cm3。经计算，该燃料处理器由20℃升温至250℃，需吸热5776680J；由25℃升温至250℃，需吸热5651100J。

[0027] 上述发明内容只是概要，并且因此不可避免地包含对细节的简化、概括和省略；因此，本领域的普通技术人员将理解该概要仅仅是为了进行说明，并非旨在以任何方式作出限制。通过下面的具体实施方式，在此描述的这些装置和／或方法和／或其他发明主题的其他方面、特征和优点将变得显而易见。

附图说明

[0028] 结合附图，由下面的描述以及所附的权利要求，本发明的上述以及其他特征将变得更加显而易见。

[0029] 图1是根据本发明的一个实施方案的甲醇制氢机系统的示意图。

[0030] 图2是根据本发明的一个实施方案的甲醇制氢机系统的快速冷启动驱动单元采用储氢材料组件的示意图。

[0031] 图3是根据本发明的一个实施方案的甲醇制氢机系统的快速冷启动驱动单元采用氢气瓶的示意图。

[0032] 图 4 是根据本发明的一个实施方案的甲醇制氢机系统的快速冷启动驱动单元采用甲醇催化燃烧方式的示意图。

[0033] 图 5 是根据本发明的一个实施方案的甲醇制氢机系统的快速冷启动驱动单元采用微燃料处理器的示意图。

[0034] 图 6 是根据本发明的一个实施方案的甲醇制氢机系统的快速冷启动驱动单元采用工业废热的示意图。

[0035] 图 7 是图 5 中的微燃料处理器的结构示意图。

具体实施方式

[0036] 在下文的具体实施方式中，将参照形成本说明书一部分的附图。在附图中，相似的附图标记通常指代相似的部件，除非上下文中另行指出。在具体实施方式、附图和权利要求书中所描述的示意性实施例并非旨在限制本发明。在不偏离在此展示的发明主题的原理和范围的情况下，可以采用替代的实施例，也可以对实施例进行修订和改型。易于理解的是，在本文中大致描述的以及附图中所图示的本发明的各方面可以在宽泛的配置变化中进行排列、替换、组合、分拆和删节，所有这些排列、替换、组合、分拆和删节均落入本发明的范围之内。

[0037] 在本发明的一个实施方案中提供了一种快速冷启动的甲醇制氢机系统，该系统包含燃料模块、甲醇制氢模块、燃料电池模块和快速冷启动驱动单元，其中甲醇制氢模块包含燃料处理器和氢气提纯器。该系统基于甲醇低温低压裂解重整和气体变压吸附脱附分离原理制备纯氢。该系统由燃料模块提供燃料，输入燃料处理器，燃料处理器在一定温度和压力条件下将甲醇水溶液催化裂解生成富氢气体，富氢气体输入氢气提纯器持续产生纯氢，为客户端持续不间断供氢。设计快速冷启动驱动单元以快速驱动燃料处理器升温，并优选地及时为客户端供氢。

[0038] 如图 1 所示，在本发明的一方面提供了一种甲醇制氢机系统 1，包括 ：燃料模块 2，包括燃料储存装置和燃料输送装置 ；甲醇制氢模块 3，包括用于处理燃料并制取氢气的燃料处理器 4 和用于提纯氢气的氢气提纯器 5，所述甲醇制氢模块 4 与所述燃料模块连通且与客户端 6 连通 ；所述甲醇制氢机系统 1 还包括快速冷启动驱动单元 11，其是用于加速所述甲醇制氢机系统 1 的冷启动的装置。

[0039] 燃料模块 2 内部填充有甲醇水混合液作为燃料，包括燃料储存装置和燃料输送装置。在此实施例中，燃料储存装置为燃料箱，燃料输送装置包括燃料输送管路及燃料泵。燃料箱及燃料输送管路采用抗甲醇腐蚀材料，如不锈钢 304、不锈钢 316 等材料 ；燃料泵根据需求选择不同流量范围。

[0040] 甲醇制氢模块 3 包含燃料处理器 4 和氢气提纯器 5。其中燃料处理器 4 例如可以采用本申请人的发明专利 CN201010580669.4 中所述的型式，即包括 ：一个汽化混合室，用于燃料的汽化与混合 ；一个燃料重整室，用于燃料的重整以生成含有氢气及杂质的反应产物 ；一个降温室，用于使反应产物的温度下降 ；以及一个氢气除杂室，用于去除燃料重整中生成的杂质，其中燃料重整室和氢气除杂室中含有催化剂，并且汽化混合室、燃料重整室、降温室和氢气除杂室依次串联连接，所述燃料处理器配备有对应于汽化混合室、重整反应室、降温室或氢气除杂室设置的热交换室，可以将燃料重整室和氢气除杂室的温度

分别控制在 220-290℃和 240℃以下。氢气提纯器 5 例如可以采用本申请人的发明专利 CN201410302126.4 和 CN201410543516.0 中所述的型式，即利用变压吸附原理的气体提纯装置，该变压吸附气体提纯器具有结构一体化、小型化等特点，且工作压力较低，仅 550kPa 的工作压力下，即可产出 99.999％以上纯度的氢气，包含具有独特设计的氢气提纯气床、气床上下连接体及控制阀门和控制流程。

[0041] 客户端 6 可以是各种使用氢气的客户端，包括氢燃料电池，如采用本申请人的发明专利 CN201410543495.2 中所述的水冷质子交换膜燃料电池，或采用其他类型的氢燃料电池；也可以是医用、工业、研发用氢等客户应用。

[0042] 快速冷启动驱动单元 (11) 可以有以下几种优选实施方案：

[0043] 优选方案一：如图 2 所示，该快速冷启动驱动单元 11 采用储氢材料组件 7 来储存氢气（纯氢），用于在甲醇制氢机系统 1 冷启动时燃烧升温和在客户端启动初期提供足够氢气，该储氢材料组件包括储氢材料和耐高温高压壳体及氢气输出阀。其中储氢材料可以有多种，根据氢气的储存状态，可以是液态储氢材料、高压气态储氢材料和固态储氢材料。其所储存的氢气可以是根据本发明的甲醇制氢机生产的，亦可以来自于其他替代方式（例如高压氢瓶）。

[0044] 优选方案二：如图 3 所示，该快速冷启动驱动单元 11 采用氢气瓶 8，用来储存氢气，该氢气瓶可以是高压氢气瓶，也可以是低压氢气瓶。该氢气压缩机可以自行设计，也可以直接购买。当采用高压氢气瓶时需要配置一个氢气压缩机为其充气。该氢气瓶所储存氢气可以是本发明所述甲醇制氢机制备，亦可以是其它氢气源的氢气。

[0045] 上述优选方案一和优选方案二可用于需要启动后立即产氢的应用，例如氢燃料电池。

[0046] 优选方案三：如图 4 所示，该快速冷启动驱动单元 11 采用甲醇催化燃烧方式，该方式需要一个如图 4 中所示的甲醇燃烧催化剂组件 9，和一个甲醇－空气混合器 10。其中甲醇燃烧催化剂组件 9 由甲醇燃烧催化剂和催化剂载体组成，该催化剂可以是铂基催化剂，也可以是非铂基催化剂（例如镍、铬等），催化剂载体可以是陶瓷的，也可以是其它非陶瓷耐高温材质的。该方式是通过同时通入一定体积比的甲醇和空气，在催化剂作用下发生放热反应，为燃料处理器提供热量升温。

[0047] 优选方案四：如图 5 所示，该快速冷启动驱动单元 11 采用微型燃料处理器 12，用来为甲醇燃料电池系统冷启动提供升温用富氢燃料，该微型燃料处理器 12 可以采用本申请人的发明专利 CN201010580669.4 中所述的方式制作，具体包含如图 7 所示的：微型燃料处理器及其加热器、保温壳体及甲醇水输送管路及富氢气体输送管路，另外还需要一个蓄电池为加热器供电。该微型燃料处理器与甲醇燃料电池中燃料处理器可根据需要固定在一起，亦可为快插式的，便于拆装和运输。

[0048] 优选方案五：如图 6 所示，该快速冷启动驱动单元 11 采用高于 250℃工业废热作为给燃料处理器 4 加热的热源，工业废热可以为气体废热、液体废热等可移动热源。该方案可用于为甲醇制氢机 1 快速冷启动提供反应所需热量，可用于为燃料处理器 4 长期保温提供热量，也可用于为甲醇制氢机 1 运行过程中为燃料处理器 4 提供补充热量。

[0049] 在本发明的另一方面提供了一种甲醇燃料电池系统，其中根据本发明第一方面所述的甲醇制氢机系统中的快速冷启动驱动单元 11 被采用作为该甲醇燃料电池系统的冷启

动驱动装置。

[0050] 实施例一

[0051] 在一个优选实施例中，以金属储氢材料组件作为冷启动驱动单元，经计算，满足甲醇制氢机系统中燃料处理器由20℃升温至250℃需要的热量，需消耗20.3mol的氢气，即需消耗40.6g的氢气，若以1.4g/min的氢气流量燃烧供热，则只需30分钟的时间即可加热至250℃。若以客户端为电堆功率6kW燃料电池为例，则从电堆瞬间启动至甲醇制氢机可以供氢为止，以满功率计，电堆需消耗氢气3.1mol/min，从连接电堆的甲醇制氢机系统启动至甲醇制氢机可以供氢为止，共需113.3mol氢气。该实施例选择金属氢化物储氢器HYM-100S/A（购自北京浩运金能科技有限公司），其储氢量不低于125mol，循环充放氢气3000次之后仍可满足需求。体积仅为ø46*L210(mm)，重量不到5kg。初次使用可通过氢气压缩装置从外界充入氢气，之后可在系统关机前用甲醇制氢机自制纯氢将金属氢化物储氢器充满。该实施方案附加体积较小，便于携带，适用于各种场景。

[0052] 实施例二

[0053] 在另一个优选实施例中，以高压氢气瓶作为冷启动驱动单元，经计算和测试，满足甲醇制氢机系统中燃料处理器由20℃升温至250℃需要的热量，需消耗20.3mol的氢气，即需消耗40.6g的氢气，若以1.4g/min的氢气流量燃烧供热，则只需30分钟的时间即可加热至250℃。若以客户端为电堆功率6kW燃料电池为例，则从电堆瞬间启动至甲醇制氢机可以供氢为止，以满功率计，电堆需消耗氢气3.1mol/min，从连接电堆的甲醇制氢机系统启动至甲醇制氢机可以供氢为止，共需113.3mol氢气。以压缩至15MPa的氢气瓶储氢为例，则只需要用一个不到20L的容器即可满足氢气需求。另需要配一个在北京海德利森科技有限公司订制的氢气压缩机即可完成氢气瓶的充气，初次使用可通过氢气压缩装置从外界充入氢气，之后可在系统关机前用甲醇制氢机自制纯氢将氢气瓶充满。该实施方案附加氢气瓶体积较小，为便于携带，适用于各种场景，且20L氢气瓶在很多气瓶厂家有标品，可直接购买。

[0054] 实施例三

[0055] 在另一个优选实施例中，快速冷启动驱动单元采用以甲醇催化燃烧的方式为燃料处理器加热，甲醇催化燃烧是一个高放热反应，即H(t ＝ 25℃) ＝ 726.5kJ/mol，经计算，通过该方式为燃料处理器升温，共需要320ml纯甲醇。以纯甲醇在Pt基催化剂上点火燃烧为例，将负载有Pt基催化剂的甲醇催化燃烧器件置于燃料处理器底部，为保证燃料处理器各位置温差尽可能小，以甲醇流量15ml/min的速度通入该器件，同时通入空气过量系数300％的空气，即同时通入140L/min的空气，二者经混合，甲醇在燃烧催化剂上催化燃烧放热，共需21分钟即可完成燃料处理器由25℃升温至250℃，制氢机由热待机至满负荷产氢不超过10分钟，则甲醇制氢机系统由25℃冷启动至满负荷产氢不超过31分钟。该方案操作简单，冷启动时间较短，适用于各种工作环境。

[0056] 实施例四

[0057] 在另一个优选实施例中，以微燃料处理器作为冷启动驱动单元，按照图7所示结构简图设计，该微燃料处理器以铝合金为缸体材料，重量500g，经计算，其自身由20℃升温至250℃，需吸热103155J热量，用500W加热器加热的话，需要3.5分钟加热至250℃。若该微燃料处理器甲醇重整裂解效率不低于80％，则最多泵入16.5ml/min的燃料即可在30分钟内将甲醇制氢机系统中燃料处理器由20℃升温至250℃。甲醇制氢机系统热待机启动

至满负荷产氢不超过 10 分钟，应用微燃料处理器作为冷启驱动单元，20℃环境条件下，冷启动总时间不超过 43.5 分钟。该微燃料处理器总体积不超过 2 升，其寿命与本发明的甲醇制氢机系统相同。该方案适用于各种场合，尤其是无市电接入的地方，且安装和使用简单易操作。且直接使用现场燃料制作氢气燃烧生热，减少运输燃料气体或液体带来的风险。

[0058] 实施例五

[0059] 在另一个优选实施例中，快速冷启动驱动单元采用以工业废热为燃料处理器加热，通过一个热泵将液态或气态的工业废热泵入燃料处理器升温腔体。以 550℃的 SO_2 工业废热为例，SO_2 比热容为 0.62J/(g.℃)，经计算，将燃料处理器由 20℃升温至 250℃，共需要 30kg 的气体 SO_2 流过，以 1kg/min 流量计，共需 30 分钟即可实现甲醇制氢机冷启动，亦可以更短时间完成启动。该方案还可利用工业废热长期为燃料处理器保温，实现即时启动，且在运行过程中可以直接利用工业废热为燃料重整提供能量，尽可能地多产纯氢，减少废氢，提高系统效率。该方案适用于具有大量工业废热的工作场所。

[0060] 对比例一

[0061] 该对比例以蓄电池作为冷启动驱动单元，以甲醇制氢机中燃料处理器配置 1800W 加热器为例，经计算和测试，将燃料处理器由 20℃升温至 250℃，需要 54 分钟，甲醇制氢机系统热待机启动至满负荷产氢不超过 10 分钟，则甲醇制氢机系统冷启动至满负荷产氢近 64 分钟，且需要配置不低于 1.7kWh 的蓄电池。相比而言，该方案启动时间较长，且需要反复给蓄电池充电，比较繁琐，且适用场所有限。

[0062] 对比例二

[0063] 该对比例以直接接入市电作为冷启动驱动单元，同对比例一，以甲醇制氢机中燃料处理器配置 1800W 加热器为例，经计算和测试，将燃料处理器由 20℃升温至 250℃，需要 54 分钟，甲醇制氢机系统热待机启动至满负荷产氢不超过 10 分钟，则甲醇制氢机系统冷启动至满负荷产氢近 64 分钟，且需要消耗 1.7kWh 的电。该方案虽然方法简单，便于操作，但仅适用于便于接入市电的场所，且启动时间较长。

[0064] 本领域的普通技术人员可以理解，通常，在说明书中以及在权利要求书中使用的术语通常希望被视为“开放式”术语，术语“具有”应当被解释为“至少具有”，术语“包括”应当被解释为“包括但不限于”等。除非另有规定，术语“连接”、“相连”应当被宽泛地解释，可以是直接相连也可以是间接相连，本领域的普通技术人员可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0065] 尽管已经参照本发明的具体实施方案例示并描述了本发明，但是本领域的普通技术人员可以理解，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，可以在具体实施方案中进行上述的以及其他的在形式和细节方面的变化，包括但不限于添加、减少或修改元件或以等同物进行替代。

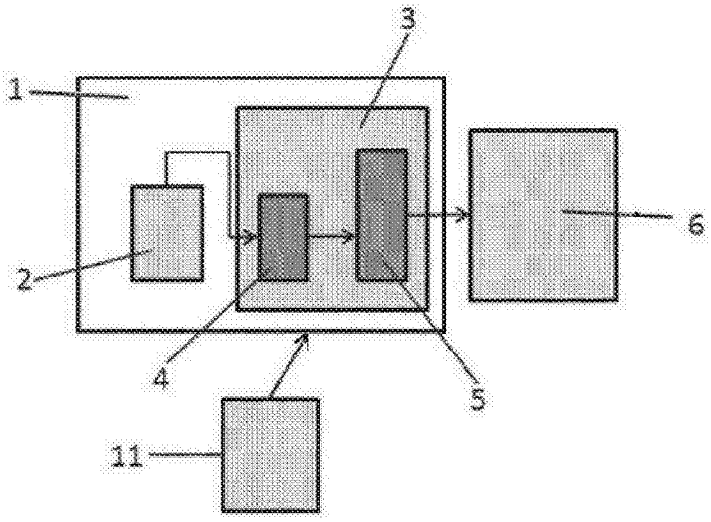


图 1

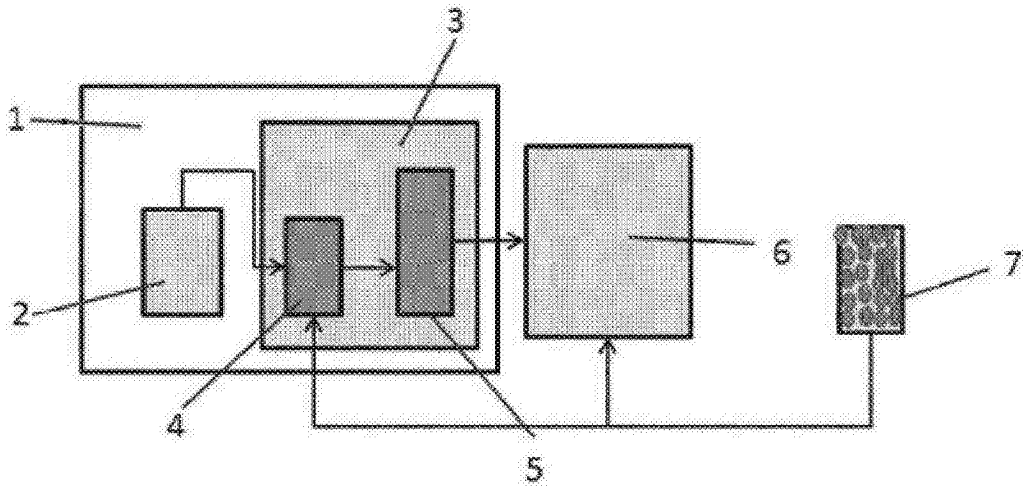


图 2

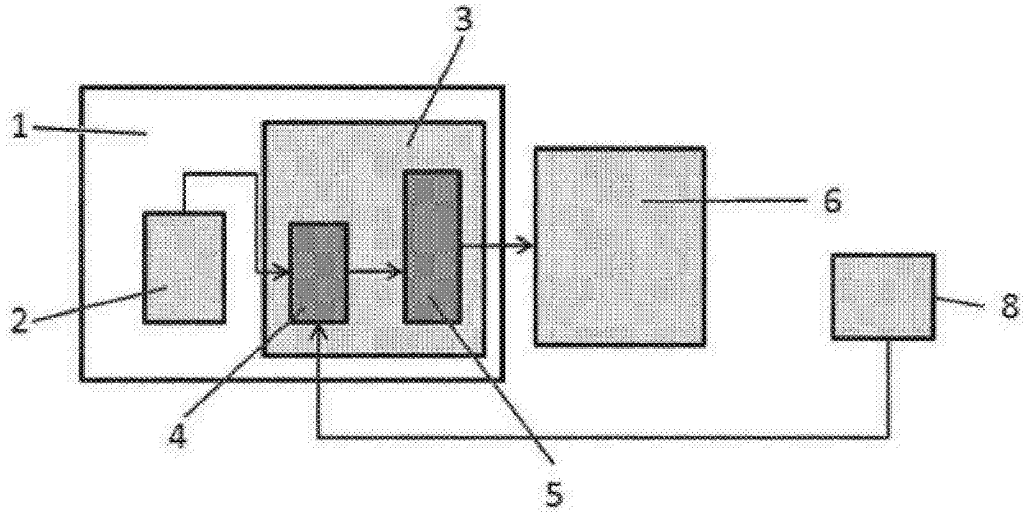


图 3

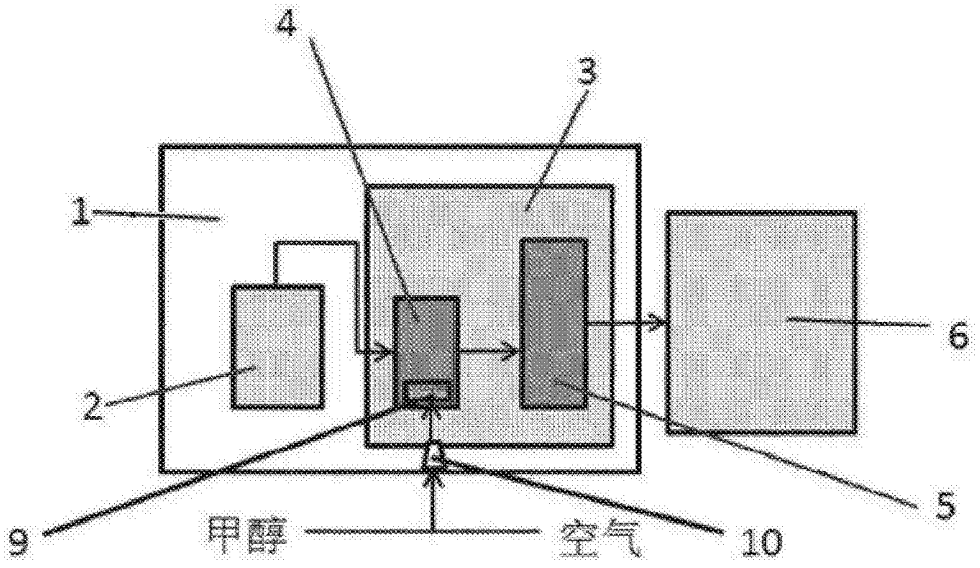


图 4

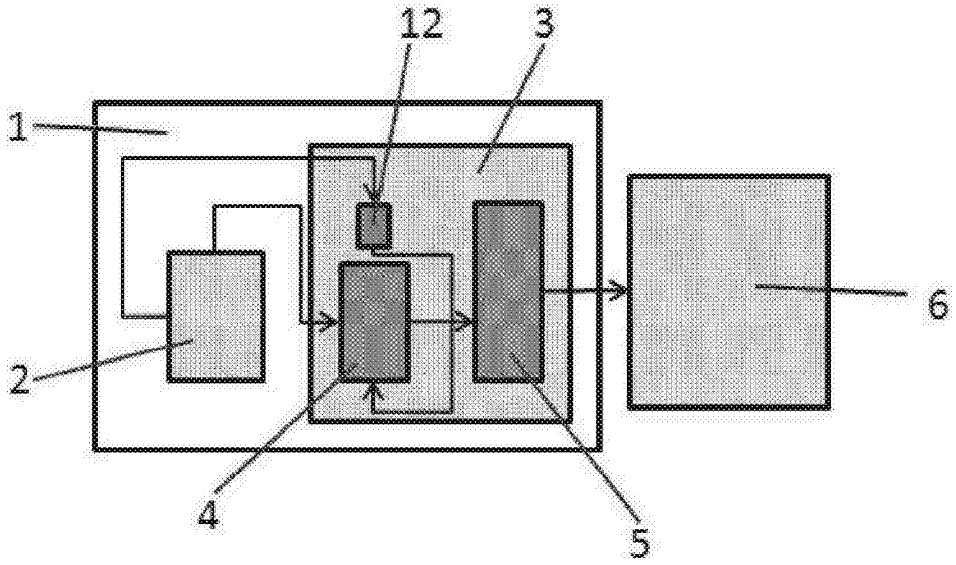


图 5

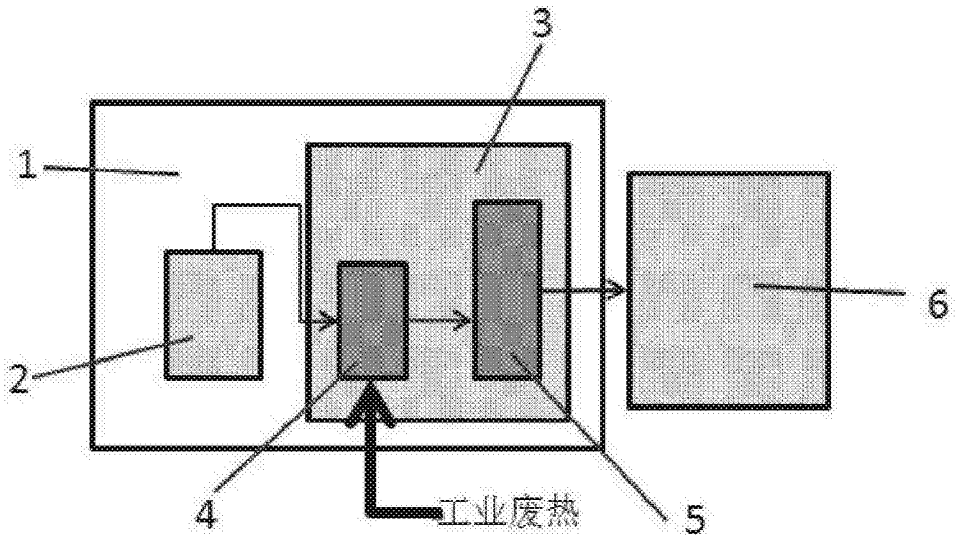


图 6

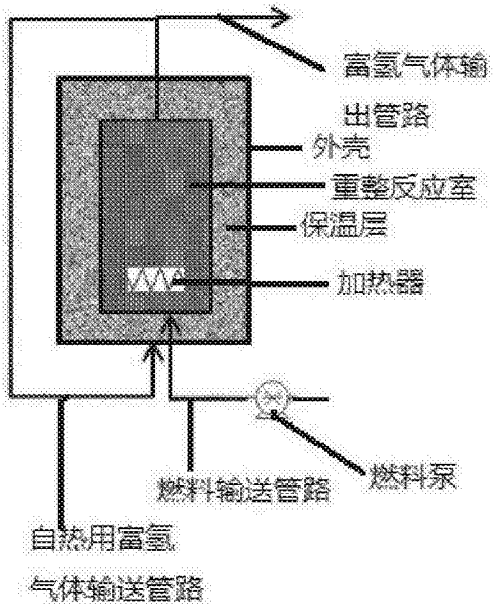


图 7