



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109982963 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 04

(21) 申请号 201780054874.7  
 (22) 申请日 2017.06.28  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 109982963 A  
 (43) 申请公布日 2019.07.05  
 (30) 优先权数据  
 PCT/MY2017/050007 2017.02.03 MY  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2019.03.06  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/MY2017/050033 2017.06.28  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02018/143791 EN 2018.08.09  
 (73) 专利权人 氢技术有限公司  
 地址 马来西亚梳邦再也市USJ 21/11路2楼  
 3号, 邮编47630

(72) 发明人 谢晋扬 余玉健 伍国富  
 (74) 专利代理机构 上海众象合一知识产权代理有限公司 31395  
 专利代理师 姜微微

(51) Int. Cl.  
 C01B 3/06 (2006.01)  
 H01M 8/06 (2016.01)  
 H01M 8/04746 (2016.01)  
 H01M 8/04701 (2016.01)

(56) 对比文件  
 US 2016/0023897 A1, 2016.01.28  
 US 7938077 B1, 2011.05.10  
 US 6737184 B2, 2004.05.18  
 JP 特开2007-335144 A, 2007.12.27  
 CN 105366637 A, 2016.03.02  
 CN 101884129 A, 2010.11.10

审查员 陈帅

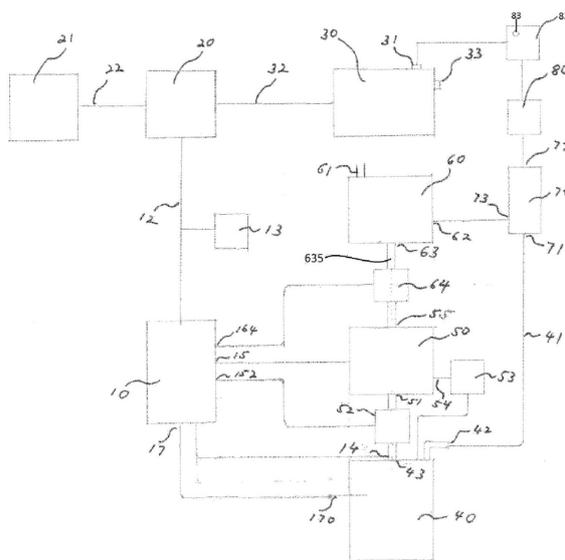
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

## (54) 发明名称

设有缓冲罐的氢气生成系统和方法

## (57) 摘要

一种氢气生成系统, 所述氢气生成系统将诸如水的液体反应物加热, 然后将所得的加热的反应物引导至含有固体氯化物的反应室。所述加热的液体反应物和所述固体氯化物之间的化学反应形成氢气。然后将该氢气过滤并调节, 然后储存在缓冲罐中。然后可将来自所述缓冲罐的氢气供应到燃料电池, 以在需要时产生电力。测量所述缓冲罐的压力, 例如在蓄电池电量低于预定水平时。并将其用于确定何时应该开始和停止氢气生成。作为安全预防措施, 对所述反应室的压力和温度进行测量, 由此使得反应将在压力和温度超过预定值的情况下停止。



1. 一种氢气生成系统,包括:

控制单元(10);

液体储存器(60),所述液体储存器具有用于从外部源接收液体反应物(91)的进出口(61)、用于从所述液体储存器(60)排出液体反应物(91)的排出口(63);

液体加热单元(50),所述液体加热单元具有排出口(51)、用于从所述液体储存器(60)接收液体反应物(91)的进出口(55)、可由所述控制单元(10)控制的加热元件(56),所述液体加热单元(50)被调适成将一定量的液体反应物(91)加热,使得所述液体反应物(91)的一部分进入气相;

反应室(40),所述反应室具有通过控制阀(52)与所述液体加热单元排出口(51)流体连通的进出口(43),所述控制阀(52)由所述控制单元(10)控制,所述反应室(40)含有固体反应物(47),并且被调适成从所述液体加热单元(50)接收一定量的加热的反应物(90),所述加热的反应物(90)分散通过所述固体反应物(47),由此至少产生产物气体,所述产物气体至少是所述加热的反应物(90)和氢气的混合物;所述进出口(43)是突出到反应室(40)中的管道结构,在突出到反应室(40)中的进出口(43)的一端,设置有多个孔(49),所述多个孔(49)允许所述加热的反应物(90)从进出口(43)排出并进入反应室(40);所述多个孔(49)被第一多孔材料(48)包围;所述第一多孔材料(48)对加热的反应物(90)是可渗透的,但对固体反应物(47)是不可渗透的;所述固体反应物(47)顶侧处设有第二多孔材料(46),所述气体产物透过第二多孔材料(46),所述产物气体通过气体出口(42)从所述反应室(40)排出;所述固体反应物(47)在其侧面周围被第三多孔材料(45)进一步包封,所述第三多孔材料(45)允许氢气透过,但不允许固体反应物(47)透过;以及

热传递装置(53),所述热传递装置被调适成将热量从所述反应室(40)传递到所述液体加热单元(50);

冷凝单元(70),所述冷凝单元具有用于从所述反应室(40)接收所述产物气体的进出口(71)、用于将主要氢气引导出所述冷凝单元(70)的排出口(72),所述冷凝单元(70)被调适成基本上冷凝所述加热的反应物(90);

其中所述系统还包括位于所述冷凝单元(70)下游的缓冲罐(82),所述缓冲罐被调适成接收和储存一定量的氢气,所述缓冲罐设置有压力传感装置(83),并且其中所述缓冲罐的压力用于确定所述氢气反应的开始和停止。

2. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,还包括

过滤器单元(80),所述过滤器单元被调适成过滤所述主要氢气,从而基本上从所述主要氢气中除去不需要的颗粒。

3. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,还包括

液体驱动单元(64),所述液体驱动单元设置在所述液体储存器排出口(63)和所述液体加热单元进出口(55)之间,并且被调适成将液体反应物(91)从所述液体储存器(60)推进并且推入所述液体加热单元(50)中,所述液体驱动单元(64)可由所述控制单元(10)控制。

4. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,还包括

控制阀(52),所述控制阀被调适成允许从所述液体加热单元(50)释放所述加热的反应物(90),所述控制阀(52)可由所述控制单元(10)控制。

5. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,其中所述液体加热单元(50)被调适成储存一

定量的所述加热的反应物(90)。

6. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,还包括

燃料电池(30),所述燃料电池被调适成由氢气供应源发电,所述燃料电池位于所述缓冲罐(82)的下游;以及能量储存器(13),所述能量储存器被调适成接收和储存来自所述燃料电池(30)的一定量的电能,所述能量储存器(13)的储存水平被传递到所述控制单元(10)。

7. 根据权利要求6所述的氢气生成系统,其中

当所述能量储存器(13)的所述储存水平降低到预设水平时,储存在所述缓冲罐(82)中的氢气被释放并被传送到所述燃料电池(30)。

8. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,还包括装置,所述装置确保所述液体反应物(91)流出所述液体储存器(60),只要所述液体储存器(60)中有足够的液体反应物(91)即可。

9. 根据权利要求8所述的氢气生成系统,其中确保所述液体反应物(91)流出所述液体储存器(60)的所述装置包括柔性软管(65),所述柔性软管具有连接到漂浮装置(67)的第一端和与所述液体储存器排出口(63)流体连通的第二端,并且使得所述漂浮装置(67)被调适成将所述柔性软管(65)的所述第一端保持在所述液体反应物(91)的表面的下方,只要所述液体储存器(60)中有足够的液体反应物(91)即可。

10. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,其中所述液体反应物(91)包括以下各项中的任何一种:水、酸性液体、碱性液体、有机液体或无机液体或其组合。

11. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,其中所述固体反应物(47)包括氢燃料和金属基催化剂的混合物。

12. 根据权利要求11所述的氢气生成系统,其中所述氢燃料是硼氢化钠。

13. 根据权利要求11所述的氢气生成系统,其中所述氢燃料是以下各项中的任何一种:硼氢化物、氮氢化物、碳氢化物、金属氢化物、硼氮氢化物、硼碳氢化物、氮碳氢化物、金属硼氢化物、金属氮氢化物、金属碳氢化物、金属硼氮氢化物、金属硼碳氢化物、金属碳氮氢化物、硼氮碳氢化物、金属硼氮碳氢化物或其组合。

14. 根据权利要求11所述的氢气生成系统,其中所述氢燃料是以下各项中的任何一种:NaH、LiBH<sub>4</sub>、LiH、CaH<sub>2</sub>、Ca(BH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>、MgBH<sub>4</sub>、KBH<sub>4</sub>、Al(BH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>或其组合。

15. 根据权利要求11所述的氢气生成系统,其中所述固体反应物可以是具有B<sub>x</sub>N<sub>y</sub>H<sub>z</sub>的多种化合物,其中x、y和z是任何整数。

16. 根据权利要求15所述的氢气生成系统,其中所述多种化合物包括:H<sub>3</sub>BNH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>B(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>BH<sub>3</sub>、NH<sub>2</sub>BH<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>N<sub>3</sub>H<sub>6</sub>、吗啉硼烷(C<sub>4</sub>H<sub>12</sub>BNO)、(CH<sub>2</sub>)<sub>40</sub>复合材料、B<sub>2</sub>H<sub>4</sub>或其组合。

17. 根据权利要求11所述的氢气生成系统,其中所述金属基催化剂是以下各项中的任何一种:钴基氧化物、硼化物、固体酸、盐或其组合。

18. 根据权利要求17所述的氢气生成系统,其中所述盐是以下各项中的任何一种的离子的化合物:钌(Ru)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、铁(Fe)或其组合。

19. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,还包括位于过滤器(80)之后、所述缓冲罐(82)之前的气体调节装置(81),所述气体调节装置(81)被调适成调节通过其的气体的压力和流量。

20. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,其中所述反应室(40)可以容易地从所述系统中移除,并且设置有在其移除期间暂时关闭所述入口(43)和所述气体出口(42)的装置。

21. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,其中所述加热元件(56)可以通过电阻加热或感应加热来进行电操作。

22. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,其中所述冷凝单元(70)还包括过量液体口(73),用于将所述加热的反应物(90)的冷凝物引导出所述冷凝单元(70)并引导回所述液体储存器(60)。

23. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,还包括压力传感装置(14),用于获取所述反应室(40)的压力读数并将所述压力读数传递给所述控制单元(10),如果所述反应室的压力读数超过预设值,则所述控制单元停止所述反应室(40)中的氢气生成。

24. 根据权利要求1所述的氢气生成系统,还包括温度传感装置(170),用于获取所述反应室(40)的温度读数并将所述温度读数传递给所述控制单元(10),如果所述反应室温度读数超过预设值,则所述控制单元停止所述反应室(40)中的氢气生成。

25. 一种生成氢气的方法,包括以下步骤:

检测缓冲罐(82)的压力水平;

如果所述压力水平降低到预定水平,则激活液体驱动单元(64),所述液体驱动单元将液体反应物(91)从液体储存器(60)推进到液体加热单元(50)中;

激活所述液体加热单元(50)中的加热元件(56),使得所述液体反应物(91)的至少一部分被加热;

使所述加热的反应物(90)分散在含有一定量固体反应物(47)的反应室(40)内,所述加热的反应物(90)与固体反应物(47)之间的接触产生氢气;所述反应室具有通过控制阀(52)与液体加热单元排出口(51)流体连通的入口(43),所述入口(43)是突出到反应室(40)中的管道结构,在突出到反应室(40)中的入口(43)的一端,设置有多个孔(49),所述多个孔(49)允许所述加热的反应物(90)从入口(43)排出并进入反应室(40);所述多个孔(49)被第一多孔材料(48)包围;所述第一多孔材料(48)对加热的反应物(90)是可渗透的,但对固体反应物(47)是不可渗透的;所述固体反应物(47)顶侧处设有第二多孔材料(46),所述气体产物透过第二多孔材料(46),所述产物气体通过气体出口(42)从所述反应室(40)排出;所述固体反应物(47)在其侧面周围被第三多孔材料(45)进一步包封,所述第三多孔材料(45)允许氢气透过,但不允许固体反应物(47)透过;

冷凝与所述氢气混合的任何加热的反应物(90)以将其与所述氢气分离;

将在所述反应室(40)中生成的一定量的热量传递到所述液体加热单元(50);

将所述冷凝的加热的反应物(90)返回到所述液体储存器(60);

过滤所述氢气以基本上除去不需要的材料;以及

将所述氢气储存在所述缓冲罐(82)中。

26. 根据权利要求25所述的生成氢气的方法,还包括以下步骤:

调节所述氢气的压力和流量。

## 设有缓冲罐的氢气生成系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明整体涉及一种氢气生成系统及其方法,更具体地涉及一种设有缓冲罐的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 使用氢气作为燃料源来发电的燃料电池是众所周知的。燃料电池在大部分情况下用于移动应用,因此面临的问题是提供恒定的氢气供应来为燃料电池提供能量。传统的解决方案是在加压罐中携带氢气。这些加压罐通常大且笨重,这不适合重量为关注点的应用,例如无人机和自行车应用。另一个问题是加压氢气罐的能量储存密度低。还有一个问题是存在泄漏的风险。氢气无气味且燃烧时没有任何火焰,这使得其在泄漏时特别危险。

[0003] 一种对加压罐中携带氢气的替代方案是在现场“按需”生成氢气。已知某些固体氢化物或硼氢化物在与诸如水的液体混合时可能发生产生氢气的水解化学反应。这消除了对加压罐中携带氢气的所有技术和危险性方面的缺点。用固体氢化物生成氢气的一个典型实例是使用硼氢化钠( $\text{NaBH}_4$ )作为燃料。通常的做法是将硼氢化钠( $\text{NaBH}_4$ )与氢氧化钠( $\text{NaOH}$ )混合以形成水溶液。当引入诸如铂或钨的贵金属催化剂时,将发生 $\text{NaBH}_4$ 的水解并产生氢气。在水解过程中, $\text{NaBH}_4$ 将转化为不溶于碱性水溶液的硼酸钠( $\text{NaBO}_2$ )。 $\text{NaBO}_2$ 沉淀也倾向于覆盖催化剂表面区域并使反应终止。

[0004] 使用液态 $\text{NaBH}_4$ 作为燃料在氢气生成系统中也存在其他技术问题。过量水的存在会产生不必要的重量,从而降低氢气发生器的比储存密度。液体混合物还具有较高的不可控的失控反应的风险,这可能会导致灾难性后果。

[0005] 本申请要求优先权的PCT/MY2017/050007(Yee等人)用氢气生成系统来解决这些问题,所述氢气生成系统将诸如水的液体反应物加热,然后将所得加热的反应物引导至含有固体氢化物的反应室。加热的液体反应物和固体氢化物之间的化学反应形成氢气。PCT/MY2017/050007的系统的一个问题是,由于氢气输出下降与反应室本身内压降之间的滞后,反应开始时间很慢。这导致实际输出压降与反应开始之间的滞后。

[0006] PCT/MY2017/050007的系统的另一个问题是难以设计出以始终可满足需求的速率来生成氢气的系统。

[0007] PCT/MY2017/050007的系统的第三个问题是反应室以低于最佳速率运行。这是因为反应速率与氢气的需求相关,而不是与需求无关,因此能够保持在最佳速率。

[0008] 因此,希望具有减少或消除反应开始时间的氢气生成系统。

[0009] 因此,本发明的另一个目标是提供一种能够以总是满足需求的速率输出氢气的系统。

[0010] 本发明的另一个目的是提供一种系统,所述系统以最佳速率生成氢气,从而节省反应物和成本。

## 发明内容

[0011] 本发明寻求通过提供诸如PCT/MY2017/050007中所教导的氢气生成系统和方法，但在反应室和过滤器之后添加缓冲罐来克服上述缺点。

[0012] 因此，本发明涉及一种氢气生成系统，所述氢气生成系统将诸如水的液体反应物加热，然后将所得的加热的反应物引导至含有固体氢化物的反应室。气化的液体反应物与固体氢化物之间的化学反应形成氢气。然后将该氢气过滤，然后储存在缓冲罐中。然后可将来自缓冲罐的氢气供应到燃料电池，以在需要时（例如在蓄电池电量低于预定水平时）产生电力。测量缓冲罐的压力，并将其用于确定何时应该开始和停止氢气生成。作为安全预防措施，对反应室的压力和温度进行测量，由此使得反应将在压力和温度超过预定值的情况下停止。

[0013] 因此，本发明涉及一种氢气生成系统，所述氢气生成系统包括控制单元，所述控制单元具有储能读数输入、压力读数输入、温度读数输入、液体驱动单元控制输出、加热控制输出和气体释放控制输出。该氢气生成系统还包括液体储存器，所述液体储存器具有用于从外部源接收液体反应物的进出口、用于从液体储存器排出液体反应物的排出口、以及用于接收从冷凝单元回收的过量液体的过量进口。该氢气生成系统还包括具有排出口的液体加热单元、用于从液体储存器接收液体反应物的进出口、可由控制单元通过加热控制输出来控制的加热元件，所述液体加热单元被调适成将一定量的液体反应物加热，使得液体反应物的一部分进入气相。该氢气生成系统还包括反应室，所述反应室具有通过控制阀与液体加热单元排出口流体连通的进出口，所述控制阀由气体释放控制输出来控制，所述反应室包含固体反应物例如金属氢化物，并且被调适成从液体加热单元接收一定量的加热反应物，所述加热的反应物分散在固体反应物中，从而形成产生氢气的化学反应。通过气体出口从反应室排出产物气体，所述产物气体是任何过量加热的反应物和产生的氢气的混合物。该氢气生成系统还包括压力传感装置，用于获取反应室进口处的压力读数并将压力读数传递给控制单元。该氢气生成系统还包括温度传感装置，用于获取反应室内部的温度读数并将温度读数传递给控制单元。该氢气生成系统还包括冷凝单元，所述冷凝单元具有用于接收来自反应室的产物气体的进出口、用于将主要氢气引导出冷凝单元的排出口、用于将加热的反应物的冷凝物引导出冷凝单元并引导回液体储存器的过量液体口，所述冷凝单元被调适成充分冷凝加热的反应物。

[0014] 在另一个实施方案中，所述加热的反应物在液体加热单元中被进一步加热，直至其被气化或进入气态。

[0015] 所述系统还包括位于冷凝单元下游的缓冲罐，所述缓冲罐被调适成接收和储存一定量的氢气，所述缓冲罐设有压力传感装置。缓冲罐的该压力用于确定所述氢气反应的开始和停止。因为缓冲罐能够容纳较高压力的氢气，所以氢气生成反应可以较少地依赖于需求，因此能够保持在更优的速率。

[0016] 缓冲罐的标称工作压力范围为1巴至100巴。缓冲罐的标称工作温度范围为1°C至60°C。缓冲罐配有安全阀，所述安全阀被设计用于释放储存的气体，从而在缓冲罐压力超过预定水平的情况下降低压力。

[0017] 在本发明的另一方面，该氢气生成系统还包括过滤器单元，所述过滤器单元被调适成过滤所述主要氢气，从而基本上从所述主要氢气中除去不需要的颗粒。

[0018] 在本发明的另一方面,该氢气生成系统还包括液体驱动单元,所述液体驱动单元设置在所述液体储存器排出口和所述液体加热单元进出口之间,并且被调适成将液体反应物从所述液体储存器推进并且推入所述液体加热单元中,所述液体驱动单元可由所述控制单元控制。

[0019] 在本发明的另一方面,该氢气生成系统还包括控制阀,所述控制阀被调适成允许从所述反应室释放所述产物气体,所述控制阀可由所述控制单元控制。

[0020] 在本发明的另一方面,所述液体加热单元被调适成储存一定量的所述加热的反应物。

[0021] 在本发明的另一方面,该氢气生成系统还包括热传递装置,所述热传递装置被调适成将热量从所述反应室传递到所述液体加热单元。

[0022] 在本发明的另一方面,该氢气生成系统还包括:被调适成由氢气供应源发电的燃料电池,所述燃料电池位于所述缓冲罐的下游;以及能量储存器,例如蓄电池,所述能量储存器被调适成从所述燃料电池接收和储存一定量的电能。该能量储存器的储存水平被传递到控制单元。

[0023] 在本发明的另一方面,当能量储存器的储存水平降低到预设水平时,控制单元释放储存在所述缓冲罐中的氢气并将其传送到所述燃料电池。

[0024] 在本发明的另一方面,该氢气生成系统还包括具有进出口的燃料电池,所述进出口用于接收一定量的主要氢气以转换成电能。

[0025] 在本发明的另一方面,由燃料电池产生的电能的一部分用于为外部电负载供电,并且产生的另一部分电能用于为能量储存器充电。

[0026] 在本发明的另一方面,该氢气生成系统还包括这样的装置,所述装置确保液体反物流出液体储存器,只要液体储存器中有足够的液体反应物即可。这种确保液体反物流出液体储存器的装置包括柔性软管,所述柔性软管具有连接到漂浮装置的第一端和与液体储存器排出口流体连通的第二端,并且使得漂浮装置被调适成将柔性软管的第一端保持在液体反应物的表面的下方,只要液体储存器中有足够的液体反应物即可。以这种方式,柔性软管能够从液体储存器中提取液体反应物,而不管液体储存器的取向如何。

[0027] 在本发明的另一方面,液体反应物包括以下各项中的任何一种:水、酸性液体、碱性液体、有机液体或无机液体或其组合。

[0028] 在本发明的另一方面,固体反应物包括氢燃料和金属基催化剂的混合物。

[0029] 在本发明的另一方面,氢燃料是硼氢化钠。

[0030] 在本发明的另一方面,氢燃料是以下各项中的任何一种:硼氢化物、氮氢化物、碳氢化物、金属氢化物、硼氮氢化物、硼碳氢化物、氮碳氢化物、金属硼氢化物、金属氮氢化物、金属碳氢化物、金属硼氮氢化物、金属硼碳氢化物、金属碳氮氢化物、硼氮碳氢化物、金属硼氮碳氢化物或其组合。

[0031] 在本发明的另一方面,氢燃料是以下各项中的任何一种:NaH、LiBH<sub>4</sub>、LiH、CaH<sub>2</sub>、Ca(BH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>、MgBH<sub>4</sub>、KBH<sub>4</sub>、Al(BH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>或其组合。

[0032] 在本发明的另一方面,固体反应物可以是具有B<sub>x</sub>N<sub>y</sub>H<sub>z</sub>的多种化合物,其中x、y和z是任何整数。多种化合物可包括:H<sub>3</sub>BNH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>B(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>BH<sub>3</sub>、NH<sub>2</sub>BH<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>N<sub>3</sub>H<sub>6</sub>、吗啉硼烷(C<sub>4</sub>H<sub>12</sub>BN<sub>2</sub>O)、(CH<sub>2</sub>)<sub>40</sub>复合材料、B<sub>2</sub>H<sub>4</sub>或其组合。

[0033] 在本发明的另一方面,金属基催化剂是以下各项中的任何一种:钴基氧化物、硼化物、固体酸、盐或其组合。盐可以是以下任何物质的离子的化合物:钌(Ru)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、铁(Fe)或其组合。

[0034] 在本发明的另一方面,氢气生成系统还包括位于过滤器之后、缓冲罐之前的气体调节装置,所述气体调节装置被调适成调节通过它的气体的压力和流量。

[0035] 在本发明的另一方面,反应室可以容易地从系统中移除,并且设置有在其移除期间暂时关闭入口和气体出口的装置。这有利于当内部的固体反应物被用完时,容易更换反应室。

[0036] 在本发明的另一方面,加热元件可以通过电阻加热或感应加热来进行电操作。所述冷凝单元还包括过量液体口,用于将所述加热的反应物的冷凝物引导出所述冷凝单元并引导回所述液体储存器。

[0037] 在本发明的另一方面,还提供了压力和温度传感装置,用于获取所述反应室的压力和温度读数,并将所述压力和温度读数传递给所述控制单元,如果所述反应室的压力和温度读数超过预设值,所述控制单元停止反应室中的氢气生成。

[0038] 本发明的另一方面是一种生成氢气的方法,包括以下步骤:

[0039] a. 检测缓冲罐的压力水平;

[0040] b. 如果所述压力水平降低到预定水平,则激活液体驱动单元,所述液体驱动单元将液体反应物从液体储存器推进到液体加热单元中;

[0041] c. 激活所述液体加热单元中的加热元件,使得所述液体反应物的至少一部分被气化;

[0042] d. 使所述加热的反应物分散在含有一定量固体反应物的反应室内,所述加热的反应物与固体反应物之间的接触产生氢气;

[0043] e. 冷凝与所述氢气混合的任何加热的反应物以将其与所述氢气分离;

[0044] f. 将所述冷凝的加热的反应物返回到所述液体储存器;

[0045] g. 过滤所述氢气以基本上除去不需要的颗粒;

[0046] h. 将在所述反应室中生成的一定量的热量传递给所述液体加热单元;

[0047] i. 调节所述氢气的压力和流量;以及

[0048] j. 将所述氢气储存在所述缓冲罐中。

[0049] 根据以下公开内容和所附权利要求,其他目标和优点将更加明显。

[0050] 技术问题

[0051] 难以将氢气的生成与需求相匹配。

[0052] 氢气生成系统中反应开始时间慢。

[0053] 由于与需求相关联,无法以最佳速率进行反应。

[0054] 问题的解决方案

[0055] 一种氢气生成系统,所述氢气生成系统将诸如水的液体反应物加热,然后将所得的加热的反应物引导至含有固体氯化物的反应室。加热的液体反应物和固体氯化物之间的化学反应形成氢气。然后将该氢气过滤并调节,然后储存在缓冲罐中。然后可将来自缓冲罐的氢气供应到燃料电池,以在需要时(例如在蓄电池电量低于预定水平时)产生电力。测量缓冲罐的压力,并将其用于确定何时应该开始和停止氢气生成。作为安全预防措施,对反应

室的压力和温度进行测量,由此使得反应将在压力和温度超过预定值的情况下停止。

[0056] 本发明的氢气生成系统还从反应中回收多余的热量以帮助将液体反应物加热,并且在一些情况下将反应物加热到气化点。

### 附图说明

[0057] 图1

[0058] [图1]示出了本发明的一个实施方案中的氢气生成系统的图解视图。

[0059] 图2

[0060] [图2]示出了本发明的一个实施方案中的反应室的横截面图。

[0061] 图3

[0062] [图3]示出了本发明的一个实施方案中的液体储存器的横截面图。

[0063] 图4

[0064] [图4]示出了本发明的一个实施方案中的液体加热单元的外部横截面图。

[0065] 图5

[0066] [图5]示出了本发明的一个实施方案中的氢气生成系统的一部分的图解视图。

### 具体实施方式

[0067] 应该指出的是,以下详细描述涉及一种氢气生成系统及其方法,并且不限于任何特定尺寸或配置,而实际上包括以下描述的一般范围内的多种尺寸和配置。

[0068] 参考图1,示出了氢气生成系统。所述系统的总体目的是在燃料电池中现场生成用于发电的氢气,从而消除了储存大量加压氢气的需求。示出了能量储存器(13),其在优选实施方案中可以是蓄电池或电容器。当传感器检测到能量储存器(13)中的能量水平下降到低于预设水平时,控制单元(10)启动氢气生成过程。在优选实施方案中,控制单元(10)包括微控制器。

[0069] 该氢气生成过程包括控制单元(10),所述控制单元通过加热控制输出(15)来接通液体加热单元(50)的加热元件(56)。这导致液体加热单元(50)的内部温度升高。当液体加热单元(50)的内部温度达到预设值时,控制单元(10)将通过液体驱动单元控制输出(164)来激活液体驱动单元(64)。该液体驱动单元(64)被调适成通过液体储存器排出口(63)将储存在液体储存器(60)中的液体反应物(91)泵出,穿过液体流引导件(635),并且通过液体加热单元入口(55)进入液体加热单元(50)。当液体反应物(91)进入液体加热单元(50)时,其迅速升温。该加热的反应物(90)储存在液体加热单元(50)中并被加压。

[0070] 在一个实施方案中,所述加热的反应物(90)在液体加热单元(50)中被进一步加热,直至其被气化或进入气态。

[0071] 仍然参考氢气生成过程,控制单元(10)通过气体释放控制输出(152)来激活控制阀(52)。该控制阀(52)在被激活时通过液体加热单元排出口(51)将储存的加热反应物(90)从液体加热单元(50)中释放出来。然后,加热的反应物(90)通过控制阀(52)并通过反应室入口(43)进入反应室(40)。在进入反应室(40)时,加热的反应物与储存在反应室(40)中的固体反应物(47)发生化学反应。由压力传感装置(14)测量反应室(40)的压力。该压力读数被反馈回控制单元(10)。还由温度传感装置(170)测量反应室(40)的温度,并且该温度读

数也被反馈回控制单元(10)。当这些压力和温度读数达到预设值时,控制单元(10)能够通过关闭控制阀(52)来停止反应室(40)中的反应,从而停止将加热的反应物(90)供应到反应室(40)中。这是一项安全措施。

[0072] 反应室(40)中的加热的反应物与固体反应物(47)之间的反应产生氢气,以及其他副产物。

[0073] 该反应是放热反应,因此提高了反应室(40)的温度。该过量的热能通过位于反应室(40)与液体加热单元(50)之间的热传递装置(53)传递回液体加热单元(50)。该热传递装置(53)通过热导体(54)将反应室(40)中产生的过量热量传递到液体加热单元(50)。这降低了液体加热单元(50)中的加热元件(56)的功率需求,并进一步增强了该氢气生成系统的输出性能。

[0074] 通过反应室(40)中的所述加热的反应物和固体反应物(47)之间的反应产生主要氢气和一些其他副产物。产物气体是该主要氢气和任何过量的不与固体反应物(47)反应的所述加热的反应物(90)的混合物,其通过气体出口(42)引导出反应室(40),并且通过气流引导件(41)进入冷凝单元(70)。

[0075] 为了进一步阐明反应室(40)的工作原理:

[0076] 在液体加热单元(50)中已加热的气体(我们称之为加热的反应物(90))进入反应室(40)。

[0077] 该加热的反应物(90)与提供于反应室(40)中的固体反应物(47)反应;该反应产生主要氢气和一些副产物。

[0078] 产物气体从反应室中排出,所述产物气体是所述主要氢气和任何过量的加热的反应物(90)的混合物。

[0079] 该冷凝单元(70)设置有用于从反应室(40)接收所述产物气体的进口(71)。该冷凝单元(70)的主要功能是将所述加热的反应物(90)冷凝回液体,使其与主要氢气分离。然后,将所得的冷凝液体通过过量液体口(73)引导出来,以通过液体储存器返回口(62)返回到液体储存器。主要氢气通过排出口(72)从冷凝单元(70)排出到过滤器单元(80)中。过滤器单元(80)捕获主要氢气中的不需要的颗粒以使其更纯。

[0080] 在过滤器单元(80)之后,氢气被引导到缓冲罐(82)中并储存在所述缓冲罐中。缓冲罐(82)设置有能够测量所述缓冲罐(82)内的压力读数的压力传感器(83)。该压力读数被传送到控制单元(10)。控制单元(10)使用该缓冲罐压力读数来计算反应室(40)中所述氢气生成的最佳反应速率。缓冲罐的标称工作压力范围为1巴至100巴。缓冲罐的标称工作温度范围为1°C至60°C。缓冲罐配有安全阀,所述安全阀被设计用于释放储存的气体,从而在缓冲罐压力超过预定水平的情况下降低压力。

[0081] 燃料电池单元(30)位于所述缓冲罐(82)的下游,并且通过进口(31)从所述缓冲罐(82)接收氢气,在优选实施方案中,所述进口是阀。氢气在燃料电池(30)中经历电化学反应以产生电能。由燃料电池(30)产生的废气通过排气装置(33)引导出,在优选实施方案中,排气装置是阀。燃料电池(30)可以是将氢气转换成可用电能的任何装置,并且可以是以下各项中的任何一种,但不限于:质子交换膜燃料电池(PEMFC)、碱性燃料电池(AFC)、磷酸燃料电池(PAFC)、熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)、固体氧化物燃料电池(SOFC)或其他种类的燃料电池。

[0082] 在该优选实施方案中,由燃料电池(30)产生的电能被引导通过电力转换器(20),所述电力转换器可以是以下各项中的任何一种,但不限于:DC转换器、逆变器或充电控制器。然后,电力转换器(20)通过负载互连器(22)将所述电能的一部分输出到电负载(21)。同时,所述电能的另一部分通过再充电互连器(12)被传送回能量储存器(13)。这在需要时对能量储存器(13)进行充电。所述电能的另一部分用于为控制单元(10)供电。

[0083] 在其他实施方案中,在需要氢气供应源的任何应用中,本发明的氢气生成系统可以在没有燃料电池的情况下使用。

[0084] 仍然参考图1,可以看出液体储存器(60)设置有液体储存器入口(61),液体反应物(91)可以通过所述液体储存器入口添加。在优选的实施方案中,液体反应物(91)是水。然而,液体反应物(91)也可以是甲醇、乙醇以及任何其他有机或无机溶剂诸如乙二醇的稀释调合物。

[0085] 储存在反应室(40)中的固体反应物包括氢燃料与金属基催化剂的粉末混合物。在优选的实施方案中,氢燃料是硼氢化钠。然而,在其他实施方案中,所述氢燃料也可以是其他类型的固体氢化物,例如硼氢化物、氮氢化物、碳氢化物、金属氢化物、硼氮氢化物、硼碳氢化物、氮碳氢化物、金属硼氢化物、金属氮氢化物、金属碳氢化物、金属硼氮氢化物、金属硼碳氢化物、金属碳氮氢化物、硼氮碳氢化物、金属硼氮碳氢化物或其组合。该氢燃料还可包括:NaH、LiBH<sub>4</sub>、LiH、CaH<sub>2</sub>、Ca(BH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>、MgBH<sub>4</sub>、KBH<sub>4</sub>和Al(BH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>,或其组合。另外,固体反应物还可以是具有B<sub>x</sub>N<sub>y</sub>H<sub>z</sub>的多种化合物,并且包括但不限于H<sub>3</sub>BNH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>B(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>BH<sub>3</sub>、NH<sub>2</sub>BH<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>N<sub>3</sub>H<sub>6</sub>、吗啉硼烷(C<sub>4</sub>H<sub>12</sub>BN<sub>2</sub>O)、(CH<sub>2</sub>)<sub>40</sub>复合材料、B<sub>2</sub>H<sub>4</sub>或其组合。在优选的实施方案中,金属基催化剂由钴基氧化物或硼化物制成,或者可以是包含钌(Ru)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、铁(Fe)或由其离子制备的化合物的固体酸或盐。

[0086] 参考图2,示出了本发明的一个实施方案中的反应室(40)的横截面图。该反应室(40)封装在壳体(44)中,所述壳体在优选实施方案中由金属材料制成。该反应室(40)在其顶侧设置有入口(43),所述入口(43)被调适成从液体加热单元(50)接收加热的反应物(90)以将所述加热的反应物(90)填入反应室(40)中。

[0087] 在优选实施方案中,入口(43)是突出到反应室(40)中的管道结构,或多个管道结构。在突出到反应室(40)中的管道结构(43)的一端,设置有多个孔(49),所述多个孔允许所述加热的反应物(90)从管道结构(43)排出并进入反应室(40)。多个孔(49)被第一多孔材料(48)包围。

[0088] 在另一优选实施方案中,入口(43)是喷嘴,其被调适成将液态或气态的加热的反应物喷到反应室(40)中。

[0089] 在一个优选实施方案中,当从反应室(40)的顶侧观察时,管道结构(43)和第一多孔材料(48)相对于反应室(40)以同心布置设置。管道结构(43)位于同心布置的中心处,并由第一多孔材料(48)同心地包围。第一多孔材料又由固体反应物(47)同心地包围。第一多孔材料(48)对加热的反应物(90)是可渗透的,但对固体反应物(47)是不可渗透的。以这种方式,第一多孔材料(48)允许加热的反应物(90)进入固体反应物(47)中,但是其不允许固体反应物(47)从反应室(40)逸出。

[0090] 因此,当通过管道结构(43)将加热的反应物(90)引入反应室(40)时,所述加热的反应物通过多个孔(49)扩散出来、穿过第一多孔材料(48),然后分散到固体反应物(47)中,

并与所述固体反应物发生化学反应。通过该化学反应产生氢气。该氢气透过位于固体反应物(47)顶侧处的第二多孔材料(46),并通过气体出口(42)从反应室(40)排出。固体反应物(47)在其侧面周围被第三多孔材料(45)进一步包封。该第三多孔材料(45)允许氢气透过,但其不允许固体反应物(47)透过。这防止了固体反应物(47)的任何熔化阻止氢气输送到反应室(40)的顶部。在一个优选的实施方案中,第一多孔材料、第二多孔材料和第三多孔材料是碳布。

[0091] 仍然参考图2,示出了温度传感装置(170),其被调适成测量反应室(40)内的温度读数,所述温度读数随后被传送到控制单元(10)。当此温度读数达到预设值时,控制单元(10)能够通过关闭控制阀(52)来停止反应室(40)中的反应,从而停止将加热的反应物(90)供应到反应室(40)中。这是一项安全措施。

[0092] 在一个优选的实施方案中,反应室(40)是固定部件,由此必须清除掉其中的副产物废物。在另一个优选的实施方案中,反应室(40)使用联接装置安装在发生器系统上,以便于整个反应室(40)连同其内部的副产物废物一起容易的移除和更换。

[0093] 现在参考图3,示出了本发明的一个实施方案中的液体储存器(60)的横截面图。液体反应物(91)从外部源通过入口(61)而被填充到液体储存器(60)中。排出口(63)将液体反应物(91)引导出液体储存器(60)。

[0094] 在图3中,示出了柔性软管(65),所述柔性软管具有连接到漂浮装置(67)的第一端和与排出口(63)流体连通的第二端。漂浮装置(67)被调适成浮在液体储存器水平(66)上,并将柔性软管(65)的所述第一端保持在所述液体反应物(91)的表面水平的下方,只要液体储存器(60)中有足够的液体反应物(91)即可。以这种方式,柔性软管(65)都能够从液体储存器(60)中提取液体反应物(91),而不管液体储存器(60)的取向如何。

[0095] 仍然参考图3,在液体储存器(60)上设置有用于从冷凝单元(70)接收过量液体的返回口(62)。

[0096] 参考图4,示出了本发明的一个实施方案中的液体加热单元(50)的外部横截面图。液体加热单元(50)在第一端处设置有入口(55),用于通过液体驱动单元(64)从液体储存器(60)接收液体反应物(91)。液体加热单元(50)在第二端处设置有排出口(51),用于将加热的反应物(90)排出液体加热单元(50)。入口(55)具有比排出口(51)窄的流动通道。该较窄的流动通道允许较少的液体反应物(91)进入液体加热单元(50),从而允许液体反应物(91)更容易地转化成加热的反应物(90)。当加热的反应物(90)从液体加热单元(50)排出时,排出口(51)的较大直径还允许所述加热的反应物具有更高的通过量。液体加热单元(50)设置有加热元件(56),用于加热并气化液体反应物(91)。

[0097] 液体加热单元(50)还设置有位于液体加热单元(50)的外部的导热装置(57)。该导热装置(57)将过量热量从热传递装置(53)引导到液体加热单元(50)。

[0098] 现在参考图5,示出了本发明的一个实施方案中的氢气生成系统的一部分的图解视图,其中添加了气体调节器(81)。该气体调节器(81)位于缓冲罐(82)之后、燃料电池(30)之前,并且与缓冲罐(82)和燃料电池(30)的入口(31)流体连通。该气体调节器(81)控制通过其的氢气的压力和流量。可以存在仅具有一个气体调节器或一组气体调节器的实施方案。在优选实施方案中,该气体调节器(81)由控制单元控制。

[0099] 虽然已经描述和说明了本发明的几个特别优选的实施方案,但是对于本领域技术

人员来说显而易见的是,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以进行各种改变和修改。因此,以下权利要求旨在包括在本发明范围内的这些改变、修改和应用领域。

- [0100] 参考标记清单
- [0101] 控制单元 (10)
- [0102] 再充电互连器 (12)
- [0103] 能量储存器 (13)
- [0104] 压力传感装置 (14)
- [0105] 加热控制输出 (15)
- [0106] 电力转换器 (20)
- [0107] 电负载 (21)
- [0108] 负载互连器 (22)
- [0109] 燃料电池 (30)
- [0110] 燃料电池进出口 (31)
- [0111] 燃料电池排出口 (33)
- [0112] 反应室 (40)
- [0113] 气流引导件 (41)
- [0114] 反应室气体出口 (42)
- [0115] 反应室进出口/管道结构 (43)
- [0116] 反应室壳体 (44)
- [0117] 第三多孔材料 (45)
- [0118] 第二多孔材料 (46)
- [0119] 固体反应物 (47)
- [0120] 第一多孔材料 (48)
- [0121] 多个孔 (49)
- [0122] 液体加热单元 (50)
- [0123] 液体加热单元排出口 (51)
- [0124] 控制阀 (52)
- [0125] 热传递装置 (53)
- [0126] 热导体 (54)
- [0127] 液体加热单元进出口 (55)
- [0128] 加热元件 (56)
- [0129] 导热装置 (57)
- [0130] 液体储存器 (60)
- [0131] 液体储存器进出口 (61)
- [0132] 液体储存器返回口 (62)
- [0133] 液体储存器排出口 (63)
- [0134] 液体流引导件 (635)
- [0135] 液体驱动单元 (64)
- [0136] 柔性软管 (65)

- [0137] 液体储存器水平 (66)
- [0138] 漂浮装置 (67)
- [0139] 冷凝单元 (70)
- [0140] 冷凝单元进出口 (71)
- [0141] 冷凝单元排出口 (72)
- [0142] 冷凝单元过量液体口 (73)
- [0143] 过滤器单元 (80)
- [0144] 气体调节器 (81)
- [0145] 缓冲罐 (82)
- [0146] 缓冲罐压力传感器 (83)
- [0147] 加热的反应物 (90)
- [0148] 液体反应物 (91)
- [0149] 气体释放控制输出 (152)
- [0150] 液体驱动单元控制输出 (164)
- [0151] 温度传感装置 (170)。

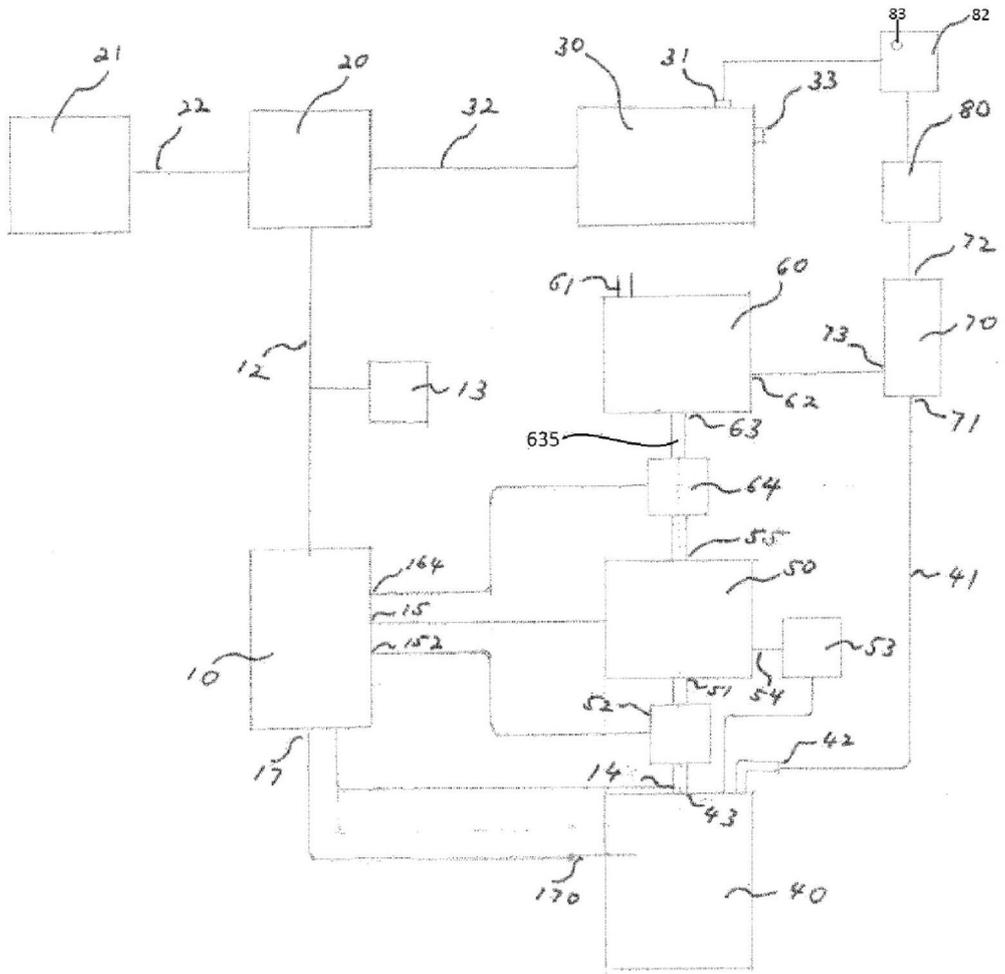


图1

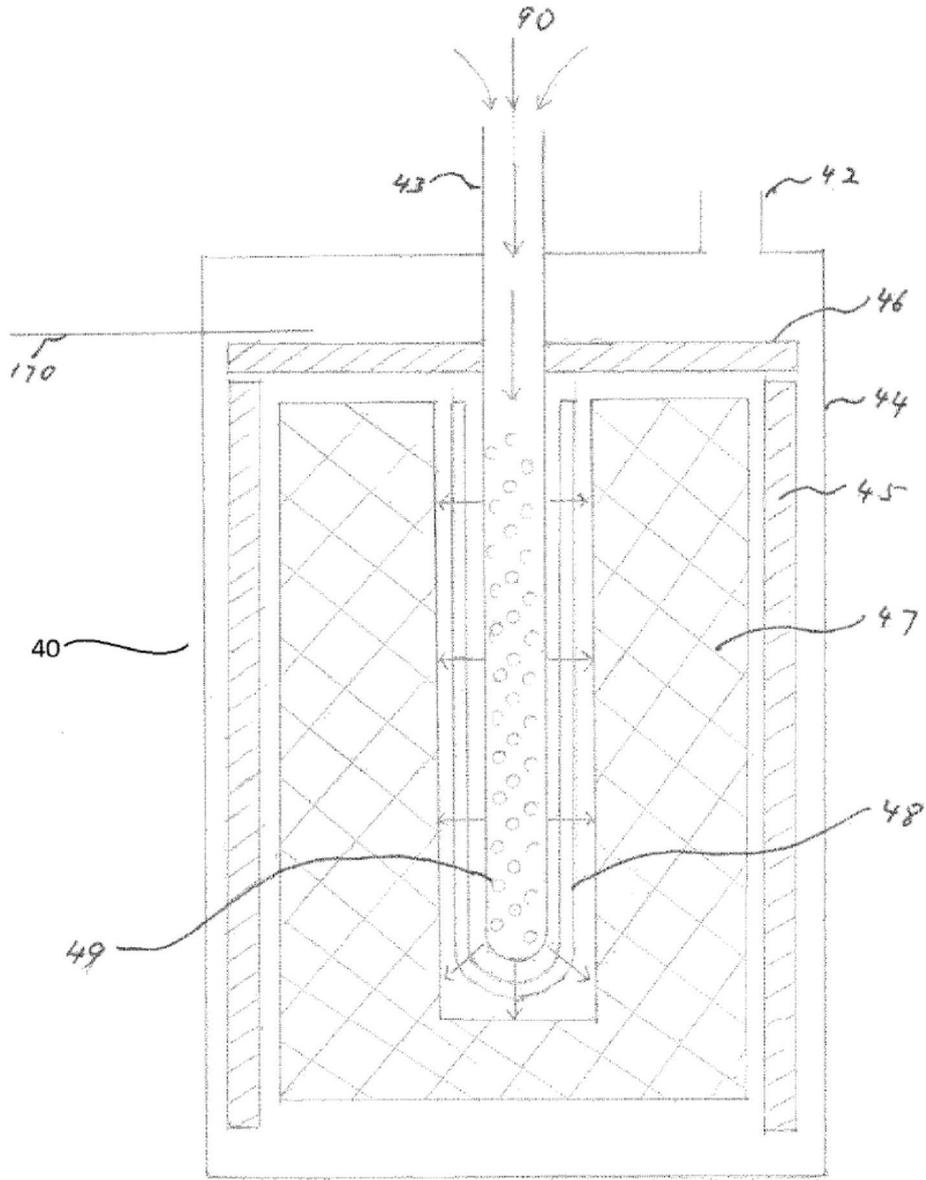


图2

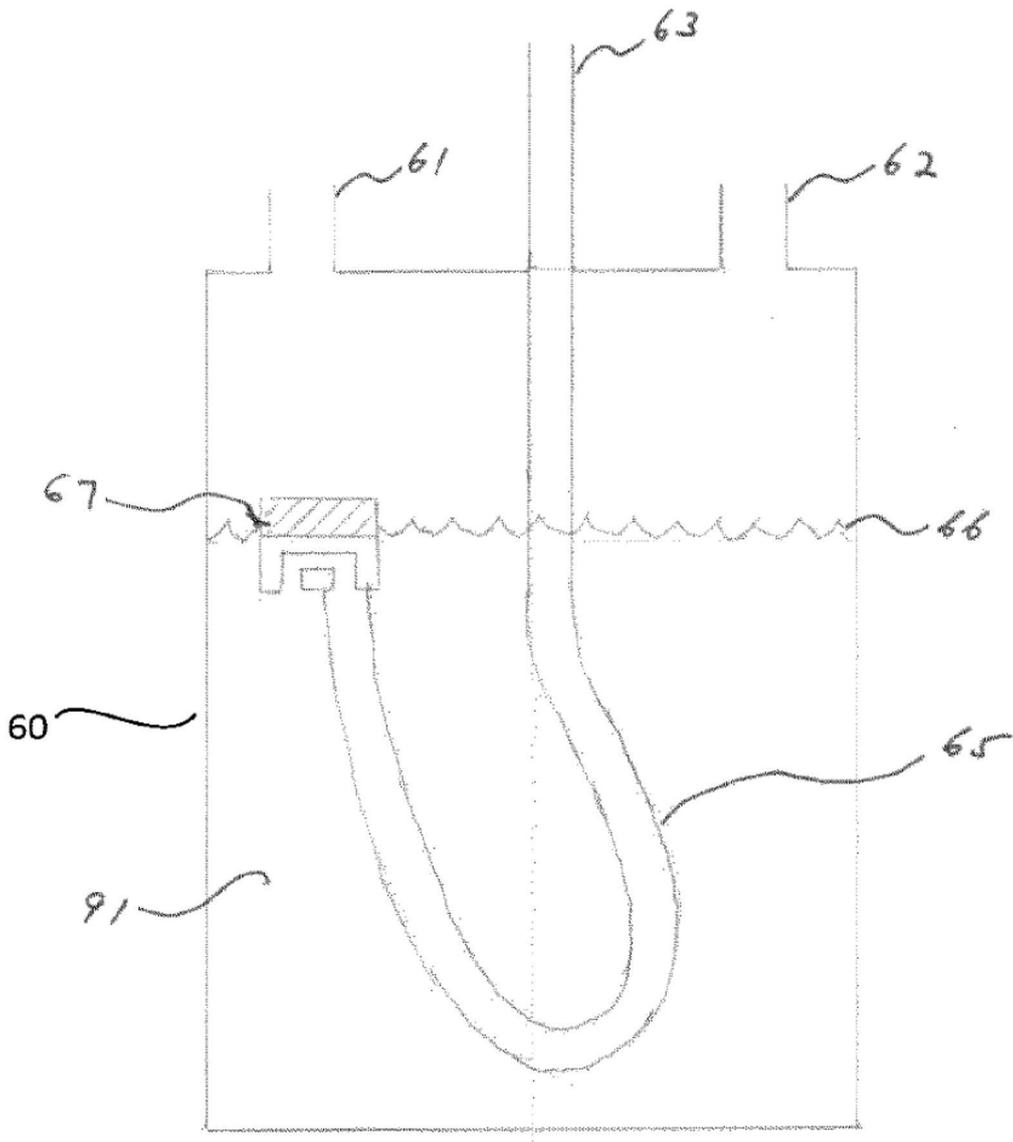


图3

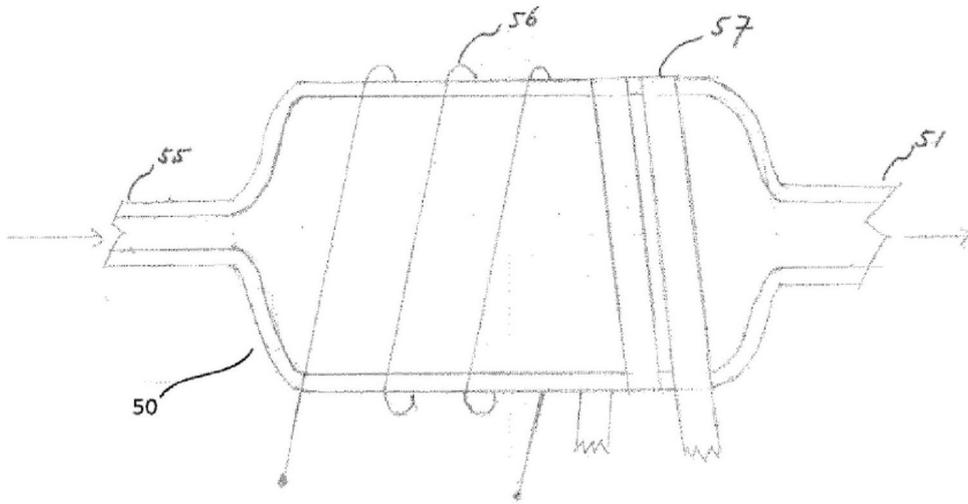


图4

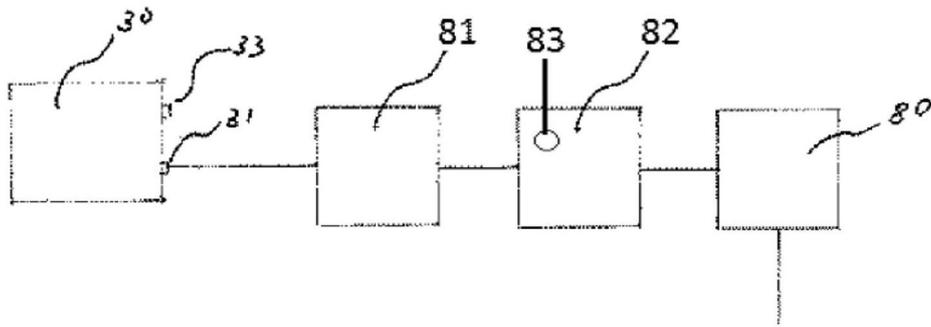


图5