



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102395710 B

(45) 授权公告日 2015.02.11

(21) 申请号 201080017032.2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010.02.17

C25B 1/00 (2006.01)

C25B 9/08 (2006.01)

(30) 优先权数据

61/153,253 2009.02.17 US

61/237,476 2009.08.27 US

61/304,403 2010.02.13 US

(56) 对比文件

US 6984305 B2, 2006.01.10, 说明书第 8 栏第 64 行 - 第 9 栏第 7 行, 图 4.

US 4377455, 1983.03.22, 摘要, 说明书第 3 栏第 6 行 - 第 7 栏第 5 行, 图 2.

US 4528270, 1985.07.09, 说明书第 12 栏第 18-23 行.

US 4574037, 1986.03.04, 摘要, 说明书第 4 栏第 51 行 - 第 7 栏第 37 行, 图 2、5.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011.10.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/024497 2010.02.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/096503 EN 2010.08.26

审查员 苏聃

(73) 专利权人 麦卡利斯特技术有限责任公司

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 罗伊 E. 麦卡利斯特

(74) 专利代理机构 北京双收知识产权代理有限公司

公司 11241

代理人 吴杰

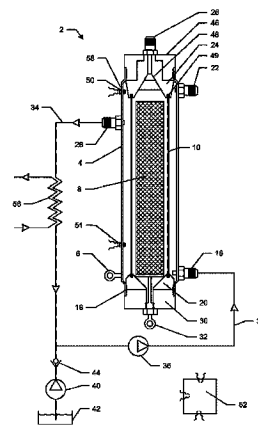
权利要求书3页 说明书15页 附图6页

(54) 发明名称

电解槽及其使用方法

(57) 摘要

在本发明的一个实施方案中,提供一种电解槽,包括:盛装容器;第一电极;第二电极;与所述第一电极和所述第二电极电连通的电流源;与所述第一电极和所述第二电极流体连通的电解液;气体,其中所述气体在电解过程中形成在所述第一电极处或所述第一电极的附近;以及隔板,其中所述隔板包括倾斜表面,以由于电解液的密度与电解液和气体的组合密度之间的差而引导电解液和气体的流动,使得气体基本上沿着远离所述第二电极的方向流动。



1. 一种电解槽,包括:

盛装容器;

第一电极;

第二电极;

与所述第一电极和所述第二电极电连通的电流源;

与所述第一电极和所述第二电极流体连通的电解液;

气体,其中所述气体在电解过程中形成在所述第一电极处或所述第一电极的附近;

气体抽取区域;以及

隔板,其中所述隔板包括基本上连续的螺旋状构造,所述构造具有形成“V”形的两个倾斜表面;

其中由于所述电解液的密度与所述电解液和所述气体的组合密度之间的差,所述隔板引导所述电解液和所述气体的流动,使得所述气体基本上沿着远离所述第二电极的方向流动,

并且其中所述隔板进一步构造为促进所述第一电极、所述气体抽取区域和所述第二电极之间的所述电解液的循环,以提供新鲜的电解液至所述第一电极和所述第二电极。

2. 如权利要求 1 所述的电解槽,其中,所述隔板包括所述第一电极。

3. 如权利要求 2 所述的电解槽,其中,所述隔板进一步包括介电材料。

4. 如权利要求 3 所述的电解槽,进一步包括微生物,其中所述隔板基本上使所述微生物保持在期望的位置。

5. 如权利要求 1 所述的电解槽,其中,所述第一电极和所述第二电极构造为允许所述第一电极和所述第二电极的极性反转。

6. 如权利要求 1 所述的电解槽,其中,所述隔板包括所述第一电极,并且所述第一电极包括接近所述电流源的第一导电材料和远离所述电流源的介电材料。

7. 如权利要求 6 所述的电解槽,其中,所述第一电极进一步包括接近所述介电材料并且远离所述电流源的第二导电材料。

8. 如权利要求 1 所述的电解槽,其中,所述第一电极包括用于振动的弹簧结构,以促进成核的气体从所述电极中释放。

9. 如权利要求 1 所述的电解槽,其中,所述第一电极构造为以一定速率振动,以促进所述电解液的循环。

10. 一种电解槽,包括:

盛装容器;

第一电极;

第二电极;

与所述第一电极和所述第二电极电连通的电流源;

与所述第一电极和所述第二电极流体连通的电解液;

气体,其中所述气体在电解过程中形成在所述第一电极处或所述第一电极的附近;

气体抽取区域;以及

隔板,其中所述隔板包括形成“V”形的两个倾斜表面;

其中由于所述电解液的密度与所述电解液和所述气体的组合密度之间的差,所述隔板

引导所述电解液和所述气体的流动,使得所述气体基本上沿着远离所述第二电极的方向流动,

并且其中所述隔板进一步构造为促进所述第一电极、所述气体抽取区域和所述第二电极之间的所述电解液的循环,以提供新鲜的电解液至所述第一电极和所述第二电极,其中,所述隔板包括所述第一电极。

11. 如权利要求 10 所述的电解槽,其中,所述隔板进一步包括介电材料。

12. 如权利要求 10 所述的电解槽,其中,所述隔板包括基本上连续的螺旋状构造。

13. 如权利要求 10 所述的电解槽,其中,所述隔板包括基本上连续的多头螺旋状构造。

14. 如权利要求 10 所述的电解槽,进一步包括包括微生物,其中所述隔板基本上使所述微生物保持在期望的位置。

15. 如权利要求 10 所述的电解槽,其中,所述第一电极和所述第二电极构造为允许所述第一电极和所述第二电极的极性反转。

16. 如权利要求 10 所述的电解槽,其中,所述隔板包括所述第一电极,并且所述第一电极包括接近所述电流源的第一导电材料和远离所述电流源的介电材料。

17. 如权利要求 16 所述的电解槽,其中,所述第一电极进一步包括接近所述介电材料并且远离所述电流源的第二导电材料。

18. 如权利要求 10 所述的电解槽,其中,所述第一电极包括用于振动的弹簧结构,以促进成核的气体从所述电极中释放。

19. 如权利要求 18 所述的电解槽,其中,所述第一电极构造为以一定速率振动,以促进所述电解液的循环。

20. 一种电解槽,包括:

盛装容器;

第一电极;

第二电极;

与所述第一电极和所述第二电极电连通的电流源;

与所述第一电极和所述第二电极流体连通的电解液;

气体,其中所述气体在电解过程中形成在所述第一电极处或所述第一电极的附近;以及

及

隔板;

气体抽取区域,其中所述隔板构造为促进所述第一电极、所述气体抽取区域和所述第二电极之间的所述电解液的循环,以提供新鲜的电解液至所述第一电极和所述第二电极

其中所述隔板包括倾斜表面,以由于所述电解液的密度与所述电解液和所述气体的组合密度之间的差而引导所述电解液和所述气体的流动,使得所述气体基本上沿着远离所述第二电极的方向流动。

21. 如权利要求 20 所述的电解槽,其中,所述隔板包括所述第一电极。

22. 如权利要求 21 所述的电解槽,其中,所述隔板进一步包括介电材料。

23. 如权利要求 20 所述的电解槽,其中,所述隔板包括形成“V”形的两个倾斜表面。

24. 如权利要求 23 所述的电解槽,其中,所述隔板包括至少两个堆叠的板,其中各堆叠的板包括形成“V”形的两个倾斜表面。

25. 如权利要求 23 所述的电解槽,其中,所述隔板包括具有倾斜表面的基本上连续的螺旋状构造。

26. 如权利要求 23 所述的电解槽,其中,所述隔板包括具有倾斜表面的基本上连续的多头螺旋状构造。

27. 如权利要求 20 所述的电解槽,进一步包括包括微生物,其中所述隔板基本上使所述微生物保持在期望的位置。

28. 如权利要求 20 所述的电解槽,其中,所述第一电极和所述第二电极构造为允许所述第一电极和所述第二电极的极性反转。

29. 如权利要求 20 所述的电解槽,其中,所述隔板包括所述第一电极,并且所述第一电极包括接近所述电流源的第一导电材料和远离所述电流源的介电材料。

30. 如权利要求 29 所述的电解槽,其中,所述第一电极进一步包括接近所述介电材料并且远离所述电流源的第二导电材料。

31. 如权利要求 20 所述的电解槽,其中,所述第一电极包括用于振动的弹簧结构,以促进成核的气体从所述电极中释放。

32. 如权利要求 31 所述的电解槽,其中,所述第一电极构造为以一定速率振动,以促进所述电解液的循环。

电解槽及其使用方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2009 年 2 月 17 日提交的美国临时专利申请 No. 61/153, 253、2009 年 8 月 27 日提交的美国临时专利申请 No. 61/237, 476 以及与 2010 年 2 月 13 日提交的美国临时专利申请 No. 61/304, 403 的权益, 所述各申请的全部内容通过引用并入本文。

背景技术

[0003] 用于发电的可再生资源通常是间断的。太阳能为日间事件, 并且日间太阳能集中的潜能随季节而变化。风能可大幅度变化。降雨随季节变化并且经过长久的早期。生物量随季节可变且经过早期。住所具有大幅度地变化的包括每天、季节性和偶然的能量消耗率的需求。在全世界, 由于缺少保存能量或电直到能量或电被需要的实用方法, 可通过水力发电厂、风场、生物量转换和太阳能收集器传递的能量被忽视或浪费。渐增的世界人口对能量的需求已经增长到需要比能够生成的更多的油和其它化石资源的程度。城市遭受着由化石燃料的燃烧导致的烟雾和全球气候变化。

[0004] 而且, 对可通过对诸如水、生物量废料或从生物废料得到的有机酸的原料的热化学或电离作用提供的氢气、氧气、碳和其它产物的需求急剧增长。例如, 氢气的全球市场大于 4 百亿美元, 并且包括氨产物、精炼、化学制造和食物处理。

[0005] 燃料、金属、非金属和其它有价值化学物质的电化学产物已经受到昂贵用电、低电解器效率、高维护成本以及诸如对生成的气体进行压缩泵送以进行期望的传送、存储和施加压力的能量集中操作的繁琐要求的限制。提供用于减少这些问题的技术所做的努力是显著的并且将如下出版物并入本文: “借助于化学周期由水生成氢气”, Glandt, Eduardo D. 和 Myers, Allan L., 化学和生物化学工程系, 宾夕法尼亚大学, 费城, PA 19174; 工业工程化学处理发展, 第 15 卷第 1 期, 1976; “氢气作为未来燃料”, Gregory D. P., 气体技术学院; 以及“吸附科学和技术”: 吸附科学和技术第二届太平洋盆地会议的论文集: 布里斯班, 澳大利亚, 2000 年 5 月 14-18 日, D. Do Duong, Duong D. Do, 投稿人 Duong D. Do, 由世界科学出版, 2000 年; ISBN 9810242638, 9789810242633。

[0006] 允许氢气与氧气混合的电解器存在瞬间点火或爆炸的潜在危险。包括使用气体生成电极的昂贵半渗透膜分离的低压和高压电解器的努力不能提供成本效益好的氢气产量并且由于杂质的毒化而易于降解和失败。即使在使用膜分离的情况下, 膜破裂以及由于高压氧气和氢气的混合引起的着火或爆炸存在潜在危险。

[0007] 一些商用电解器使用昂贵的多孔电极, 在多孔电极之间为仅传导氢离子的电解质交换膜 (PEM)。(参见加拿大的质子能量公司和电解器公司。) 由于极化损耗、气体聚集以及对于能够到达电极和 PEM 电解液的界面的水的离解可用电极区域的减小, 这限制了电极的效率。伴随着受限电极效率的是其它难题, 包括由于氧气和氢气出口之间的压力差引起的膜破裂、由于补充水中的杂质引起的膜毒化、由于污染物或膜的稍微过热引起的不可逆膜降解、如果允许膜变干而不使用引起的膜降解或破裂, 以及由于诸如浓差电池形成、催化剂和疏松电极材料之间的原电池以及接地回路的一个或多个诱因的腐蚀引起的膜界面处

的电极降解。电极和 PEM 材料的分层提供了反应物或反应产物的内在滞留而导致无效操作。PEM 电化学电池需要昂贵的膜材料、表面活性剂和催化剂。PEM 电池易于被毒化、过热、溢流或干燥并且由于膜泄漏或破裂而带来操作危险。

[0008] 除了效率低之外,这种系统的问题包括寄生损耗、昂贵的电极或催化剂和膜、低的能量转换效率、昂贵的维护以及高操作成本。压缩机或更加昂贵的膜系统根据情况需要对氢气和氧气以及电解作用的其它产物进行增压。最后提到的问题的必然结果是不可接受的维护要求、高的维修花费以及实质上设施退役的成本。

[0009] 因此,本发明的一些实施方案的目的是提供用于对耐受杂质和操作产物的包括增压的氢气和氧气的气体的分离制造并且解决了上文阐述的当前方法存在的一个或多个问题的电化学或电解槽以及电化学或电解槽的使用方法。

[0010] 发明概述

[0011] 在本发明的一个实施方案中,提供电解槽,包括:盛装容器;第一电极;第二电极;与所述第一电极和所述第二电极电连通的电流源;与所述第一电极和所述第二电极流体连通的电解液;气体,其中所述气体在电解过程中形成在所述第一电极处或所述第一电极的附近;以及隔板,其中所述隔板包括倾斜表面,以由于电解液的密度与电解液和气体的组合密度之间的差而引导电解液和气体的流动,使得气体基本上沿着远离所述第二电极的方向流动。

[0012] 在另一实施方案中,提供电解槽,包括:盛装容器;第一电极;第二电极;与所述第一电极和所述第二电极电连通的电流源;与所述第一电极和所述第二电极流体连通的电解液;气体,其中所述气体在电解过程中形成在所述第一电极处或所述第一电极的附近;气体抽取区域;以及隔板,其中所述隔板包括形成“V”形的两个倾斜表面;其中由于所述电解液的密度与所述电解液和所述气体的组合密度之间的差,所述隔板引导所述电解液和所述气体的流动,使得所述气体基本上沿着远离所述第二电极的方向流动,并且其中所述隔板进一步构造为促进所述第一电极、所述气体抽取区域和所述第二电极之间的所述电解液的循环,以提供新鲜的电解液至所述第一电极和所述第二电极。

[0013] 在又一实施方案中,提供电解槽,包括:盛装容器;第一电极;第二电极;与所述第一电极和所述第二电极电连通的电流源;与所述第一电极和所述第二电极流体连通的电解液;气体,其中所述气体在电解过程中形成在所述第一电极处或所述第一电极的附近;以及隔板;其中所述隔板包括倾斜表面,以由于所述电解液的密度与所述电解液和所述气体的组合密度之间的差而引导所述电解液和所述气体的流动,使得所述气体基本上沿着远离所述第二电极的方向流动。

[0014] 本发明的其它特征和优点将从下面的详细说明书中变得显而易见。然而,应当理解的是,由于本领域技术人员从该详细说明书将显知在本发明的主旨和范围之内各种变型和修改,尽管表示本发明的优选实施方案,详细的说明和具体的实施例仅通过示例的方式给出。

附图说明

[0015] 图 1 示出了依据本发明的实施方案的电解槽。

[0016] 图 2 示出了图 1 的实施方案的部分的放大图。

[0017] 图 3 示出了图 2 的实施方案的变型。

[0018] 图 4 示出了依据本发明的实施方案的电解槽。

[0019] 图 5 示出了图 4 的电解槽的部分的可选实施方案的放大图。

[0020] 图 6 示出了用于可逆燃料电池的螺旋形电极的截面。

[0021] 图 7 示出了用于将诸如由光合作用生成的那些有机原料转换成甲烷、氢气和 / 或二氧化碳的系统。

[0022] 发明详述

[0023] 为了完整地理解获得根据本发明的上述细节和其它优点以及目标的方式,将参照本发明的具体实施方案提供本发明的更加详细的说明。

[0024] 在一个实施方案中,提供电解槽和使用方法。尽管电解槽可用于许多应用,在该实施方案中电解槽描述为用于生成氢气和氧气。根据本实施方案的电解槽提供增压的氢气和氧气的可逆分离生成并且耐受杂质和操作的产物。实施方案进一步提供用于操作电解过程的选项,其包括如下步骤:提供被增压到比致密存储所期望的量级低得多的量级的待离解物质,在电极之间施加电力以生成具有比离解的物质低的密度的流体产物,以及限制较不稠密流体产物的扩散直到达到致密存储所期望的压力。该实施方案和其它实施方案能够热力发动机或燃料电池的运行并且利用来自这些源的热来蒸煮食物、对水进行杀菌并且将热传递给其它物质、提供空间加热或者便于这些发动机或燃料电池的燃料的厌氧或电诱导释放来提高诸如家庭、餐厅、旅馆、医院、罐头厂和其它商业设施的场所的能量利用效率。而且,本领域技术人员将理解到本文公开的实施方案的方案可适用于其它类型的电化学电池以通过类似的优点。

[0025] 与常规的电化学电极相反,常规的电化学电极在很大程度上依靠相对慢的扩散、对流和浓度梯度过程来生成质量运送和 / 或传递用于生成期望成分的离子,本实施方案提供更加高效的包括快速离子补充过程的质量运送并且通过如本文描述的从较稠密液体介质逸出的低密度气体的泵送动作而传递给期望的电极。这确保了较大的电效率、更快速的离解和较大的分离效率以及不期望副反应的防止。提高离子生成和向电极传递的速率和效率提高了系统效率和每电极区域内的电流限值。

[0026] 参照图 1,显示了电解槽 2,其中诸如金属管的容器 4 用作盛装容器。任选地,容器 4 还可用作如图 1 所示的电极。诸如圆筒形导电金属丝网筛电极 8 的多孔电极与管状电极 4 同轴定位并且由诸如酸或碱的电解液体存量分离。液态电解液占据了容器 4 到绝缘器 24 中的液-气界面的内部空间。介电套筒或导电圆筒形内衬里电极 4' (未显示) 上的一层电镀的、等离子喷涂的或合成的电极材料可设置在容器 4 内以用作组件的电分离元件以能够使方便地替换为修护品项或者用作为了任选极性的目的和 / 或串联地、并联地或串联-并联连接而分段的多个电极元件中的一个。在水的电解的本发明可逆实施方案中,电极 8 可被视为电子源或阴极以使得在电极 8 处生成氢气,并且电极 4 可被视为阳极以使得在电极 4 处生成氧气。容器 4 能够增压。通过密封的帽 30 和 46 来限制容器 4 的收容物的增压。包括电极 8、气体隔板 10 和电气连接 32 的部件的支撑、电绝缘和稳定由如图所示的介电绝缘体主体 20 和 24 提供。电解槽 2 的增压可通过由于电解作用期间气体的生成引起的自增压、通过诸如泵的外部源或通过它们的任意组合来实现。

[0027] 隔板 10 被构造为液体可渗透但是基本防止气体流动或从隔板的阴极侧运送到隔

板的阳极侧以及反之亦然,包括基本防止溶解在电解液中或气泡成核之后气体的流动。任选地,电极 8 可被构造成用作隔板 10 以使得不需要不同的隔板。可选择地,隔板 10 可以包括电极 8,或者电极 8 可以包括隔板 10。另外,隔板 10 还可以包括阳极电极 4,或者阳极电极 4 可以包括隔板 10。

[0028] 绝缘体 24 的形状如图所示并且根据需要来分离、收集和 / 或提取由诸如 4 和 8 的电极包括结合使用隔板 10 生成的气体。在图示的同心圆筒形几何形状中,绝缘体 24 具有中央圆锥腔,在电极 8 上释放的气体收集到所述中央圆锥腔内。同心环绕该中央腔的为环形区域,所述环形区域收集从电极 4' 的表面或者从容器电极 4 的内部释放的气体。

[0029] 任选地,催化剂过滤器 48 可放置到 24 的上收集通道中,如图所示。设法到达催化剂过滤器 48 包括横经隔板 10 的氧气可经过催化剂诱导而通过与氢气反应形成水,水然后可以返回到电解液中。大量过量的氢气可用作热沉以抑止由该催化反应释放的热影响电解槽。在如图所示的装置 26 处供给经净化的氢气。类似地,可以优选地将催化剂过滤器 49 设置在如图所示收集氧气的周向环隙的上部区域中,用于将到达氧气环隙的任何氢气转换成水。在如图所示的装置 22 处去除氧气。可选择地,催化剂过滤器可布置在装置 22 和 26 处,装置 22 和 26 的附近或装置 22 和 26 的内部。

[0030] 在图示的操作中,如果水为待离解成氢气和氧气的物质,则准备好适合的电解液,诸如碳酸氢钠、苛性钠、氢氧化钾或硫酸的水溶液,并且通过传感器 50 使所述电解液保持在如图所示的期望水平,传感器 50 检测液体的存在并且向控制器 52 发送信号以使泵 40 运行从而在需要时从诸如储水器 42 的适合源添加水以生成或保持期望的存量或压力。因此,控制器 52 响应于温度或压力控制传感器 58,温度或压力控制传感器 58 可与液位传感器 50 或液体存量传感器 51 并入集成的单元中,并且与热交换器 56 一起控制泵 36 和 40,热交换器 56 可以包括诸如散热器或加热器(未显示)的系统的循环泵以接收或传递热。类似地,可与这些操作结合使用加热扇或冷却扇以增强来自与电解槽 2 相关联的源的热接收或拒收。

[0031] 在一些实施方案中,周期地应用电解槽 2,例如,当过剩电廉价并且不需要时,可通过水存量的相当大的变化来运行电解槽 2。在过剩电不可获得或者过剩电关断时,可以从容器 4 提取氢气和氧气供给,并且允许系统返回到周围环境的压力。随后可以添加周围环境的压力的水以使系统满载,系统可被设置为围绕绝缘体 24 的周边具有殴打的环形容积,因为可期望便于这种周围性的低压填充和电解操作以功转换、致密存储的压力或化学能量所需的期望高压传送氢气或氧气,并且快速传递给车辆、工具或器具接受器。

[0032] 在施加电流以及从小得多的液体存量生成氢气和氧气的大量气体供给时,系统可按期望被增压并且保持增压直到溶液中水的存量被消耗到传感器 50 或 51 的检测点为止,这使得控制器 52 能够中断电解周期或者通过如图所示的压力泵 40 从储水器 42 添加水。优选的是,通过诸如如图所示的止回阀 44 的阀来添加水以便在需要时允许泵 40 的多种灌溉水量或维护。

[0033] 参照图 1、图 2 和图 3,图 2 示出了图 1 的隔板 10 的一个实施方案,其中隔板包括形成“V”形的两个倾斜表面 14。如果电解液为水基的,则电子通过连接 32 添加到诸如编织的金属丝圆筒的多孔电极 8 并且通过电气连接 6 从容器 4 中去除以便将氢离子连续地转换成氢原子并且随后转换成双原子分子,双原子分子可成核以在电极 8 上或电极 8 的附近形

成气泡。氢气气泡和氧气气泡通常比水基电解液稀疏得多并且由于浮力而被向上推送。氧气气泡被类似地向上推送并且通过如图 2 的放大剖视图所示的同轴隔板 10 的几何结构与氢气分离。图 2 中所示的构造可用于其中期望在电解槽 2 工作期间形成的气体的流动的任何应用。此外,可以在本领域公知的电化学电池的其它构造中采用所述隔板的构造。可选择地,如果在电解期间形成的材料具有比电解液的密度高的密度,则隔板 10 可被倒置,形成“Λ”形状。类似地,如果通过电解作用在阴极处形成的一种材料比电解液不稠密并且形成在阳极处的另一种材料比电解液稠密,则隔板 10 可以包括倾斜的“/”或“\”形状以偏转较不稠密的材料远离较稠密的材料。

[0034] 通过液体可渗透的壁垒隔板 10 来防止氢气与从 4' 或容器 4 的内部释放的氧气的混合,隔板 10 通过从如图所示对于氧气和氢气的进入、流动或传送倾斜的表面 12' 和 14 偏转而有效地分离气体。可选择地,隔板 10 可以包括螺旋形螺旋件,所述螺旋形螺旋件由电隔离导体构成或由诸如填充 30% 的乙烯-三氟氯乙烯的玻璃的惰性介电材料形成,其中螺旋形条材料的剖面为如图所示的“V”形构造以用作电绝缘体和气体隔板。

[0035] 通过尤其在螺旋形的每层之间产生间隙的每个边缘处或可选择地在将图 2 所示的剖面构成为在剖视图中如 13 处所示的放大波纹而形成的一堆盘状件处使条偶尔或连续地成波纹状,流体穿行的通路可以按期望增大以满足流体循环和分布的需要。通常有利的是,使这些波纹中的每个如图所示相对于轴线 15 和 15' 或多或少地围绕近似倾斜的径向轴线波动。这允许隔板 10 的整体液体可渗透而阻挡气体的壁的厚度形成为期望的厚度,例如约为 0.2mm(0.008") 厚或更小。

[0036] 隔板 10 可以具有任何适当的尺寸,包括非常小的尺寸以及相对于足以允许液态电解液朝向电极 8 传递或远离电极 8 而由于气体的浮力推送和向上行进不允许气体通过的表面能量条件。通过具有图 2 所示的剖面的多个紧密间隔的扁平螺线来提供可应用于例如相对小的燃料电池和电解器的可选实施方案,其中这些螺线被编织或附着到提供最开放的液体入口的螺线并且沿最垂直的方向布置在“V”形螺线的一侧或两侧上。这允许隔板 10 的整体液体可渗透而阻挡气体的壁的厚度形成为约 0.1mm(0.004") 厚或更小。

[0037] 向上的浮力推送使碰撞到倾斜表面 12 和 14 上的气泡偏转。该特征克服由于电阻、污垢、滞留、腐蚀和极化损耗中的一个或多个而导致无效的现有技术常规方法的困难和问题。而且,由于产生电解液的向上流动的上升气泡的浮力泵送作用,一些构造能够促进同心层中的电解循环,并且,当气体在液体的顶部逸出时,相对不含气体且较稠密的电解液朝向底部流动,以便再循环来替代混合有气泡或包括溶解的气体的较不稠密的电解液。热交换器 56 可在需要时运行以向如图所示从容器 4 的顶部循环到底部的电解液添加热或从所述电解液除热。泵 36 可在需要时用于提高电解液循环的速率或者与泵 40 相结合来添加补充水。

[0038] 在一些实施方案中,应用高电流密度,包括具有快速添加有机材料的系统。在这些实施方案中,有利的是使用泵 36 来循环电解液,泵 36 通过装置 28 返回相对不含气体的电解液通过线路 34 到泵 36 以通过如图所示的线路 38 和装置 16 返回到容器 4。优选的是,在装置 16 处沿切向输入返回的电解液以生成涡旋传送,涡旋传送持续涡旋并且因此协同地增强包括可如上所述使用的隔板 10 的运动的分离。根据操作的压力,氢气的密度比氧气的密度小约十四倍并且比氧气的浮力大,并且氢气趋于通过隔板 10 易于指向较高的向上速

率以用于通过装置 26 处的过滤器 48 进行增压收集。在非常高的电流密度处以及在电解槽 2 受到在运送应用中可能遇到的倾斜或 G 力的实例中, 电解液行进的速率由泵 36 增加以便增强涡旋分离并且因此防止在阳极上生成的气体与阴极生成的气体混合。

[0039] 包括隔板 10 在内的非导电性气体壁垒和液态传送实施方案的一些实施方案使得能够制造比包括根据质子交换膜来分离诸如氢气和氧气的气体的那些方法的先前方法成本小得多并且更加稳定和有效的可逆电解器。在一个方案中, 隔板 10 可被设计为在电解作用期间提高电解液的流动。例如, 隔板 10 可被构造为促进在从端口 16 到端口 28 向上行进的液体电解液存量中的离子的螺旋式流动。这确保电极的每个部分根据需要接受新鲜补充的离子密度以便获得最大电效率。这种电极清洗动作还能够在氢气和氧气形成在电化学电池的各个电极上时快速地去掉氢气和氧气的气泡。

[0040] 图 3 示出了隔板 10 的另一方案的用于提供相邻电极的电隔离的部件片材或螺旋形条的代表性部分的边缘视图, 所述电极包括平板和同心电极结构, 同时实现了如上所述的气体种类分离。在组件 11 中, 片材 12' 和 14' 形成相似的剖面并且在功能上用作隔板 10。制备扁平的导电或非导电聚合物片材 12' 使得在平行中心线上具有多个小孔, 所述平行中心线倾斜以与如图所示片材 12' 的长轴线形成实质的角度, 诸如由近似 35° 至 70° 的角度的第一角度 15 所示。类似地制备聚合物片材 14' 使得在平行中心线上具有多个小孔, 所述平行中心线如图所示大致倾斜第二角度 15' 以与如图所示片材 14' 的长轴线形成近似 35° 至 70° 的角度。

[0041] 在其它实施方案中, 角度 15 和 15' 可根据带电解过程中待分离的材料而改变。例如, 对于不具有气体成分或仅具有一个气体成分的化合物的电解, 角度可以减小。如果在冰晶石 - 铝电解液中通过电解作用来离解诸如 Al_2O_3 的化合物以形成铝和氧气, 则铝比冰晶石 - 铝电解液更稠密并且分离阴极电极的铝或相关的隔板将被构造 (例如, 减小角度) 为向下并且远离向上行进的氧气传送铝。

[0042] 可通过适当的技术在片材 12' 和 14' 中容易地制成多个具有片材厚度尺寸的约 1/12 至 1/3 的直径的这些孔, 适当的技术包括激光钻孔、热针穿刺或通过高速粒子穿透。其中每个通常约为 0.025mm 至 0.25mm (0.001" 至 0.10") 厚的片材 12' 和 14' 可通过在得到的外直径上焊接或其它方式的接合、螺线扎缚、弹性带或者导电或非导电的丝线一个或多个螺旋形绕线而保持到一起以形成为具有电极 8 的组件。片材 12' 和 14' 还可以通过粘合剂或通过热融合或溶剂融合而偶尔或连续地接合。因此, 在片材 12' 的倾斜孔与片材 14' 的孔重叠的情况下, 形成通路以使液体和 / 电解液或能够在抑制气体通过形成的气体壁垒膜传送的同时而行进。参照图 1 和图 4, 组装的气体壁垒片材的管状结构可通过粘附或焊接对接缝或者通过设置用作期望的分离气体壁垒的重叠缝而形成对于实施例 2 或 100 具有适当的直径。

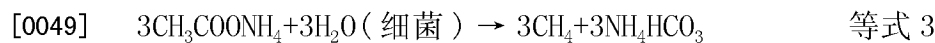
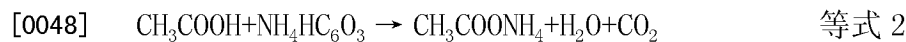
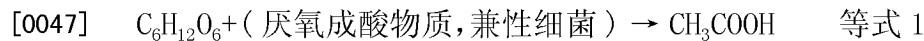
[0043] 对于水的电解, 适用各种电解液。在一个实施方案中, 氢氧化钾可用于盛装容器 4 的低碳钢。可以通过镀镍的圆筒 4 或通过使用适当的不锈钢合金来提供增强耐腐蚀性的延长的寿命。在其它方案中, 可以通过用诸如玻璃、陶瓷或碳丝或它们的组合的高强度加固材料包覆圆筒 4 来提供增加的收容容量。

[0044] 根据特定应用和强度要求, 有利的是使用填充 30% 乙烯 - 三氟氯乙烯的玻璃来绝缘隔板 20 和 24。电极 8 可以由编织的镍或型号 316 的不锈钢金属丝制成。隔板 10 可由填

充约 30% 乙烯 - 三氟氯乙烯条的玻璃制成。

[0045] 在另一实施方案中,还期望使用电的受控应用来单独地或与有机电解液的优选混合生成甲烷或氢气。在一些方案中,实施方案可与包括序列 No. 09/969,860 的共同代决专利申请的实施方案相结合地运行,该内容通过引用并入本文。通常产生甲烷的有机材料的厌氧消化过程可被控制以生成以相当低的电压或者通过脉宽调制占空比的减少的导通时间且因此比离解水所需的耗电少的耗电来释放氢气的电解液。

[0046] 由微生物消化生成的有机溶液的酸性或 pH 可通过自然重碳酸盐缓冲交互作用而保持。重碳酸盐缓冲可在消化过程中由二氧化碳的共同生成来补充。可通过简单碳水化合物或葡萄糖的示例性消化而对有机化合物的厌氧消化过程的各个步骤来概括该过程,其可具有诸如下列多个完成和补充的过程步骤:



[0050] 在期望来自这些溶液的甲烷的情况下,可能需要接近 7.0 的 pH 控制。在周围环境压力下,pH 约为 7.0 以及 35°C -37°C (99° F) 的甲烷生成是有利的。大部分家用废水包含具有由提供甲烷生成的有机体所需的宏观养分和微观养分的生物废料。存在于厌氧反应器中的溶解且分布的氢气或单糖保持相对大的浓度可以抑制甲烷生成微生物的操作。

[0051] 在另一个方案中,来自有机物质的增加的燃料生成值可通过施加电场以使由葡萄糖或其它有机化合物的细菌分裂以及通过产出氢离子的其它酸生成过程而生成的诸如醋酸 (CH_3COOH) 的物质的离解来实现。



[0053] 氢离子迁移或者被递送给带负电荷的电极并且获得电子以生成氢气。



[0055] 两个电子由带负电荷的电极提供。在另一电极处,电化学反应包括醋酸盐离子氧化成二氧化碳和氢离子,如等式 6 中概述。



[0057] 在该电极反应中,醋酸盐离子失去电子,随后与水反应并且分裂成二氧化碳气体和氢离子。二氧化碳使溶液饱和并且如上述实施方案中阐述的从液体溶液界面释放。氢离子循环和 / 或迁移直到从相对的电极接收到电子以生成氢原子、然后生成如等式 5 概述的双原子分子以便于在该系统中进行分离的共同收集。分离收集非常有益,例如,由于液体泵送而非气体压缩引起增压或处于高压的分离收集,尤其有效并且大幅度降低了分离、然后机械地压缩生成的氢气、甲烷或二氧化碳通常所需的资本设备。

[0058] 通过诸如醋酸的化合物的厌氧消化分解以生成氢气和二氧化碳需要比水的电解少得多的能量,部分是因为消化反应产生了氢离子和放热能量。诸如醋酸的酸的放热分解的初始化和维护可在较低电压施加时或通过间断或偶尔的电解而不是通常分解水所需的连续电解来完成。与诸如尿素和醋酸等消化物质和酸电解成氢气和二氧化碳相比较,在周围环境温度处形成水的自由能量非常大 (至少为 1KWH = 所释放氢气的 3,412BTU),其中电解需要相对微小的激活和 / 或催化作用 (尤其通过有机催化剂)。因此,包括拉尼镍合金催化剂的改进、镍 - 锡 - 铝合金、从铂金属组、铂 - 镍和其它铂过渡金属单晶合金表面中选出

的,以及本文中阐述的结合电极系统使用的各种有机催化剂的所选催化剂进一步提高了氢气生成的速率和 / 或效率。

[0059] 在另一方案中,优选的是,为了使可用源安培数和电压与诸如图 1 所示的串联连接的电池的离解所需的电压匹配,使用以可切换的串联或并联或串 - 并方式连接的电极对的多个电池。在该实施方案的一个方案中,每个电池可根据所选或通过生物化学方式由有机物质生成的水电解液而需要约 0.2 至 2 伏特,因此原大小为 6 伏特的光伏源可具有串联的 3 至 30 个电池,并且工业上 220 伏特的服务可以具有串联连接的约 100 至 1,000 个电极电池。生成的气体可通过并联或串联收集布置容易地输送。根据用于调节串联和 / 或并联连接的数量的期望灵活性,支撑和流动控制特征 18 可通过绝缘或非绝缘材料选择。

[0060] 在各个电流密度处,包括中等电流密度和低等电流密度,优选的是允许浮力推送产生的气泡以实现电解液的循环从而防止离子耗尽和滞留问题。在起始电流密度或较高电流密度处,可以使泵 36 和热交换器 56 运行以提供在电极表面处的期望工作温度和富离子电解液的存在。这使得能够具有非常高的能量转换速率,其中诸如可从太阳、风、降雨或波源获得的非峰值电的能量用于快速且高效地生成氧气和氢气或氢气和二氧化碳或伴随着用于分离存储和使用的二氧化碳的氢气和甲烷的高压供给。

[0061] 在该实施方案的一个方案中,解决了车辆或电厂自旋减慢的再生制动的问题,其中大量能量的突然爆发必须快速地转换成化学燃料潜能。用于卡车、公共汽车或火车推进的常规燃料电池不能够耐受突然施加到燃料电池电极上的高电流密度。该实施方案克服了该限制并且提供了非常稳固的高电流状态耐受度,同时获得了高的电解效率,而不具有再生 PEM 燃料电池所遭遇的 PEM 降解或电极 - 界面故障的问题。由于所提供的稳固结构和非常充裕的冷却机会,易于适应非常高电流的操作。相反地,该实施方案易于在严寒条件或酷热条件下启动和高效地运行,而不考虑各种 PEM 相关的难题、限制和故障。

[0062] 在另一方案中,为了在诸如水电站、风场、波发生器系统或常规电厂的能量转换系统中获得非常高的投资回报,实施方案允许非峰值电被快速且高效地通过水的离解转换成氢气和氧气以及通过由厌氧消化或有机物质的降解生成的物质的离解转换成氢气和二氧化碳。实施方案的严密版本可占据不大于洗衣机的空间并且将否则可能浪费的非峰值电转换成足够的氢气以使家用规模的车辆运行并且提供家庭的能量需求。

[0063] 如上文阐述的,本文提供的一些实施方案提供更加高效的批量运送,包括快速离子补充过程以及通过从较稠密液体介质逸出的低密度气体的泵送动作输送给期望的电极。这确保了较大的用电效率、更快速的离解以及较大的分离效率,同时防止不期望的副反应。提高离子生成以及向电极输送的速率和效率提高了系统效率和每电极区域内的电流限值。将有机物质转换成二氧化碳和氢气或甲烷的应用由于如下事实特别受益:提高了将有机物质输送给参与该过程的微生物的速率、孵化微生物的孵化和输送以扩展和自修复生物膜介质,生成气体的更加快速的分离和有机物质的输送,以及中间离子向电极的更加高效的输送。

[0064] 参照图 4,显示了另一实施方案电解槽 100,电解槽 100 特别有益于不期望施加电压或使电流通过盛装容器 102 的内壁的应用。实施方案还便于诸如 110 和 114 的双极或多个电极组或电池在电解槽 100 内的串联连接以简化气体收集和电压匹配的需要。

[0065] 在一个方案中,盛装容器 102 为圆筒形并且内部的部件为同心的,电极组件 110 和

114 可以由多个嵌套的截头锥形部件形成,或者一个或两个电极可以形成如上所述的螺旋形电极。电极 110 和 114 可以相同、相似或具有不同的构造。在另一方案中,电极 114 可以与嵌套的接通锥形分段相似,或者电极 114 可以为连续围绕电极 110 的螺旋形电极。

[0066] 用于防止短路的电极 110 和 114 的电隔离可以通过各种方式来完成,包括通过控制操作尺寸的容差和 / 或通过使用放置在电极 110 和 114 之间的介电螺线或介电丝和 / 或通过如上文关于图 2 和图 5 公开的隔板 10 或 111 的另一种形式。

[0067] 可以对电解槽 100 进行增压。压力收容通过如图所示的上帽 104 和下帽 106 来提供。绝缘体 120 和 122 由帽 104 和 106 支撑,如图所示。用于电气连接和流体连接的电路元件和硬件是示例性的并且能够通过根据需要穿透帽 104 和 106 以满足特定应用需要来实现。

[0068] 在当前的实施方案中,两个电极 110 和 114 均形成具有将诸如释放的气体的生成物质引导到如图所示的对应收集区域的倾斜表面。示例地,如果要从适当的电解液中离解水,电极 110 可以接收通过连接 108 提供的电子,连接 108 通过插塞密封件 132 密封到帽 106 中。因此,通过插塞密封件 130 从电极 114 取出电子,在电极 114 上释放诸如二氧化碳或氧气的气体时,插塞密封件 130 提供了触头 124 的绝缘。

[0069] 这些气体因此由浮力推送并且如电极 114 输送向上并且沿着容器 102 的内壁或多或少地行进。氢气如由电极 110 输送向上并且在由电极 110 的多匝或圆锥层形成的中央芯内被推送并且如图所示在绝缘体 120 处被收集。通过压力装置 116 输送在设计压力处经净化的氢气。催化剂过滤器 134 可用于转换到达中央芯的诸如氧气的任何氧化剂以形成水。类似的催化剂过滤材料可用于由到达如图所示的绝缘体 120 中的外收集环隙的任何氢气生成水。通过压力装置 118 来输送增压的经过滤氧气。

[0070] 任选地,为了以高电解槽 100 的效率,一个或多个气体收集容器(未显示)可以与电解槽 100 流体连通以收集在电解期间形成的气体。气体收集容器可被实施为在气体大量扩散之前捕获处于升高的压力的气体。气体收集容器可被进一步构造为根据本领域公知的方法在气体膨胀时捕获功。可选择地,气体收集容器可被构造为提供用于存储的压力处的气体、输送或使用,其中期望在升高的压力处输送气体。可进一步构思的是,所述方案可在各种电化学电池中实施。

[0071] 参照图 2,在另一方案中,气体膨胀器可以包括在装置 22、装置 26 处、装置 22、装置 26 的附近或装置 22、装置 26 的内部或包括在与装置 22 或装置 26 流体连通的气体收集容器中。类似地,参照图 4,气体膨胀器可以包括在装置 116、118 处、装置 116、118 的附近或装置 116、118 的内部或者包括在与装置 116 或装置 118 流体连通的气体收集容器中。

[0072] 在另一方案中,提供用于电解以使与器件耦合的流体增压从而从这样增压的流体提取功的方法和装置。流体可以为经增压的液体、吸收液体的气体、蒸汽或气体。经增压流体转换成蒸汽或气体可以在转换来自这些装置的压力和流的装置 116 或器件可从包括涡轮机、发电机、叶轮液压电动机或各种活塞式电动机或吸气并且喷射来自 116 的经增压氢气的发动机的组中选出时或选出之后发生。类似地,经增压流体转换成蒸汽或气体可以在转换来自这些装置的压力和流的装置 118 或器件可从包括涡轮机、发电机、叶轮液压电动机或各种活塞式电动机或使来自 118 的诸如氧气的经增压流体膨胀和 / 或燃烧的发动机的组中选出时或选出之后发生。

[0073] 在另一方案中,提供用于克服变压器和整流器电路的高成本和功率损耗的装置和方法。这是通过电极电池或电池内的电极的串联连接来调节负荷电压与电源电压的匹配来实现的,例如,将 DC 电源的负极连接到电极 110 的最低的三匝、连接到电极 114 的接下来的三匝、连接到电极 110 的接下来的三匝、连接到电极 114 的接下来的三匝、并且连接到电极 110 的接下来的三匝以及以下的连接等等,并且从相对(最高)的端开始将 DC 电源的正引线连接到电极 114 的三匝、连接到电极 110 的接下来的三匝、连接到电极 114 的接下来的三匝、连接到电极 110 的接下来的三匝、连接到电极 114 的接下来的三匝以及以下的连接等等。截头圆锥的匝和/或堆可被调节为开发出匹配电源安培数所需的区域。

[0074] 在该实施方案的另一方案中,除了提供由电解生成的气体的分离之外,本发明所开发的泵送动作提供养分到微生物的输送,微生物根据操作的相对规模而以诸如通常位于电极 110 的部分内和/或电极 114 和容器 102 的部分之间的碳布、激活的碳粒、膨胀的二氧化硅、石墨毡、煤、木炭、水果的核、木屑、碎纸、锯末和/或这些选择的混合物的适当介质为宿主。对应的功能和益处包括系统的热稳定、原料的循环和诸如二氧化碳的产物的去除以及从可通过这些微生物的孵化、养分和生长而生成的酸制成氢气。

[0075] 在低等电流密度和中等电流密度处,由低密度溶液和气泡引发的浮力可以使电解液在容器 102 内循环。在较高的电流密度处,有利的是如之前公开的适应性地控制电解液的温度、压力和循环。电解液的外部循环可以如图所示从装置 126 到装置 138 并且包括以任选的串联和/或串-并电路连接的一个或多个电极电池包含在容器 102 内的情形。

[0076] 在另一方案中,对于高电流密度实施方案可优化为通过一个或多个孔或槽 139 相称地输送较高的电解液流体流率,所述孔或槽 139 沿切线方向引导流体到电极 110 和 114 之间的环形空间。电解液沿着由电极形成的螺旋形空间向上流动并且由从 110 和 114 之间的环形空间进入由 110 和 114 提供的螺旋形路径的电解液来补充。进入电极 110 和 114 之间的空间的电解液的角动量通过诸如分别在电极 110 和 114 上生成的氢气和氧气的电解液产物提高了气泡提升泵送的动能并且加到该动量上。

[0077] 电解液的这种循环非常有益于确保在与电极 110 和 114 进行电荷交换时变成氢原子和氧原子或诸如二氧化碳的其它气体的离子的快速替换并且用于去除这些气体以便在电解期间通过最小的电极化损耗进行收集和去除。因此,非常高的电流密度易于接受以有效地电解循环的流体。在另一方案中,高电流密度的进一步调节是通过由于改进的电解液循环得到的设计的强大冷却容量提供的,这防止电解产物的不利滞留和/或诸如蒸汽成核的相变,以及有效电极区域的减少。

[0078] 在另一方案中,电极 110 和 114 可以构成弹簧形式,弹簧形式可有利地在谐振频率处工作或者由于较高密度的电解液存量通过所引起的泵送动作被输送到电极 110 和 114 的表面而被各种诱因干扰,各种诱因包括压电驱动器、旋转偏心,以及气泡形成的动作和电解液与气泡的较不稠密的混合物的加速推力。响应于干扰,电极 110 和 114 在自然频率或诱发频率处振动以进一步增强气泡从包括成核部位的表面离开并且因此使能较高的电流密度和较大的能量转换效率。

[0079] 诸如 110 和 114 的螺旋形弹簧形式的电极的诱发振动还能够使得蠕动机机械动作朝向电解槽 100 的各个收集路径和出口增强气泡加速,在该振动期间,电极匝的相邻层之间的平均距离和角度的周期性增加和减少根据诱因的量级和频率生成固定或移动的节点。

[0080] 图 5 示出了与 110' 和 114' 之间的电绝缘间隔件 111 协作运行的一组电极 110' 和 114' 的代表性剖视图, 所述电绝缘间隔件 111 包括诸如图 2 所示的绝缘体 10 的选择, 绝缘体 10 包括用于各种应用或电解液的螺旋形流输送构造。同心电极 110'、间隔件 111 和电极 114' 的组件提供了非常稳固的、自加固的系统, 所述系统使能对诸如水、来自厌氧消化器的水溶液或改进效率和耐受污垢的海水的流体的高效离解。电极 110' 和 114' 可由如下部分构成: 导电的碳纸、布或毡; 编织或毡制的碳和金属丝, 夹在编织的碳或金属丝之间的石墨颗粒; 或如之前公开在平行中心线上或多或少钻有多个孔的镀金聚合物或金属片材原料, 诸如软钢、镀镍钢、或不锈钢, 所述平行中心线如图所示倾斜以便于根据电解液的化学成分从诸如氧气、氯气或二氧化碳的共同生成的气体中分别分离出氢气。

[0081] 在电极 110'、间隔件 111 和电极 114' 用于诸如图 4 所示的同心电极布置中的实例中, 氢气被输送到端口 116, 并且根据进行离解的物质, 在端口 118 处提供诸如氧气、氯气或二氧化碳的产物的输送。在一些实例中, 优选的是, 提供在 110' 和 114' 上设置多个孔以使得每个孔从接触间隔件 111 的表面上的孔直径到远离间隔件 111 的出口表面处的较大直径稍成锥形。

[0082] 优选的是, 选择螺距、电极之间的宽度和构成间隔件 111 的条的厚度以便于与可用电功率和系统热传递要求相称的速率将电解液从 138 输送到电极 110' 和 114' 并且通过电极 110' 和 114' 到达装置 126 从而优化电极之间的最终宽度空间。这使得在确保氢气分离的同时将用于电极 110' 和 114' 处的电解过程的离子冗余输送到电极 110' 内的区域并且将诸如氧气、二氧化碳或氯气的共同生成的气体输送到电极 114' 外部的空间。

[0083] 在另一方案中, 可通过在氢气电极中设置气流槽且在氧气电极中设置气流槽, 以及用于将氢气添加到氢气电极的底部以及将氧气添加到氧气电极的底部的适当装置使系统可再生地运行。在该情况下, 有利的是, 尤其在单个罐组件满足能量需要的小燃料电池中使用同心螺旋形电极。

[0084] 参照图 6, 显示了用于可逆燃料电池操作的实例中的螺旋形电极的截面。这改进了表面-容积比率、截面模数、和电极 114 或电池 110 的类似螺旋形版本的柱稳定性。在截面中显示电极 114, 使气体 152 沿着通过使条形原料成波纹状而形成的螺旋形槽流动, 所述条形原料用于形成螺旋并且提供燃料电池操作和电解操作中的氧气输送以将氧气输送给环形件 136 和装置 118。相同的构造适合于电极 110 在燃料电池和电解模式中将有机酸转换成二氧化碳和氢气, 以及在电解模式中确保将充足的气体输送给如之前描述的期望收集或源端口。

[0085] 在另一方案中, 通过有利于微生物的生长和维护来提供改进的电极性能, 微生物将诸如碳酸、醋酸、丁酸和乳酸的有机物质以及诸如尿素的化合物的水衍生物转换成氢气。在选择用于制造氢离子和 / 或释放二氧化碳的电极上, 通过制备这样的电极表面来便于微生物产率的提高, 包括高纵横比的丝或晶须的电极表面的地形增强增加了有效表面积, 所述高纵横比的丝或晶须减少了对衬底电极的电阻并且有助于将微生物和生物膜以及由消化过程提供的期望膜物质保持在适当位置上。

[0086] 不受理论的限制, 相信电极和 / 或隔板的具体特征, 诸如地形处理或增强, 促进了电解液在期望位置处的紊流, 包括空化或超空化, 这反过来促进了在该位置处的成核。相反地, 电极和 / 或隔板的具体构造能够抑止在期望位置处 (例如, 电子迁移的点) 的紊流, 包

括空化或超空化,这反过来抑止在该位置处的成核。可构思的是,包括这些特征的元件可在电解槽的期望成核的任意位置处实施。而且,这些相同的特征和原理可适用于气体收集容器或类似地与电解槽流体连通或与它们之间的通道或阀流体连通。

[0087] 适合的丝和 / 或晶须包括金属或掺杂半导体,诸如碳、硅或碳的纳米级直径的丝或氮化硼以提供增大的表面积、减少离子输送和欧姆损耗、提高微生物产率以及为了更加有效的二氧化碳释放的更加有效的成核激活。这些丝还可用于锚固石墨颗粒,石墨颗粒进一步提高了微生物产率、提高了酶和催化剂使用的效率并且与氢离子生产过程相关的益处。类似地,在氢离子设有电子以生成氢原子并且使双原子氢气的气泡成核的电极处,丝和晶须可用于增加活跃区并且降低整个过程所需的电压。

[0088] 除了碳晶须之外,已经发现由诸如从蒸汽中沉淀的锡、锌、镍和耐高温金属的金属生长或由诸如铁合金电极的适当衬底上的镀层生长的丝能够减小电阻并且提高过程效率。通过添加导电表面活性剂和 / 或镀有由于溅射沉积或由诸如来自示例性前体(诸如,乙炔、苯、或包括甲烷、乙烷、丙烷和丁烷的石油尾气)的碳给体的物质的分解的诸如碳、氮化硼或碳化硅的适当物质的表面,可以使这些丝或晶须更适合于生物膜支撑和过程增强。

[0089] 图 4 中的实施方案及其变型能够提供流体离解的低密度气态衍生物的有益分离,包括氢气与有机水溶液的分选,如等式 1-6 中概述的,以便将氢气或富含氢气的混合物的选择输送到端口 116,而将二氧化碳或包括固定氮组分的富含二氧化碳的混合物输送给端口 118。在一些应用中,可能期望将这些电极的极性反向以使用于待分离的气体的输送端口反向。这种反向可能为长期或间断性的以实现各种目的。根据电极 110 和 114 的螺距的选择以及每个电极的振动的谐振频率或强加频率以及在每个电极处的相对流体速率,氢气可被输送到端口 116,而系统可以操作以包含甲烷和二氧化碳。然而,输送到端口 118 的二氧化碳可以包含甲烷和比氢气的密度大的其它气体。在期望提供氢气和甲烷的超增压(Hy-Boost)混合物以使能内燃机、各种燃烧器、熔炉或燃料电池的非节流操作的应用中,按诸如由泵 36 和控制器 52 提供的水力和电气电路控制规定运行的图 4 的实施方案便于按在端口 116 处输送的氢气和甲烷的受控比率选择生产和分离期望的燃料混合物。

[0090] 通过将诸如胶态碳、包括纳米级结构的碳丝、剥落的碳晶体、石墨烯小板、活性炭、沸石、陶瓷和 / 或氮化硼颗粒的介质添加到电化学电池中来提供对于生产使得按期望将有机原料转换成氢气和 / 或甲烷的微生物的旺盛厌氧菌落不期望但是特别有益的布置。这些介质可被掺杂或混合有各种剂以提供增强的催化产率。示例性地,可通过掺杂或多或少地具有类似于硼、氮、镁、硫、砷、硒、硅、碲、和 / 或磷的电子结构的所选剂来提供期望的功能。通过电解过程释放的气体引发的循环能够促进将这些介质分类到有益的位置和密度以便于更加有效的电荷电流利用。

[0091] 不限制到特定的理论,假设这些协同的结果与关键位置处增加的表面积和增强成核过程和 / 或传导电子或氢离子同时伴随生物膜和所得到的反应区中酶、氢气、甲烷或二氧化碳的有利吸附的细脉、区域或丝的布置有关。还表明,微生物被孵化以便于在所执行的操作和在本文公开的各个实施方案中生成的流路中循环到有效利用的位置。

[0092] 除了诸如碳、石墨、各种金属碳化物以及碳化硅和通过催化剂增强性能的其他无机物质和颗粒的晶须和丝之外,有益的是使用提供期望养分或催化剂的活性物质和颗粒来辅助微生物过程。示例性地,聚合物、陶瓷或活性炭的多孔和 / 或剥落衬底可以吸附导电性

有机催化剂（诸如，四甲氧基苯基钴卟啉（CoTMPP）或聚（3,4-乙撑二氧噻吩单体）（PEDOT）和 / 或有利地取向并且提供包括酶和接枝聚合物的其它催化物质，酶和接枝聚合物还可用于并入并且提供包括附加酶的催化物质。

[0093] 适当的物质或接枝聚合物可以包括常规的、树枝晶、纤维形式和其它有机功能材料以最少化或替代铂和其它昂贵的催化剂和导体。这些替代物质和它们的使用包括由本文公开的一些实施方案得到的混合物或相对于流体循环的阶段位置。各种特定的导电和 / 或催化物质包括针状沉积物或纤维，针状沉积物或纤维可以生长或附着到电极 4、8、110 或 114 和 / 或覆盖的碳毡物或编织结构或扩散到布置的生物膜中。示例性地，导电性的和 / 或催化功能可以通过丝来提供，所述丝保持并且提供氢化酶和其它酶、CoTMPP 和 / 或诸如聚（3,4-乙撑二氧噻吩单体）（PEDOT）的其它催化剂作为由含水表面活性剂溶液合成为自组织细直径、纳米纤维的纤维，所述纳米纤维具有大于 100 的纵横比并且提供对电荷电导率的低电阻。包括阴离子表面活性剂十二烷基硫酸钠（SDS）的含水溶液中的合成可适于通过改变 SDS 的浓度来生成各种结构并且进一步通过添加 FeCl₃ 来生成聚合结构。（示例性程序描述于 Moon Gyu Han et al., *Facile Synthesis of Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) Nanofibers from an Aqueous Surfactant Solution*, *Small* 2, No. 10, 1164-69 (2006), 通过引用并入本文）。其它的实施例包括功能性催化剂和纳米合成物形式的微导体，纳米合成物是从纤维素纳米纤维和半导电的共轭聚合物取得的，半导电性的共轭聚合物包括聚苯胺（PANI）和具有四元铵侧链的聚（p-对苯撑乙炔）（PPE）衍生物。具有阴离子表面电荷的纤维素、碳或陶瓷晶须可与带正电荷的共轭聚合物结合以形成稳定的扩散，所述稳定的扩散可由诸如甲酸的极性溶剂进行溶液铸塑。

[0094] 准备物包括接枝聚合物和有机金属醇化物、金属烷基的顶盖以及醋酸和含有 COOH 端基的高分子催化剂的催化益处的应用。特定的功能和双功能性端基以及端基的混合物可以被选择以生成多功能特性，其中包括催化功能、反应稳定剂、接枝剂和扩散聚合的促进剂。类似地，通过由厌氧微生物生成的氢气和 / 或酶对碳或其它物质进行专门的激活提供了局部富含氢气的环境，从而增强或抑制甲烷生成并且增强了由各种有机物质进行的附加氢气生成。

[0095] 参照图 1-3, 任选地, 有利的是在圆筒形部件 8、10、11、110 和 / 或 114 的外表面和内表面设置一个或多个补充性的毡和 / 或由碳丝编织的筛网。这种补充性毡和 / 或编织的筛网可结合电极 4、8、110 和 / 或 114、和 / 或隔板 10 或 11 相称地收集或分布电子并且辅助锚固或偏好地定位颗粒、丝、和 / 或其它结构以减少压力损耗或更加均等地分布水溶液流并且有利于在期望的能量转换操作中的微生物功能。

[0096] 在提供氢气和二氧化碳的净产量的补充性和完整的反应和过程中为在等式 8 中概述的过程的各个步骤。

[0097] 碳 + 2H₂O → CO₂ + 4H⁺ + 4 电子 等式 8

[0098] 碳如等式 8 中概述地被消耗, 等式 8 包括可被提供作为成分或混合有来自厌氧消化器或电解器或作为各种制造结果的水溶液的碳质物质的碳。示例性地, 碳可以包括由于碾磨、加工、放电加工 (EDM) 和各种热化学操作以生成电极、电极上的电极涂层得到的废料, 包括罐衬里、或颗粒、或丝、或凝聚剂或通过热离解和反应过程选择的碳化物, 包括作为有机物质的各种程度的脱氢的产物的胶状物或其它悬浮物。

[0099] 这种碳和 / 或碳给体原料可以由从所供给的或通过二氧化碳循环到水栽和 / 或土壤支撑的植物得到的水溶液中接收二氧化碳和其它养分的细菌、浮游植物或较大的藻类可更新地提供。有利的是,使用这种具有高的表面 - 容积比率的形式碳并且提供电压梯度到为了驱动所表示的反应而输送了碳并且用于将氢离子输送到电极表面的区域,所述电极表面包括用于氢气气泡的生产、成核和释放的补充性导电介质,诸如丝和导电过滤物质,从而提高氢气生产的整体速率。

[0100] 用于增加活性表面和 / 或凝聚剂的适当规定包括具有有机成分的物质,诸如细菌、蛋白质、单糖和多糖、纤维素、热离解纤维素、活的和离解的浮游植物,以及各种形式的胶态碳、活性碳和碳化物。示例性地,浮游植物和 / 或较大的藻类可以生长、干枯、与诸如玉米糖浆的粘结剂混合、至各种程度的热脱氢以及被碾磨以提供细分的凝聚剂。可选择地,活性碳原料可被碾磨以提供细分的颗粒,颗粒可用作酶接收体或凝聚性介质,或者颗粒可与之前公开的物质结合使用以提高酶的期望产量或效率,从而支撑期望微生物的孵化,或者提高氢气或甲烷的产量和 / 或碳的消耗以生成用于如等式 8 中所示的电解的氢离子。

[0101] 如果需要,偶尔使用盐水或添加少量的盐到水基电解液能够生成氯气以快速地消毒或防止所示的电解器系统的有害污垢。例如图 5 的一些实施方案的使用即使当使用诸如废水、商用过程水、草木灰水、海水、粉煤灰水、沟渠水或厌氧消化器水溶液的电解液使得到系统也能够内在地摆脱有害的污垢。此外,如果需要,可以通过电解液或清洁水从装置 118 到 138 的回流快速地清洁这些系统以去除可能已经输送给电极的颗粒。

[0102] 一些实施方案的应用包括到纳米尺寸的电解器的大批废物处理操作,包括对常规废物消化器的改进,从废物消化器供给溶液或含有有机物质的“水溶液”以用于生产氢气和 / 或甲烷和 / 或二氧化碳和其它植物养分。在该容量中,一些实施方案能够提供由厌氧消化器生成的副产物的快速且有效的转换并且将氢离子转换成氢气并且克服了甲烷生成操作的酸降解。在操作时,来自厌氧消化器的水溶液用于生成氢气和二氧化碳以提供接近 7.0pH 的有益恢复和 / 或维护,而不是可能妨碍甲烷生成系统的更酸性的条件。由于克服了用于添加化学试剂来调节消化器中的 pH 对昂贵供应品的需要,这使得能够提高整体能量转换效率。在该介质和大的应用中,有益的是设计并且策划还可提供诸如碳、氮化硼、沸石、聚合物和陶瓷(包括为了增强性能处于各种激活状态的这些物质)的粒剂的期望保持力的包括电子分布电路在内的多功能部件。

[0103] 在另一方案中,诸如本文公开的电解器可应用于提供通常由厌氧消化生成的酸的快速转换,包括具有市政废水和废渣填埋以及来自屠宰场、牛奶场、孵蛋场以及其它动物饲养中心等废液的应用。如果由厌氧条件生成的酸使得 pH 降到 7 以下,则甲烷的生产被放慢或抑止。如果有机材料的供给率超过微生物的产甲烷菌落的容量,则可形成这些酸。通过从这些酸中提取氢气,能够提高由厌氧消化进行的有机材料处理的速率。甲烷和氢气的组合由每吨废液提供了非常大的净能量产量,并且废液被处理得较快以提高处理的容量。

[0104] 一些实施方案的特别有用的实施方案为废液到能量的应用,其利用诸如污水的有机物质以及等式 1-6 中概述的厌氧电消化过程中的水解垃圾、农场废料和森林乱砍以生成具有最小氧气产量或无氧气产量的氢气。稳固的构造和再循环操作使得能够极大程度的耐受用作电解液的厌氧过程水溶液中的包括有机固体和颗粒的溶解固体。不如同水的电解所释放的氧气的相称释放的氢气生成便于较高的效率和使用水源氢气作为诸如发电机的电

气设备中的冷却气体的安全性。

[0105] 在本文公开的一些实施方案的另一应用中,如图 7 所示的电解器系统 900 为生物量的组织和 / 或细胞破裂提供酶的、机械的、热的、声音的、电气的、压力和 / 或化学作用以及在调节器 950 中的过程以使能够更快或更加完整地进行孵化器用途的处理、消化和 / 或支持。包括来自调节器 950 的这些破裂细胞以及由转换器 902 产生的相关原料的流体通过如图所示的基部 910 的环形分布器 922 循环到电解器 914。厌氧微生物由介质 940 和 942 支撑并且通过导管 910 接受从氢气隔板 904 再循环的液体以及通过导管 908 接受从二氧化碳隔板 906 再循环的液体,如图所示。电极 918 和 / 或介质 942 释放氢气,并且电极 916 和 / 或介质 940 释放二氧化碳。通过电源 924 将电动偏压通过电路 926 提供给电极 916 和 918,根据化合物离解要求以及为了增加电压以克服形成的绝缘膜的临时需要,电源 924 可取范围为从 0.1VDC 至约 3VDC。通过管道输送氢气以便通过沿着或多或少成圆锥形的表面 925 行进而收集和输送给隔板 904,圆锥形的表面 925 可以根据期望的串联 / 并联变化形式为导电的表面或者如图所示由绝缘体 930 包含和支撑。

[0106] 在操作时,水溶液在分布器环隙 922 中混合并且向上行进以提供过程反应物和养分给寄宿在包住且基本将这些颗粒保持为靠近电极 916 和 / 或 918 的活性碳布和 / 或颗粒 940 和 942 和 / 或导电毡中的微生物。可以添加较小的粒子和丝来渗入遍及电解器系统中的位置,从而增强电荷导电性、酶和催化功能,包括之前公开的那些功能。隔板 902 可以为反渗透膜或阳离子或阴离子交互膜,或者隔板 902 可以根据图 2、图 3、图 4 或图 5 中所示的实施方案来构造,在一些实例中,如果期望提供各种水溶液循环路径和 / 或在不同压力处或通过氢气和二氧化碳之间的压力差生成氢气和二氧化碳,这些隔板可以彼此相结合使用。

[0107] 类似地,如果电极 916 以及相邻的毡和 / 或介质 940 作为电子源工作而由从通过气体生成提升、对流或通过如图所示泵输送的作用循环的水溶液输送的离子生成氢气,则可获得多种循环选择。在该选择中,由于氢离子由从 902 和 950 输送的酸生成或者通过寄宿在通过电极 918 电偏压为与电极 916 相反的纤维性或粒状介质 942 和相关的毡材料中的微生物生成,释放出二氧化碳,如图所示。如果通过电极 918 供给电子而生成氢气,则得到另一示例性选择,氢气由绝缘体 930 收集以输送给气体收集器 904,如图所示。在该实例中,在二氧化碳被释放时,电极 916 和与其电性关联的介质为电子收集器,从而在流体电路中提供泵送,显示为二氧化碳被输送经过绝缘体 930 到达收集器 906,如图所示。

[0108] 参照图 7,系统 900 可用于将诸如由光合作用产生的那些有机原料转换成甲烷、氢气和 / 或二氧化碳,和 / 或通过微生物生成。根据寄体的微生物,通常包括诸如醋酸和丁酸的酸以及诸如尿素的化合物的水溶液在电解器 914 中分解。电解器 914 提供充足电压的电流以由这些化合物和酸生成氢气并且可以提供作为消化器和电解器的操作,或者可以在厌氧消化器(未显示)内操作,或者可以在如图所示的 914 内使用由厌氧消化生成的水溶液。这样的操作尤其用于转换来自社区和 / 或工业区的有机废料,目的是为了为社区提供用于制造碳增强耐用商品的燃料和原料。

[0109] 尽管已经针对具体实施方案和实施例描述了本发明,本领域技术人员易于理解的是,在不偏离本发明的构思和范围的情况下,可以对本发明进行变型和改进。因此,本发明的范围仅由所附的权利要求限制。

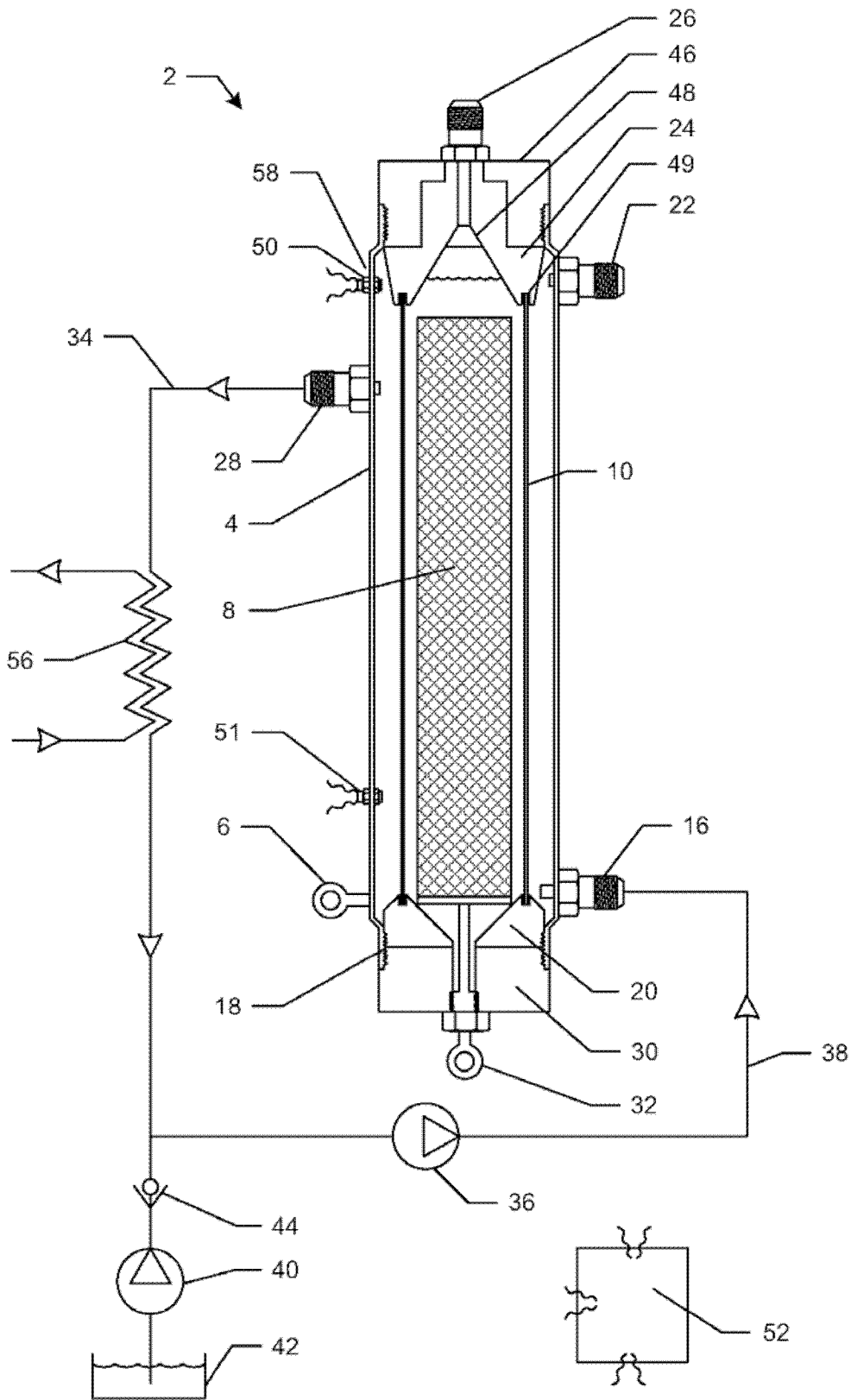


图 1

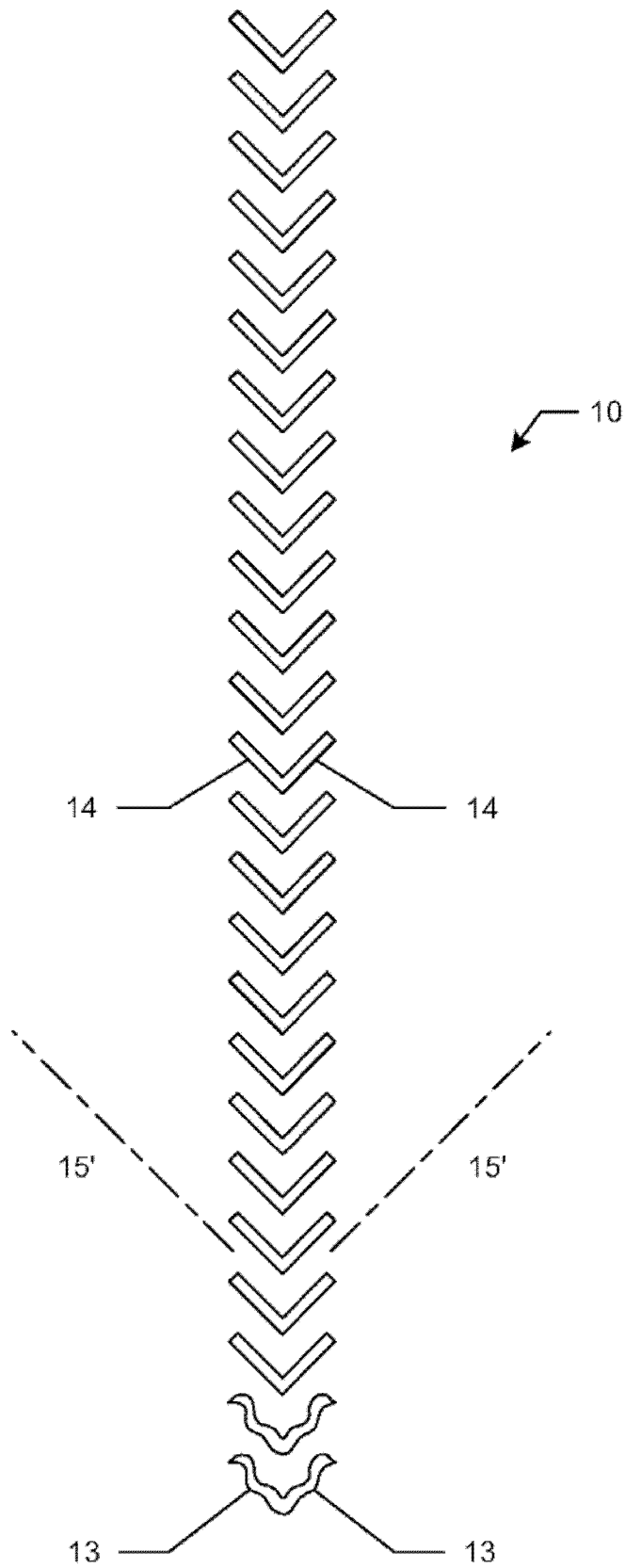


图 2

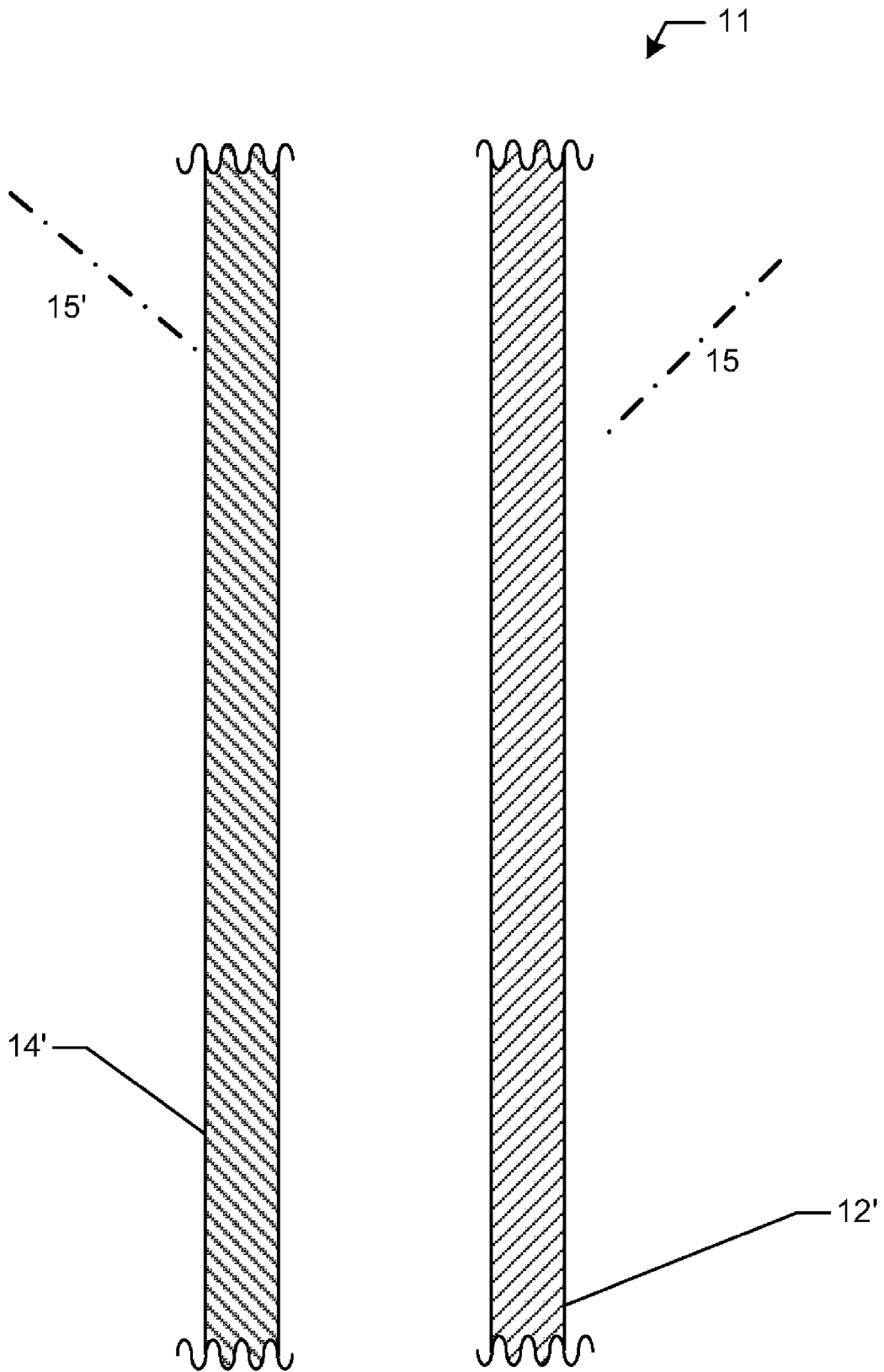


图 3

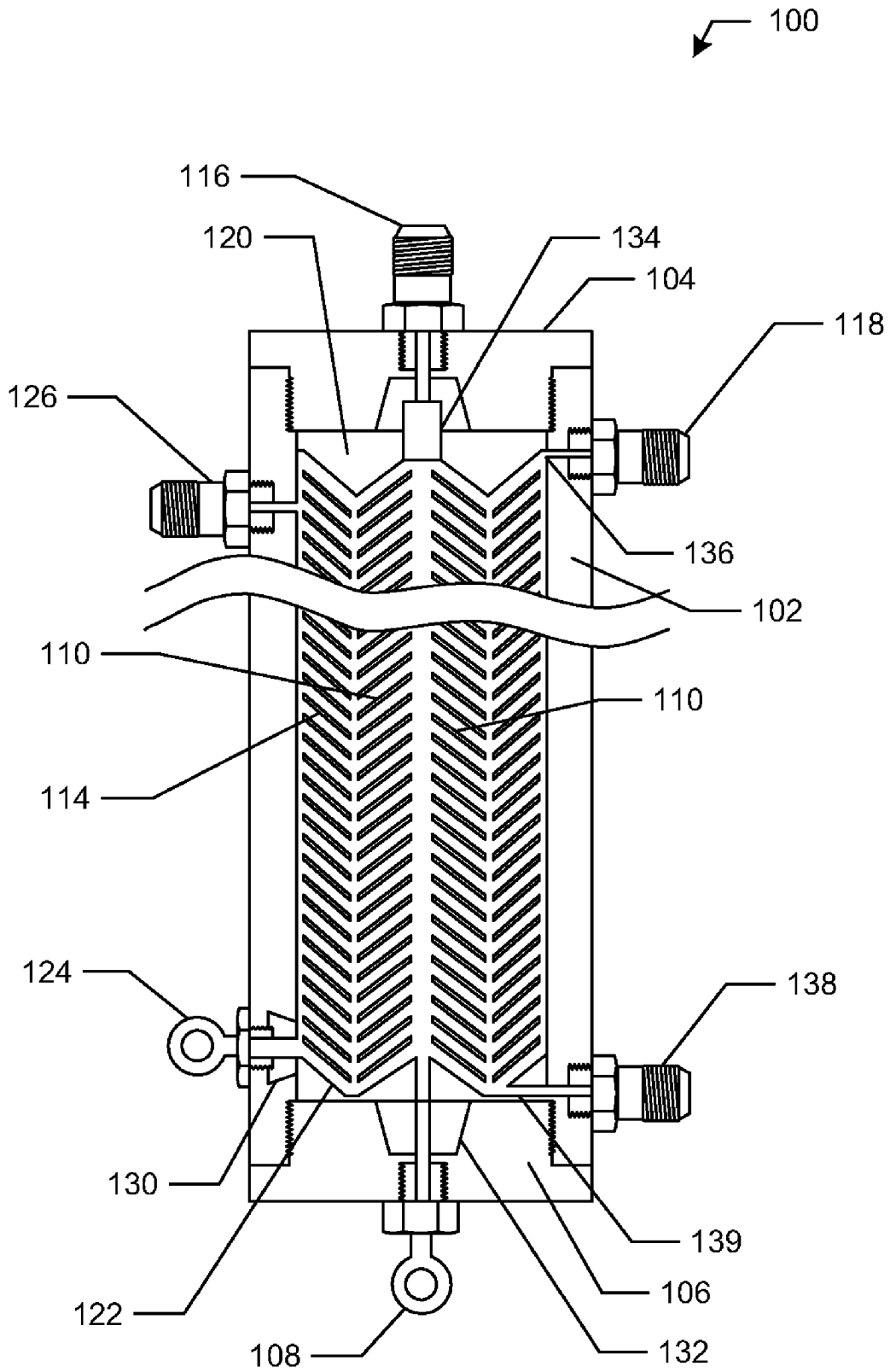


图 4

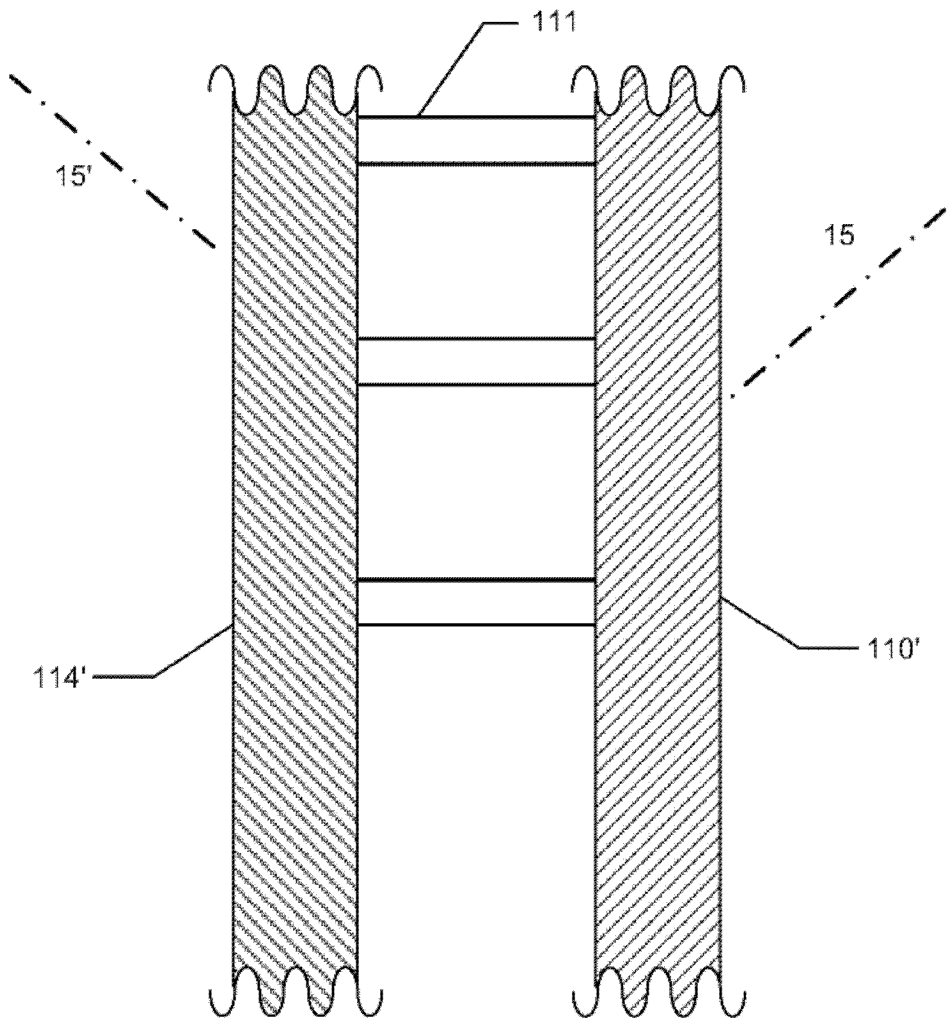


图 5

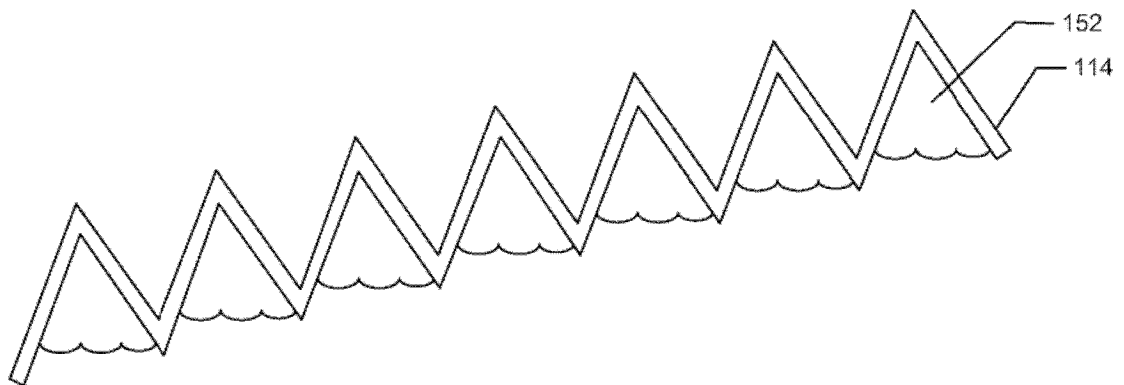


图 6

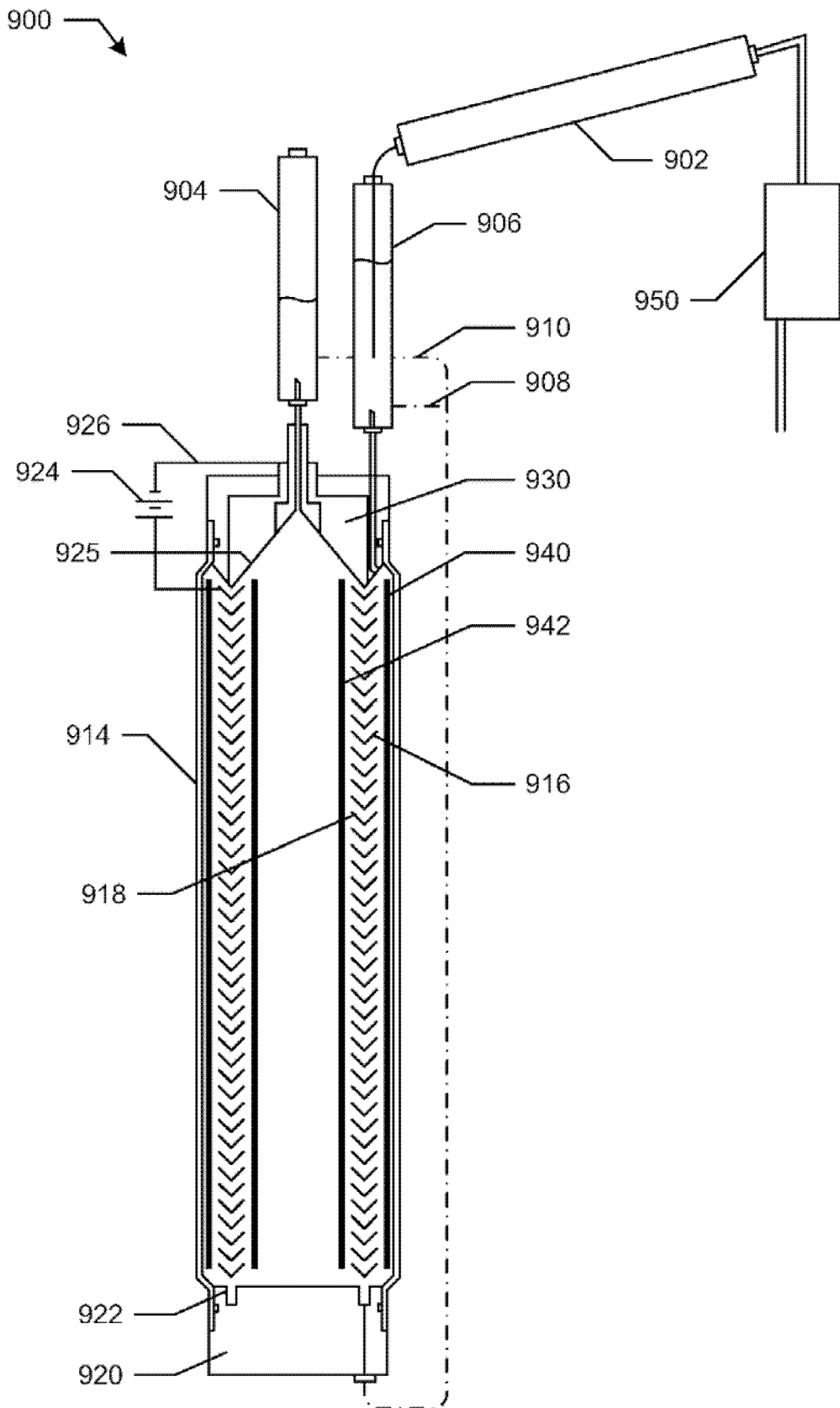


图 7