



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102491613 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 13

(21) 申请号 201110382812. 3

C05F 17/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2011. 11. 28

(71) 申请人 杨善让

地址 132012 吉林省吉林市船营区长春路
169 号 3 号信箱

(72) 发明人 杨善让 赵波 朱玉章 付玉民
刘洋 刘志超 蒋静江

(74) 专利代理机构 吉林市达利专利事务所
22102

代理人 陈传林

(51) Int. Cl.

C02F 11/04 (2006. 01)

C02F 3/28 (2006. 01)

C12M 1/107 (2006. 01)

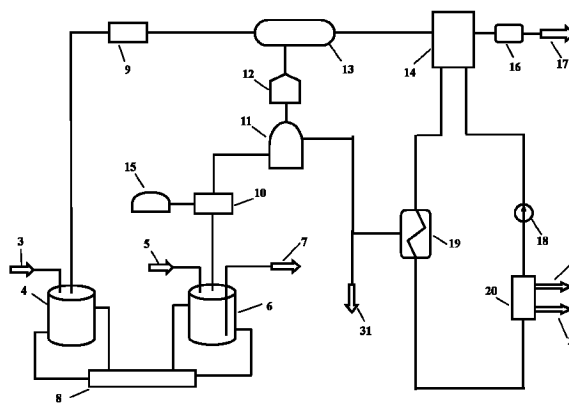
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统

(57) 摘要

本发明是一种生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统,其特点是:它包括氢气厌氧消化原料输送端、氢气厌氧消化池、第一气体净化装置和储氢装置连通;沼气厌氧消化原料输送端、沼气厌氧消化池和有机沼肥输送端连通,沼气厌氧消化池、第二气体净化装置和与温室连通,第二气体净化装置、高压储气柜、燃料改质器、储氢装置、燃料电池组、逆变器和用电设备连通;高压储气柜、燃气锅炉和热负载连通,热负载通过循环水泵与燃料电池组连通,燃料电池组与燃气锅炉连通;太阳能和/或地热能热源分别与氢气厌氧消化池和沼气厌氧消化池的内加热盘管连通。能够充分利用地热能和/或太阳能、生物质能实现稳定、连续的发电、供热或制冷及有机肥料供应。



1. 一种生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统,其特征是:它包括氢气厌氧消化池原料(3)输送端与氢气厌氧消化池(4)输入端连通,氢气厌氧消化池(4)输出端与第一气体净化装置(9)输入端连通,第一气体净化装置(9)输出端与储氢装置(13)第一输入端连通;沼气厌氧消化原料(5)输送端与沼气厌氧消化池(6)输入端连通,沼气厌氧消化池(6)第一输出端与有机沼肥(7)输送端连通,沼气厌氧消化池(6)第二输出端与第二气体净化装置(10)输入端连通,第二气体净化装置(10)第一输出端与温室(15)连通,第二气体净化装置(10)第二输出端与高压储气柜(11)输入端连通,高压储气柜(11)第一输出端与燃料改质器(12)输入端连通,燃料改质器(12)输出端与储氢装置(13)第二输入端连通;储氢装置(13)输出端与燃料电池组(14)连通,燃料电池组(14)输出端与逆变器(16)输入端连通,逆变器(16)输出端与用电设备(17)连通;高压储气柜(11)第二输出端与燃气锅炉(19)的燃料输入端连通,燃气锅炉(19)水侧输出端与热负载(20)输入端连通,热负载(20)第一输出端通过循环水泵(18)与燃料电池组(14)冷却剂输入端连通,燃料电池组(14)冷却剂输出端与燃气锅炉(19)水侧输入端连通;太阳能和/或地热能热源(8)输出端分别与氢气厌氧消化池(4)和沼气厌氧消化池(6)的内加热盘管(22)的热水输入端(23)连通,氢气厌氧消化池(4)和沼气厌氧消化池(6)的内加热盘管(22)的冷水输出端(24)与太阳能和/或地热能热源(8)输入端连通。

2. 根据权利要求1所述的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统,其特征是:所述的氢气厌氧消化池(4)和沼气厌氧消化池(6)均分别由至少一个可移动池体,在可移动池体内设置加热盘管(22)和磁性搅拌器(25),多个可移动池体采用串联或并联。

3. 根据权利要求1所述的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统,其特征是:所述的第一气体净化装置(9)和第二气体净化装置(10)结构相同,均包括:生物脱硫反应器(27)、脱水装置(30)、二氧化碳分离器(29)和升压装置(21)顺序连接;在二氧化碳分离器(29)的罐体(36)内设有分子筛膜(34)和二氧化碳吸附剂(35),分子筛膜(34)固定于罐体(36)内的上部,二氧化碳吸附剂(35)布位于分子筛膜(34)下方的罐体(36)内。

4. 根据权利要求1所述的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统,其特征是:所述的高压储气柜(11)第二输出端与富氧炊具(31)连接。

5. 根据权利要求1所述的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统,其特征是:所述的热负载(20)第二输出端与供热装置(1)连接。

6. 根据权利要求1所述的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统,其特征是:所述的热负载(20)第三输出端与制冷装置(2)连接。

生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统

技术领域

[0001] 本发明涉及低碳能源发电技术和分布式能源供应领域,是一种新型地热能、光热能和生物质能三者协调互补的电力、供热或制冷和有机肥联供系统。

背景技术

[0002] 生物质能,是指利用自然界中的植物、粪便以及城乡有机废物转化而成的能源,与矿物燃料相比,生物质资源最主要特点是具有可再生性和低污染性。生物质资源利用的方式多种多样,主要有直接燃烧技术、生物转化技术和热化学转化技术等,其中氢气和沼气厌氧消化是一种生物转化技术,是生物质资源在一定的水分、温度和厌氧条件下,通过各类微生物的分解代谢,最终形成氢气和沼气的过程。可用作微生物厌氧消化产氢气和沼气的生物质资源非常丰富,包括各种粮食作物的秸秆、禾本植物、水生植物、人畜粪便、各种有机物废水和污泥等。

[0003] 我国的生物质资源相当丰富,据研究表明,我国生物质资源可作为能源利用的约为 7 亿吨标准煤,仅仅工业废水和畜禽养殖场废弃物经过沼气化处理后,理论上便可以生产沼气约 800 亿立方米。但是目前的利用率非常低,太多的生物质资源被白白的浪费掉,如秸秆在田间直接燃烧,有机废水和人畜粪便直接排入江河,既造成资源的浪费,也污染了环境。

发明内容

[0004] 本发明的目的是,将现有分散的、功能单一的技术进行有机组合和创新,提供一种结构合理,功能齐备,具有广泛的实用性,集多种能源综合利用于一体的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统,可联合利用地热能、太阳能和生物质能实现稳定、连续的发电、供热或制冷及有机肥料供应。厌氧消化过程采用氢厌氧消化池和沼气厌氧消化池分池方式进行,通过联合利用太阳能和地热及多余沼气作为厌氧消化池内加热热源,在厌氧消化池中加入磁性自动搅拌系统,以使料液表面不结壳,不影响沼气或氢气的逸出,提高系统的产气速率;通过气体净化装置,以去除氢气和沼气中的杂质气体,提取出高纯度的氢气和甲烷,分离出的 CO_2 可直接送入温室作为叶面施肥的肥料,同时也可以维持厌氧消化池内压力的稳定,提高产气率和产气量;沼气通过燃料改质器改质为氢气,采用氢燃料电池组发电,多余电力可以上网出售或采用蓄电池储存;以循环水吸收燃料电池组的排热,循环水预热后再经过燃气锅炉进一步加热成热水或蒸汽,用以供热或制冷,其沼液、沼渣为有机肥料,从而实现电热冷肥的同产联供。

[0005] 实现本发明目的所采用的技术方案是:一种生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统,其特征是:它包括氢气厌氧消化池原料 3 输送端与氢气厌氧消化池 4 输入端连通,氢气厌氧消化池 4 输出端与第一气体净化装置 9 输入端连通,第一气体净化装置 9 输出端与储氢装置 13 第一输入端连通;沼气厌氧消化原料 5 输送端与沼气厌氧消化池 6 输入端连通,沼气厌氧消化池 6 第一输出端与有机沼肥 7 输送端连通,沼气厌氧消化池 6 第二

输出端与第二气体净化装置 10 输入端连通,第二气体净化装置 10 第一输出端与温室 15 连通,第二气体净化装置 10 第二输出端与高压储气柜 11 输入端连通,高压储气柜 11 第一输出端与燃料改质器 12 输入端连通,燃料改质器 12 输出端与储氢装置 13 第二输入端连通;储氢装置 13 输出端与燃料电池组 14 连通,燃料电池组 14 输出端与逆变器 16 输入端连通,逆变器 16 输出端与用电设备 17 连通;高压储气柜 11 第二输出端与燃气锅炉 19 的燃料输入端连通,燃气锅炉 19 水侧输出端与热负载 20 输入端连通,热负载 20 第一输出端通过循环水泵 18 与燃料电池组 14 冷却剂输入端连通,燃料电池组 14 冷却剂输出端与燃气锅炉 19 水侧输入端连通;太阳能和 / 或地热能热源 8 输出端分别与氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 的内加热盘管 22 的热水输入端 23 连通,氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 的内加热盘管 22 的冷水输出端 24 与太阳能和 / 或地热能热源 8 输入端连通。

[0006] 所述的氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 均分别由至少一个可移动池体,在可移动池体内设置加热盘管 22 和磁性搅拌器 25,多个可移动池体采用串联或并联。

[0007] 所述的第一气体净化装置 9 和第二气体净化装置 10 结构相同,均包括:生物脱硫反应器 27、脱水装置 30、二氧化碳分离器 29 和升压装置 21 顺序连接;在二氧化碳分离器 29 的罐体 36 内设有分子筛膜 34 和二氧化碳吸附剂 35,分子筛膜 34 固定于罐体 36 内的上部,二氧化碳吸附剂 35 均布位于分子筛膜 34 下方的罐体 36 内。

[0008] 所述的高压储气柜 11 第二输出端与富氧炊具 31 连接。

[0009] 所述的热负载 20 第二输出端与供热装置 1 连接。

[0010] 所述的热负载 20 第三输出端与制冷装置 2 连接。

[0011] 本发明的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统的优点体现在:一是本发明联合利用太阳能、地热能 and 生物质能源,在厌氧消化池内设有加热管,以太阳能、地热能或多余甲烷为厌氧消化池提供恒温热源,生物质厌氧消化池所产氢气作为燃料发电、供热或制冷,这样,既可联合利用多种可再生能源,提高了能源的利用率,生物质直燃利用率仅 10% 左右,厌氧消化利用率可达 60% 及以上,又可以将厌氧消化池维持在中高温厌氧消化,以提高产气率;二是本发明采用两种厌氧消化系统并列运行方式,即氢气厌氧消化池和甲烷厌氧消化池分开,氢气厌氧消化池和沼气厌氧消化池均分别由至少一个可移动池体,多个可移动池体采用串联或并联,这样,可根据负荷选择投入的厌氧消化池数目,既可维持产气量的稳定,实现稳定、连续和高效的产气过程,又可提高整个系统的可控性及灵敏度。三是本发明在氢气和沼气厌氧消化池体内设有自动搅拌器,经常搅拌厌氧消化池内的厌氧消化原料,以不使料液表面结壳,妨碍气体逸出,这不仅能使厌氧消化原料和细菌充分接触,促进细菌的新陈代谢,使其迅速生长繁殖,加快厌氧消化速度,提高产气率;四是本发明采用气体净化装置对厌氧消化气体净化处理,不仅可以去除硫化氢、二氧化碳和水蒸气等气体,提取出纯净的氢气和甲烷,还可以通过抽气装置维持厌氧消化池内的气压稳定在最佳厌氧消化压力下,提高产气率;五是本发明将经过净化后的高纯度氢气,供燃料电池组发电来供电,通过循环水利用燃料电池组废热,进行预热再经过燃气锅炉加热成热水或蒸汽,用作为供热或制冷的热源。氢 / 沼气厌氧消化后的沼液、沼渣均为优质有机肥料,从而实现系统联合供应电力、供热或制冷和有机肥料。

附图说明

[0012] 图 1 为生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统结构示意图；

[0013] 图 2 为氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 结构示意图；

[0014] 图 3 为第一气体净化装置 9 和第二气体净化装置 10 的结构示意图。

[0015] 图中：1 供热装置，2 制冷装置，3 氢气厌氧消化原料，4 氢气厌氧消化池，5 沼气厌氧消化原料，6 沼气厌氧消化池，7 有机沼肥，8 太阳能和 / 或地热能热源，9 第一气体净化装置，10 第二气体净化装置，11 高压储气柜，12 燃料改质器，13 储氢装置，14 燃料电池组，15 温室，16 逆变器，17 用电设备，18 循环水泵，19 燃气锅炉，20 热负载，21 升压装置，22 内加热盘管，23 热水输入管，24 冷水输出管，25 磁性搅拌器，26 基座，27 生物脱硫反应器，28 无水氯化钙，29 二氧化碳分离器，30 脱水装置，31 富氧炊具，34 分子筛膜，35 二氧化碳吸附剂，36 罐体，37 保温材料，38 保温套。

具体实施方式

[0016] 下面利用附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

[0017] 参照图 1，本发明的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统包括氢气厌氧消化池原料 3 输送端与氢气厌氧消化池 4 输入端连通，氢气厌氧消化池 4 输出端与第一气体净化装置 9 输入端连通，第一气体净化装置 9 输出端与储氢装置 13 第一输入端连通；沼气厌氧消化原料 5 输送端与沼气厌氧消化池 6 输入端连通，沼气厌氧消化池 6 第一输出端与有机沼肥 7 输送端连通，沼气厌氧消化池 6 第二输出端与第二气体净化装置 10 输入端连通，第二气体净化装置 10 第一输出端与温室 15 连通，第二气体净化装置 10 第二输出端与高压储气柜 11 输入端连通，高压储气柜 11 第一输出端与燃料改质器 12 输入端连通，燃料改质器 12 输出端与储氢装置 13 第二输入端连通；储氢装置 13 输出端与燃料电池组 14 连通，燃料电池组 14 输出端与逆变器 16 输入端连通，逆变器 16 输出端与用电设备 17 连通；高压储气柜 11 第二输出端分别与富氧炊具 31 和燃气锅炉 19 的燃料输入端连通，燃气锅炉 19 水侧输出端与热负载 20 输入端连通，热负载 20 第一输出端通过循环水泵 18 与燃料电池组 14 冷却剂输入端连通，燃料电池组 14 冷却剂输出端与燃气锅炉 19 水侧输入端连通；太阳能和 / 或地热能热源 8 输出端分别与氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 的内加热盘管 22 的热水输入端 23 连通，氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 的内加热盘管 22 的冷水输出端 24 与太阳能和 / 或地热能热源 8 输入端连通。所述的热负载 20 第二输出端与供热装置 1 连接。所述的热负载 20 第三输出与制冷装置 2 连接。

[0018] 参照图 1 和 2，所述的氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 均分别由至少一个可移动池体，在可移动池体内设置加热盘管 22 和磁性搅拌器 25，内加热盘管 22 的热水输入端 23 和冷水输出端 24 均穿过沼气厌氧消化池 6 外壁及其保温套 38，在保温套 38 内置有保温材料 37，多个可移动池体采用串联或并联，错峰叠加，恒温或变温运行的工艺流程，可根据负荷选择投入的厌氧消化池数目，既可维持产气量的稳定，实现稳定、连续和高效的产气过程，又可提高整个系统的可控性及灵敏度。

[0019] 参照图 3，所述的第一气体净化装置 9 和第二气体净化装置 10 结构相同，均包括：生物脱硫反应器 27、脱水装置 30、二氧化碳分离器 29 和升压装置 21 顺序连接；在二氧化碳分离器 29 的罐体 36 内设有分子筛膜 34 和二氧化碳吸附剂 35，分子筛膜 34 固定于罐体 36 内的上部，二氧化碳吸附剂 35 均布位于分子筛膜 34 下方的罐体 36 内。

[0020] 参照图 1-3, 本发明生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统的工作过程为: 太阳能和 / 或地热能热源 8 输出端热水送入氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 的热水输入管 23, 热水进入内加热盘管 22 中加热厌氧消化液, 被冷却的热水通过冷水输出管 24 回到太阳能和 / 或地热能热源 8 输入端, 完成厌氧消化池内加热过程; 氢气厌氧消化原料 3 进入氢气厌氧消化池 4 中, 厌氧消化产出气体主要含有氢气、二氧化碳、硫化氢和水蒸气, 产出气体通过氢气厌氧消化池 4 气体输出端进入第一气体净化装置 9 中, 第一气体净化装置 9 输出端的纯净氢气进入储氢装置 13 第一输入端; 沼气厌氧消化原料 5 进入沼气厌氧消化池 6 中, 厌氧消化产出主要含有甲烷、二氧化碳、硫化氢、水蒸气、沼液和沼渣, 产出气体通过沼气厌氧消化池 6 气体输出端进入第二气体净化装置 10 中, 沼液和沼渣被送出作为有机沼肥, 完成氢气和沼气的生物质厌氧消化过程; 沼气进入第二气体净化装置 10 中, 在第二气体净化装置 10 中被净化和升压, 第二气体净化装置 10 输出端的高压甲烷气体直接送入高压储气柜 11, 高压储气柜 11 第一输出端将甲烷直接送入燃料改质器 12, 被改质成氢气后进入储氢装置 13 第二输入端, 储氢装置 13 输出端的氢燃料直接送入燃料电池组 14, 在燃料电池组 14 中产生电和废热, 电能通过逆变器 16 转换为交流电后直接送入用电设备 17; 循环水通过循环水泵 18 升压后进入燃料电池组 14 冷却剂输入端, 燃料电池组 14 冷却剂输出端的热水进入燃气锅炉 19 水侧输入端, 高压储气柜 11 第二输出端将甲烷直接送入富氧炊具 31 输入端和燃气锅炉 19 燃气输入端, 燃气锅炉 19 水侧输出端的热水、蒸汽送往供热装置 1 或制冷装置 2, 完成电热冷肥联供过程。

[0021] 所述的氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 是一种设有内加热、磁性搅拌和保温套的厌氧消化装置, 为提高氢气和甲烷厌氧消化池内的厌氧消化温度, 提高产气率, 在厌氧消化池内设有内加热盘管 22, 内加热盘管 22 的冷水输出端 24 与太阳能和 / 或地热能热源 8 输入端连通, 内加热盘管 22 的热水输入端 23 与太阳能和 / 或地热能热源 8 输出端连通构成带自动调温装置的热交换回路, 完成内加热过程; 磁性搅拌器 25 包括旋子与轻质材料制成的托盘, 托盘底部系有软绳, 软绳长度应大于厌氧消化池高度的 2/3, 其下端与厌氧消化池底部固结。托盘可漂浮在氢或沼气厌氧消化池料液的表面以避免沉入料液与料渣的结合部, 利用基座 26 的磁或电极和磁场强度调整使磁性搅拌器 25 旋转, 完成搅拌过程。

[0022] 所述的第一气体净化装置 9 和第二气体净化装置 10 结构相同, 是一种去除混合气体中硫化氢、二氧化碳和水蒸气, 并将甲烷和氢气升压的装置, 氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 结构相同, 氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 出口的混合气体进入生物脱硫反应器 27, 脱硫后的气体进入脱水装置 30, 水蒸气被脱水装置 30 内的无水氯化钙 28 吸收, 脱水装置 30 输出端的氢气和二氧化碳混合物或甲烷和二氧化碳混合物进入二氧化碳分离器 29, 二氧化碳被二氧化碳吸附剂 35 吸收, 较纯净的氢气和甲烷通过分子筛膜 34 过滤, 得到高纯度氢气和甲烷, 经过升压装置 21 升压后分别进入储氢装置 13 和高压储气柜 11, 完成气体净化和升压过程。

[0023] 本发明的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统, 可以联合利用地热能、太阳能和生物质能, 采用地热能和 / 或太阳能作为生物质厌氧消化的内加热源, 生物质厌氧消化气体作为燃料发电、供热或制冷, 可以联合利用多种可再生能源, 提高了能源的利用率, 又可以将厌氧消化池维持在中高温厌氧消化, 防止其在冬季低温期间结冻, 解决了厌氧消化池的“越冬问题”, 提高了产气率; 厌氧消化过程采用氢气厌氧消化和沼气厌氧消化

分池进行,数个厌氧消化单元并联成一个生物质厌氧消化系统,可以根据产量和原料,实现灵活的组合,维持产气量的稳定,实现稳定、连续和高效的产气过程;厌氧消化系统通过生物质厌氧消化产生氢气、沼气和沼液、沼渣,氢气通过净化后直接送入储氢装置作为燃料电池组的燃料;沼气通过净化后提取成高纯度的甲烷,再将甲烷改质成氢气,同样送入储氢装置,采用燃料电池组发电来供电,通过循环水冷却燃料电池组废热,预热后再经过燃气锅炉加热成热水、蒸汽送往热负载,用来作为供热或制冷热源,这样,加之沼气厌氧消化后的沼液、沼渣用作肥料,本系统可以实现电能、供热或制冷和有机肥料多联供。

[0024] 本发明的氢气厌氧消化池 4 和沼气厌氧消化池 6 是一种设有内加热盘管 22、磁性搅拌器 25 和保温套 38 的厌氧消化装置,与传统的厌氧消化池比较,其突出优势在于可以通过调整内加热盘管 22 的热水量来调节厌氧消化池的温度,将温度维持在最佳的厌氧消化温度,提高厌氧消化效率、缩短厌氧消化时间,增大产气率;磁性搅拌器 25 悬浮于液面顶部,采用外部的基组磁驱动,无需在厌氧消化池内另外加入机械的搅拌电机等,既可以增强了厌氧消化池的密封性,又可使得厌氧消化液与微生物充分混合接触,促进微生物新陈代谢,提高产气率,预防厌氧消化液面结壳;保温套 38 可隔断厌氧消化池与外环境换热,以减少厌氧消化池的热量损失。

[0025] 本发明所述的第一气体净化装置 9 和第二气体净化装置 10 是一种去除杂质气体和升压的装置,其突出优势在于通过生物脱硫反应器用于分离出硫化氢,继而经过脱水装置去除混合气体中的水蒸气,再经过二氧化碳分离器去除二氧化碳气体,经过分子筛过滤后制成高纯度的氢气和甲烷,经过抽气装置升压后分别进入储氢装置和高压储气(甲烷)柜,既可以制取高纯度的气体燃料,又可以维持生物质厌氧消化池内压力、温度稳定在最佳数值,提高厌氧消化速率。

[0026] 本具体实施方式给出的生物质厌氧消化产氢和沼气的电热冷肥联供系统仅为一个实施例,并非穷举,本领域技术人员不经过创造性劳动的简单复制和改进,仍属于本发明权利要求保护的范围。

[0027] 本发明经过 6 个月的试用,实现了本发明的目的和达到所述的效果。

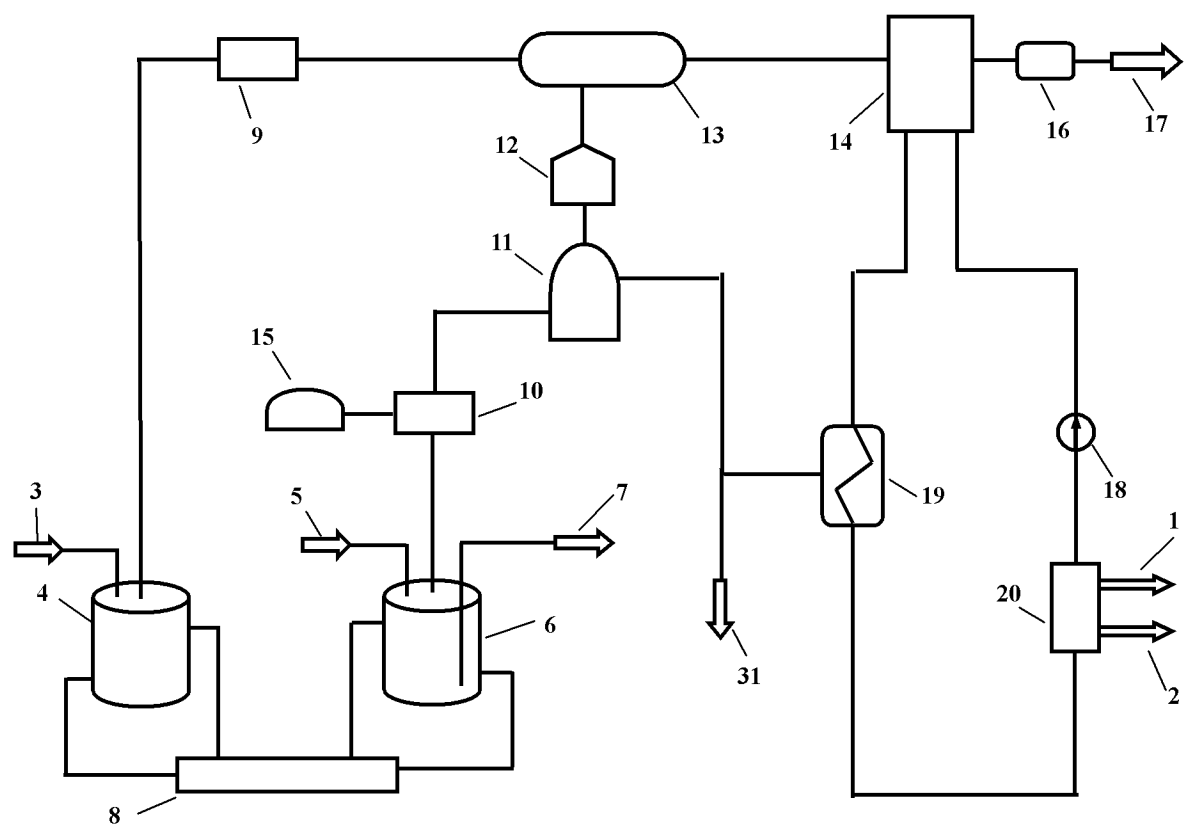


图 1

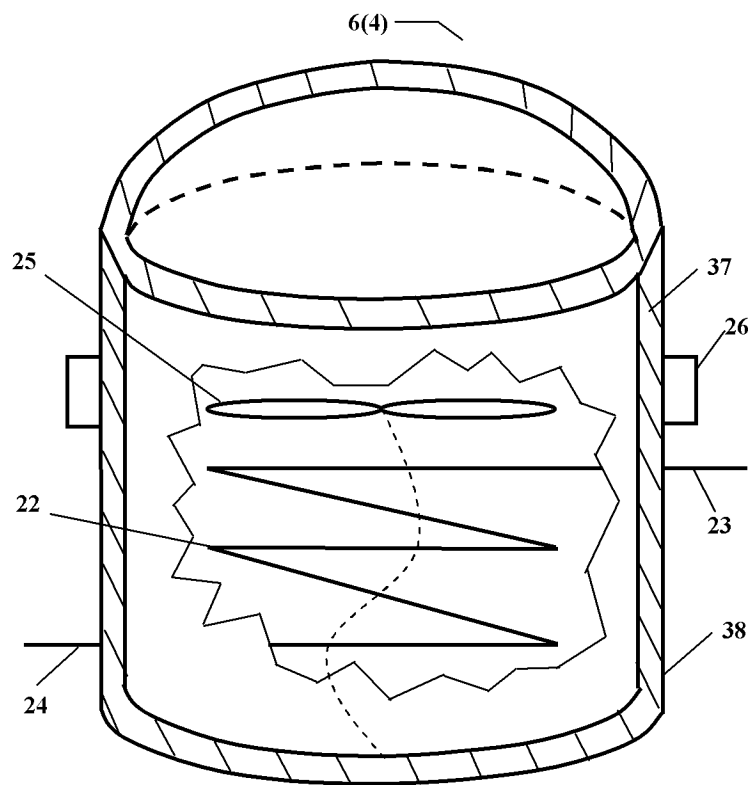


图 2

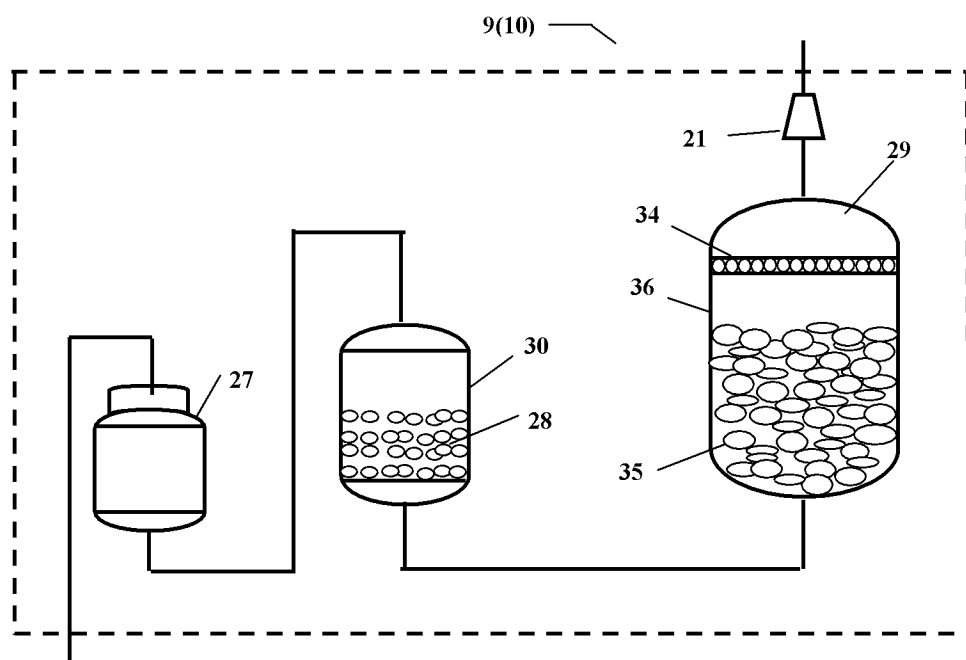


图 3