



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107058055 A

(43)申请公布日 2017. 08. 18

(21)申请号 201611271315.5

(22)申请日 2016.12.19

(71)申请人 宁波瑞信能源科技有限公司

地址 315200 浙江省宁波市镇海区庄市中
官西路777号43幢A楼

(72)发明人 严晋跃 谭雨亭 瓦若娜 王甫

(51)Int.Cl.

C12M 1/00(2006.01)

C02F 3/32(2006.01)

C10L 3/08(2006.01)

C10L 3/10(2006.01)

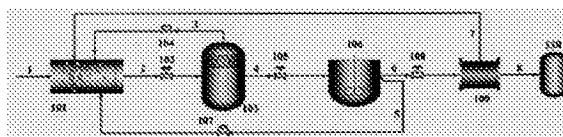
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的
联合系统装置

(57)摘要

本发明公开了一种生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置,主要由藻类生长及有机废物处理器、开合阀门、生物质原料分离器、发酵罐、碳捕集系统装置、生物质气燃料储罐等组成。藻类消耗废水中的有机废物生长并实现水体净化。长成的藻类用于生物质发酵得到生物质气。发酵所得生物质气中的二氧化碳可利用碳捕集技术捕获并循环使用。碳捕集系统可采用多重技术如吸附法、化学吸收法、低温冷凝法、膜分离法及物理吸收法等。本发明将藻类进行有机废物处理与生物质燃料生产创造性地集成,提高藻类利用价值。利用多种碳捕集技术对生物质气中二氧化碳进行捕集并循环利用,降低了二氧化碳排放,提高了生物质天然气燃料的纯度,增加系统经济性。



1. 生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置,包括藻类生长及有机废物处理器(101)、开合阀门(102)(104)(105)(107)(108)、生物质原料分离器(103)、发酵罐(106)、碳捕集系统装置(109)、生物质气燃料存储罐(110);其特征在于:藻类生长及有机废物处理器(101)与生物质原料分离器(103)相连,中间设置开和阀门(102),生物质原料分离器(103)的其中一个出口与发酵罐(106)连接,中间设置开和阀门(105),另一个出口与藻类生长及有机废物处理器(101)相连,中间设置开和阀门(104),发酵罐(106)的一个出口与碳捕集系统装置(109)连接,中间设置开和阀门(108),另一个出口与藻类生长及有机废物处理器(101)连接,中间设置开和阀门(107),碳捕集系统装置(109)其中一个出口与藻类生长及有机废物处理器(101)连接,另一个出口与生物质气燃料存储罐(110)连接。

2. 根据权利要求1所述的生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置,其特征在于:发酵生物质气(6)中被捕集的二氧化碳(7)返回藻类生长及有机废物处理器(101)中循环使用。

3. 根据权利要求1所述的生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置,其特征在于:所述碳捕集系统装置(109)可以采用吸附法、化学吸收法、低温冷凝法、膜分离法、物理吸收法等五种气体分离系统装置。

生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用藻类生产同时进行有机废物处理及燃料生产的系统装置,具体涉及利用气体分离回收生物质气中二氧化碳用以藻类生产并与有机废物处理及燃料生产联合的系统装置。

背景技术

[0002] 根据世界能源报告,全世界对能源的需求将持续增长。据预测,未来世界能源需求将维持近1.2%的增长率。一方面,随着工农业生产的高速发展,工业废水大量排放,水体污染日趋严重。富含的硝酸盐、磷等物质的大量富集,造成水体的富营养化。为了缓解水体污染,降低工业废水排放对环境的影响,需要对水体进行净化。藻类是能进行光合作用且在水中以浮游方式生活的自养型微生物,在其生长过程中可以消耗污水中的有机物质,从而达到净化水体的作用。然而,藻类的生长同净化过程中需要大量的高纯度二氧化碳作为原料,使得废水中有机废物处理的成本很高。除此之外,完成水体净化后的成熟藻类往往作为工业初级原料或饲料,并未得到高效利用,导致整个过程的经济性不佳。

[0003] 世界能源需求的增长另一方面加大了燃料的生产和供应压力。然而,为了实现巴黎协定设定的在2050年之前全球气温升温严格控制在2℃之内的目标,世界能源结构需要进行优化。世界能源结构将实现从化石能源为主、清洁能源为辅,向以清洁能源为主、化石能源为辅的根本性转变。清洁能源中,生物质能源具有低成本储存等特点,更具稳定持续供能的优势。生物质能源的各项优势让其成为解决世界能源危机的理想途径之一。然而,在生物质气燃料生产的过程中,往往会产生额外的二氧化碳排放到大气中,这样会加剧温室效应。此外,生产出的生物质天然气往往纯度不高,其中夹杂了高浓度的二氧化碳气体等杂质。

[0004] 利用气体分离技术对生物质气燃料生产过程中的二氧化碳进行捕集,不仅可以使得生物质气燃料的纯度得到提升,还能够获得二氧化碳。二氧化碳作为原料在藻类生产中进行循环利用,既能降低二氧化碳的排放,也能有效地降低利用藻类生长进行有机废物处理的成本。而在完成有机废物处理后的藻类,可以作为生物质原料进行生物质气燃料的生产,不仅能够完成可再生能源的供应,还能最大限度地降低藻类生产过程中大流量的有机废物处理的成本,提高了废水处理及燃料生产联合系统的经济性。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于:为了实现高效利用藻类同时进行有机废物处理及生物质燃料生产,减少二氧化碳排放并提纯生物质气燃料,提供五种利用气体分离技术回收生物质气过程中二氧化碳用以藻类生长并与有机废物处理及燃料生产联合的系统装置及方法。

[0006] 生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置包括:藻类生长及有机废物处理器、阀门、生物质原料分离器、发酵罐、二氧化碳捕集系统及生物质气燃料存储罐等。其技术连接方案是:藻类生长及有机废物处理器的出口与生物质原料分离器的进口相连,

中间设置阀门控制连接的开合;生物质原料分离器的其中一个出口与发酵罐进口连接,中间设置阀门控制开合,另一个出口与藻类生长及有机废物处理器进口相连,中间设置阀门控制连接开合;发酵罐的一个出口与二氧化碳捕集系统进口连接,中间设置阀门控制连接开合,另一个出口与藻类生长及有机废物处理器进口连接,中间设置阀门控制连接开合。二氧化碳捕集系统其中一个出口与藻类生长及有机废物处理器的进口连接,另一个出口与生物质气燃料存储罐连接。

[0007] 生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置的工作原理是:利用所提供的二氧化碳、光照、以及含有机废物的待处理水体,筛选的初期藻类在藻类生长及有机废物处理器中进行培育生长,长成成熟藻类的同时实现有机废物处理的功能。此时藻类含量较低(浓度约0.1%),随后藻类成品作为生物质原料通过管道进入生物质原料分离器,多余的水分将滤出并通过管道进入藻类生长及有机废物处理器中循环处理,分离所得的高浓度生物质原料成品(浓度约6.6%的藻类)将进入发酵罐进行发酵,产生生物质气,其主要成分为二氧化碳和甲烷。发酵所得生物质气通过管道进入二氧化碳捕集系统,在该系统中,二氧化碳气体被捕获、提纯后返回藻类生长及有机废物处理器循环利用,用以另一批藻类生产及有机废物处理。分离提纯的生物质气燃料将被存储在存储罐中,用于直接利用或运输。

[0008] 在生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置中,二氧化碳分离捕集过程可采用多种技术方案,包括吸附法二氧化碳捕集装置、化学吸收法二氧化碳捕集装置、低温冷凝法二氧化碳捕集装置、膜分离法二氧化碳捕集装置、物理吸收法二氧化碳捕集装置。因此,利用气体分离技术捕集回收生物质气中二氧化碳用以培育藻类生产并与有机废物水处理及燃料生产联合的系统装置具体可以分为五种方法及系统装置,具体如下。

[0009] 利用吸附法二氧化碳捕集装置分离生物质气中二氧化碳生产藻类及燃料的联合系统装置的技术方案是:由发酵罐产生的生物质气被压缩、冷却后进入吸附塔,生物气中的二氧化碳在吸附塔中被吸附剂吸附,高纯度的生物质天然气则进入生物质气燃料存储罐存储。吸附有二氧化碳的吸附剂通过真空阀降压、换热器升温,释放吸附的二氧化碳,高浓度的二氧化碳进入藻类生长及有机废物处理器中循环使用,完成解吸的吸附剂重新进入吸附塔中循环使用。

[0010] 利用化学吸收法二氧化碳捕集装置分离生物质气中二氧化碳生产藻类及燃料的联合系统装置的技术方案是:由发酵罐产生的生物质气从底部进入化学吸收塔,与从塔顶喷射的贫化学吸收溶液接触并反应。生物质气中的二氧化碳被贫化学吸收液吸收,升温加压后进入解析塔。生物质气中的甲烷则从吸收塔塔顶排出,进入生物质气燃料存储罐存储。进入化学解析塔中含有二氧化碳的富化学吸收液在升温后解析出吸收的二氧化碳,高浓度二氧化碳从解析塔塔顶排出,经冷却后回收进入藻类生长及有机废物处理器中循环使用。解析完成的贫化学吸收液经降温后重新进入化学吸收塔循环使用。

[0011] 利用低温冷凝法二氧化碳捕集装置分离生物质气中二氧化碳生产藻类及燃料的联合系统装置的技术方案是:由发酵罐产生的生物质气经压缩加压及冷凝过程后,进入分离器和脱水塔去除水分。干燥的生物质气经进一步加压、冷凝后进入蒸馏塔和冷凝器进行低温冷凝。二氧化碳在低温中凝结为液体,从蒸馏塔的底部排出,经升温后进入藻类生长及有机废物处理器中循环使用。未凝结为液体的生物质天然气从蒸馏塔顶排出进入生物质气燃料存储罐中存储。

[0012] 利用膜分离法二氧化碳捕集装置分离生物质气中二氧化碳生产藻类及燃料的联合系统装置的技术方案是：由发酵罐产生的生物质气经压缩、冷凝后，干燥的生物质气进入一级膜分离装置，选择性膜系统能够将二氧化碳和甲烷分离，高浓度二氧化碳气体经压缩降温后进入二级膜分离装置，进行进一步分离，最终得到高纯度二氧化碳气体进入藻类生长及有机废物处理器中循环使用。两级膜系统中分离的生物质天然气则进入存储罐中存储。

[0013] 利用物理吸收法二氧化碳捕集装置分离生物质气中二氧化碳生产藻类及燃料的联合系统装置的技术方案是：由发酵罐产生的生物质气经加压后进入物理吸收塔中，与塔顶喷射的贫物理吸收液接触并反应，生物质气中的二氧化碳被贫物理吸收液吸收从塔底排出。未被吸收的生物质天然气从塔顶排出进入生物质气燃料存储罐存储。塔底排出的含二氧化碳的富物理吸收液混合物进入一级中压闪蒸罐，闪蒸产生的混合气体经加压冷却后进入物理吸收塔中再次与贫物理吸收液反应。一级中压闪蒸罐的富物理吸收液继而进入二级低温闪蒸罐，闪蒸所得高浓度二氧化碳气体从罐顶排出进入藻类生长及有机废物处理器，解析出二氧化碳的贫物理吸收液进入物理吸收塔循环使用。

[0014] 本发明的特点以及产生的有益效果是：

[0015] (1) 将藻类进行有机废物处理与生物质燃料生产创造性地集成，联合系统能够同时实现利用藻类进行水体有机废物处理及强化生物质天然气燃料生产的功能，提高藻类利用价值，显著提高联合系统的经济性。

[0016] (2) 利用碳分离捕集技术(包括吸附法，化学吸收法，低温冷凝法，膜分离法和物理吸收法等五种)对生物质气中的二氧化碳进行分离、捕集并循环利用。降低了二氧化碳排放，提高了生物质天然气燃料的纯度。

[0017] (3) 由碳分离捕集装置捕集的二氧化碳循环使用作为藻类生长进行有机废物处理及燃料生产的原料，提高藻类生产效率，显著降低有机废物处理系统及生物质燃料生产系统的成本。

附图说明

[0018] 所示附图为本发明的系统原理及结构组成示意图。

[0019] 图1是本发明生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料联合系统装置的结构示意图。

[0020] 图2是本发明实施例1的吸附法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料联合系统装置的结构示意图。

[0021] 图3是本发明实施例2的化学吸收法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料联合系统装置的结构示意图。

[0022] 图4是本发明实施例3的低温冷凝法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料联合系统装置的结构示意图。

[0023] 图5是本发明实施例4的膜分离法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料联合系统装置的结构示意图。

[0024] 图6是本发明实施例5的物理吸收法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料联合系统装置的结构示意图。

- [0025] 附图中部件及流体说明：
- [0026] 101:藻类生长及有机废物处理器
- [0027] 102、104、105、107、108:开合阀门
- [0028] 103:生物质原料分离器
- [0029] 106:发酵罐
- [0030] 109:碳捕集系统装置
- [0031] 110:生物质气燃料存储罐
- [0032] 201、401、405、501、506、603:压缩机
- [0033] 202、204、207、402、406、411、502、507、604、607:换热器
- [0034] 203:吸附塔
- [0035] 205、209、403、503、512:分离器
- [0036] 206:真空阀
- [0037] 208:解吸塔
- [0038] 301:化学吸收塔
- [0039] 302、306、308、606:溶液泵
- [0040] 303:贫富液换热器
- [0041] 304:化学解析塔
- [0042] 305、410:冷凝器
- [0043] 307、408:再沸器
- [0044] 404:脱水塔
- [0045] 407:蒸馏塔
- [0046] 409:膨胀阀
- [0047] 411:二氧化碳泵
- [0048] 504、508:膜分离器
- [0049] 505、509:真空泵
- [0050] 510:混合器
- [0051] 511:膨胀机
- [0052] 601:物理吸收塔
- [0053] 602、605:闪蒸罐
- [0054] 1:待净化污水
- [0055] 2:含低浓度微藻的净化水体
- [0056] 3:上层清液
- [0057] 4:含高浓度微藻的净化水体
- [0058] 5:沼液
- [0059] 6:发酵生物质气
- [0060] 7、22:二氧化碳
- [0061] 8、27、29、31:生物质天然气
- [0062] 9、12:贫吸附剂
- [0063] 10:富吸附剂与甲烷混合物

- [0064] 11:富吸附剂
- [0065] 13:富化学吸收液
- [0066] 14、15:贫化学吸收液
- [0067] 16:二氧化碳与水混合物
- [0068] 17、18、25、30:水
- [0069] 19、24:无游离态水的生物质气
- [0070] 20:脱水生物质气
- [0071] 21、26、33:高浓度二氧化碳的生物质气
- [0072] 23:高浓度甲烷的生物质气
- [0073] 28:二氧化碳与水混合物
- [0074] 32、34:富物理吸收液
- [0075] 35、36、37:贫物理吸收液

具体实施方式

[0076] 为对本发明的技术内容、特点与功效有更具体的了解,现结合图示的实施方式,详述如下。

[0077] 生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置,如图1所示,其组成结构是:在藻类生长及有机废物处理器(101)中,藻类借助进入的二氧化碳(7)及待净化的废水(1)中的有机物,在光合作用下生长,实现有机废物处理及生物质原料培育的功能。含低浓度微藻的净化水体(2)通过阀门(102)进入生物质原料分离器(103),上层清液(3)返回藻类生长及有机废物处理器(101)中循环使用,含高浓度微藻的净化水体(4)通过阀门(105)进入发酵罐(106)进行发酵生产生物质气。发酵过程中的沼液(5)返回藻类生长及有机废物处理器(101)中循环使用。发酵生物质气(6)通过阀门进入碳捕集系统装置(109)。

[0078] 根据气体分离技术的不同,图1中的碳捕集系统装置(109)可以采用多种不同的捕集方式,包括吸附法、化学吸收法、低温冷凝法、膜分离法、物理吸收法等五种。相应的,本发明可分解为五种实施例,如图2至图6所示,包括吸附法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置(实施例1)、化学吸收法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置(实施例2)、低温冷凝法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置(实施例3)、膜分离法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置(实施例4)、物理吸收法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置(实施例5)。具体如下:

[0079] 实施例1

[0080] 在吸附法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置中,如图1、图2所示,经过压缩机(201)及换热器(202),升压后的发酵生物质气(6)进入吸附塔(209),在吸附塔(209)中,与一同进入的贫吸附剂(9)接触。发酵生物质气(6)中的二氧化碳被贫吸附剂(9)吸收。经过换热器(204),富吸附剂与甲烷混合物(10)进入分离器(205)。其中生物质天然气(8)从分离器顶部排出,进入生物质气燃料存储罐(110)储存。富吸附剂(11)经过真空阀(206)及换热器(207)进入解吸塔(208)。富吸附剂(11)在解吸塔(208)中进行解吸过程,之后进入分离器(209)进行分离,分离所得贫吸附剂(12)返回吸附塔(209)循环使用。解吸

所得的二氧化碳(7)返回藻类生长及有机废物处理器(101)中循环使用。

[0081] 实施例2

[0082] 在化学吸收法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置中,如图1、图3所示,在化学吸收塔(301)中,从塔底进入的发酵生物质气(6)与塔顶进入的贫化学吸收液(14)接触并反应。发酵生物质气(6)中的二氧化碳被贫化学吸收液(14)吸收,生成富化学吸收液(13)从塔底流出。发酵生物质气(6)中的甲烷未被吸收,从塔顶排出,进入生物质气燃料存储罐(110)储存。富化学吸收液(13)经过溶液泵(302)加压、贫富液换热器(303)升温后,从顶部进入化学解析塔(304)并发生解析反应。二氧化碳从富化学吸收液(13)中析出,从塔顶排出,经过冷凝器(305)脱水后进入藻类生长及有机废物处理器(101)中循环使用。冷凝器(305)中的水(17)通过溶液泵(306)返回化学解析塔(304)。解析塔中的贫化学吸收液(15)经过再沸器(307)进入贫富液换热器(303)降温后,经溶液泵(308)加压后返回化学吸收塔(301)。

[0083] 实施例3

[0084] 在低温冷凝法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置中,如图1、图4所示,经过压缩机(401)加压、换热器(402)冷却,发酵生物质气(6)进入分离器(403)除水。水(18)通过底部排出,无游离态水的生物质气(19)进入脱水塔(404)进行进一步脱水。脱水生物质气(20)经压缩机(405)进一步加压、换热器(406)降温后进入蒸馏塔(407)。高浓度甲烷的生物质气(23)从塔顶进入冷凝器(410),经过低温冷凝过程将混合气体中的二氧化碳冷凝成液态,进入蒸馏塔(407)中。未被冷凝的生物质天然气(8)进入生物质气燃料存储罐(110)中储存。冷凝进入蒸馏塔(407)中的高浓度二氧化碳的生物质气(21)经再沸器(408)后从塔底排出。一部分二氧化碳(22)经膨胀阀(409)后降温降压,进入冷凝器(410),与高浓度甲烷的生物质气(23)换热。然后经过换热器(411)、压缩机(405)及换热器(406)后重新进入蒸馏塔(407)。另一部分的二氧化碳(7)通过二氧化碳泵(411)进入藻类生长及有机废物处理器(101)循环使用。

[0085] 实施例4

[0086] 在膜分离法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置中,如图1、图5所示,经过压缩机(501)加压后,发酵生物质气(6)经过换热器(502)冷却后再分离器(503)中除去游离态的水(25)。无游离态水的生物质气(24)进入一级膜分离器(504)进行气体分离。高浓度二氧化碳的生物质气(26)经真空泵(505)、压缩机(506)、换热器(507)加压冷却后进入二级膜分离器(508)。分离的二氧化碳与水混合物(28)经真空泵(509)后进入分离器(512)除去游离态的水(30)。在一级膜分离器(504)和二级膜分离器(508)中分离的生物质天然气(27)、(29)在混合器(510)混合后,经过换热器(502)升温并在膨胀机(511)膨胀后,进入生物质气燃料存储罐(110)中储存。在分离器(512)中分离的游离态的水(30)排出后,二氧化碳(7)返回藻类生长及有机废物处理器(101)中循环使用。

[0087] 实施例5

[0088] 在物理吸收法生物质气二氧化碳分离生产藻类及燃料的联合系统装置中,如图1、图6所示,发酵生物质气(6)进入物理吸收塔(601)中,与其中的贫物理吸收液(37)接触。发酵生物质气(6)中的二氧化碳被吸收,生成富物理吸收液(32)从塔底排出。未被吸收的生物质天然气(8)从塔顶排出,进入生物质气燃料存储罐(110)储存。从塔底排出的富物理吸收

液 (32) 进入中压闪蒸罐 (602) 中, 高浓度二氧化碳的生物质气 (33) 经压缩机 (603) 压缩、换热器 (604) 冷却后返回物理吸收塔 (601) 进行进一步提纯。富物理吸收液 (34) 从中压闪蒸罐 (602) 底部排出进入低压闪蒸罐 (605)。闪蒸所得二氧化碳 (7) 从罐顶排出, 进入藻类生长及有机废物处理器 (101) 循环使用。贫物理吸收液 (35) 从低压闪蒸罐排出, 经溶液泵 (606) 加压后, 与补充的贫物理吸收液混合, 再经换热器 (607) 后返回物理吸收塔 (601)。

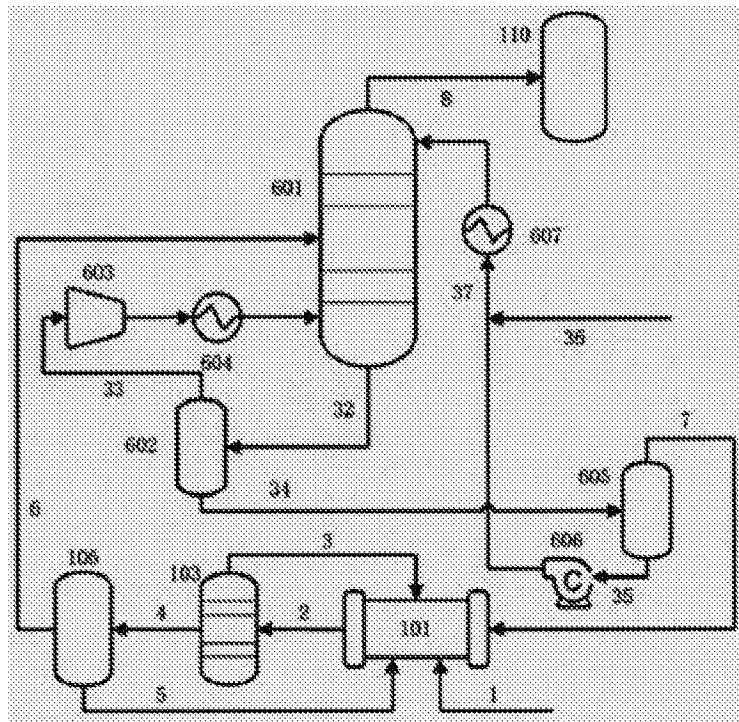


图6