



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107475090 A

(43)申请公布日 2017. 12. 15

(21)申请号 201710852942.6

C12R 1/89(2006.01)

(22)申请日 2017.09.19

(71)申请人 广西大学

地址 530004 广西壮族自治区南宁市西乡
塘大学东路100号

(72)发明人 梁慧元 张云开 杜苗

(74)专利代理机构 北京天奇智新知识产权代理
有限公司 11340

代理人 李家恒

(51)Int.Cl.

C12M 1/12(2006.01)

C12M 1/04(2006.01)

C12M 1/02(2006.01)

C12M 1/00(2006.01)

C02F 3/32(2006.01)

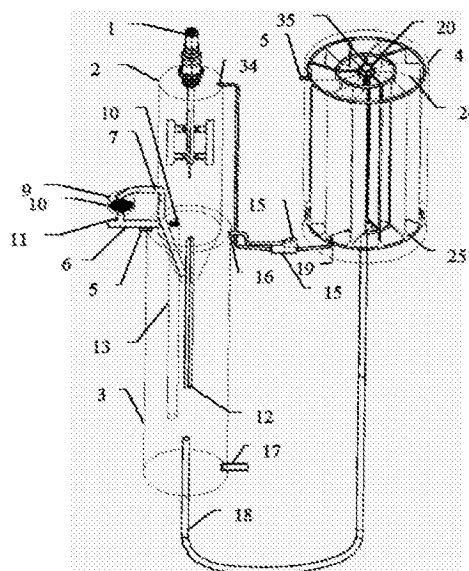
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种新型潮汐式光生物反应器

(57)摘要

本发明公开了一种新型潮汐式光生物反应器,属于微藻培养技术领域。包括废水发酵单元,对收集在其内部容腔中的废水进行搅拌发酵,得到微藻培养液;培养液循环单元,包括培养液循环室,将所述培养液收集在其密闭式培养液循环室中;微藻培养单元,包括微藻培养室,微藻培养室底面水平高度不低于培养液循环室顶部水平高度,其内设有若干间隔布置的滤布;微藻培养室的底部与培养液循环室的底部之间设有连通器;以及集气单元,包括气泵和气罐,气罐通过气泵收集废水发酵单元中废水发酵过程产生的混合气体并进行存储;气泵分别连通微藻培养室及微藻培养室的顶部,气罐连通微藻培养室底部。本发明通过模拟潮汐实现了藻类培养、收集和废水发酵的一体化。



1. 一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:包括

废水发酵单元,对收集在其内部容腔中的废水进行搅拌发酵,得到微藻培养液;

培养液循环单元,包括培养液循环室,将所述培养液收集在其培养液循环室中;

微藻培养单元,包括微藻培养室,所述微藻培养室底面水平高度不低于培养液循环室顶部水平高度,其内设有若干间隔布置的滤布;所述微藻培养室的底部与培养液循环室的底部之间设有连通器;以及

集气单元,包括气泵和气罐,所述气罐通过气泵收集废水发酵单元中废水发酵过程产生的混合气体并进行存储;所述气泵分别连通微藻培养室及微藻培养室的顶部,所述气罐连通微藻培养室底部;

其中,所述培养液循环单元通过集气单元的气泵加压将其内培养液经过连通器送入到微藻培养单元,所述气泵工作停止;同时集气单元的气罐将收集的混合气体送入微藻培养单元,微藻培养单元中培养液通过自重经连通器回流培养液循环单元,如此循环若干周期。

2. 根据权利要求1所述的一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:所述废水发酵单元和培养液循环单元为一体式结构,且废水发酵单元位于培养液循环单元上方,且微藻培养单元水平高度高于培养液循环单元,废水发酵单元和培养液循环单元框体结构为混凝土结构。

3. 根据权利要求1所述的一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:所述废水发酵单元包括废水发酵罐,废水发酵罐内设有搅拌机;所述培养液循环单元包括培养液循环罐,培养液循环罐的内腔构成所述培养液循环室;所述微藻培养单元包括微藻培养罐,微藻培养罐的内腔构成所述微藻培养室;所述废水发酵罐连接安装在培养液循环罐顶端;所述废水发酵罐与培养液循环罐之间设有导液管;所述微藻培养罐水平高度高于所述培养液循环罐,所述培养液循环罐底部与微藻培养罐底部之间通过连通器连通。

4. 根据权利要求3所述的一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:所述废水发酵罐上设有过滤系统,所述过滤系统包括导渣管、蠕动泵、沼渣收集槽和回流管,所述导渣管一端位于废水发酵罐内底部,另一端位于废水发酵罐外侧并连接蠕动泵;所述沼渣收集槽内设有过滤装置,沼渣收集槽一端连接蠕动泵的出水口,另一端通过回流管连通废水发酵罐的进液口。

5. 根据权利要求3所述的一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:还包括导热棒,所述导热棒一端位于废水发酵罐内的底部,另一端位于培养液循环罐内。

6. 根据权利要求5所述的一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:所述导热棒由导热材料铜、铝、硅胶片、石墨烯或蜂窝孔型石墨一种或几种组合制成。

7. 根据权利要求3所述的一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:所述废水发酵罐下端部呈锥型设置并嵌入在培养液循环罐顶部;所述导液管位于废水发酵罐一端高于所述废水发酵罐的锥型下端部,其另一端位于培养液循环罐内中部;所述导液管内设有过滤装置,过滤装置内由上至下依次为细格栅、海绵、活性炭、海绵和细格栅。

8. 根据权利要求3所述的一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:所述连通器位于培养液循环罐的一端高于其底部,所述培养液循环罐底部设有出水口。

9. 根据权利要求3所述的一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:所述气泵通过进气管与培养液循环罐顶部连通,气泵通过导气管与废水发酵罐顶部连通,气泵通过出气管

与微藻培养罐底部连通;所述培养液循环罐顶部设有气阀。

10. 根据权利要求3所述的一种新型潮汐式光生物反应器,其特征在于:所述微藻培养罐内设有沿其中心轴线设置的微藻培养轴架和设置在微藻培养轴架上的滤布,所述微藻培养轴架底端通过支架安装在微藻培养罐内底部,并与微藻培养罐内底部形成间隙;所述连通器与微藻培养罐连接一端位于微藻培养轴架底端下方,且其内放置可漂浮的空心活塞;所述微藻培养轴架沿其中心轴线设有玻璃真空管,玻璃真空管内设有日光灯,玻璃真空管与日光灯之间间隔设置用于遮光的铝合金铁皮。

一种新型潮汐式光生物反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及微藻培养技术领域,特别是一种新型潮汐式光生物反应器。

背景技术

[0002] 微藻是光能自养型生物,广泛分布在地球上的淡水、海洋和各种土壤里,具有生长迅速、光合效率高、适应性强和通过无性繁殖等特点。微藻可利用光能、CO₂、废水中的有机碳、氨氮、有机磷等物质为碳源、氮源和磷源,并吸附重金属净化废水;也可吸收大气中的CO₂等气体作为自身代谢碳源,产生O₂净化空气;同时微藻中含多种高附加值生物活性物质,如多不饱和脂肪酸、藻类多糖、藻蓝素、虾青素、胡萝卜素等,具有抗生素、抗心血管疾病、增强免疫力、抗肿瘤、抗辐射、抗突变和抗艾滋病等药用价值和保健功能,对人类的疾病有预防、治疗和保健功能。微藻作为饲料、医疗、生物工程、食品、轻化工、生物燃料等行业的重要原料,其产业化生产与利用愈发为人们所重视。

[0003] 微藻规模化培养是制约微藻产业化发展的重要因素。微藻可与污水和工业废气的处理相结合,在处理污水和工业废气的同时合成高附加值物质,降低培养成本。目前培养微藻的光生物反应器如柱状、管状、平板式、复合型、仿生塔型、薄膜袋式、光导纤维式等,能够利用养殖废水、城市生活污水和工业废水进行微藻培养和收获的反应器还很少,本发明将废水发酵作为微藻的培养基,发酵所产沼气和空气中的CO₂作为碳源,净化废水、吸收CO₂的同时,产生O₂,并收获藻类的生物质。

[0004] 授权公告号为CN105018336A的发明专利公开了一种利用废水培养微藻的光生物反应器,该反应器为罐体,分上下两层,下层用于废水的发酵,发酵后沼渣从底部排除,沼液经提升泵喷淋到藻类附着生长的滤布上培养藻类,发酵所产CO₂、沼气收集到气罐中共藻类吸收。该反应器利用废水发酵后的发酵液和CO₂作为微藻的培养基和碳源,实现了废水发酵和微藻培养的一体化,降低了微藻的培养成本,使微藻充分利用废水中的营养元素。

[0005] 授权公告号为CN103922548A的发明专利公开了一种利用生活废水培养高油微藻的生物反应器,该反应器由水解酸化池、二沉池I、二沉池II、微藻培养池组成,废水通过水解酸化池增强其可生化性,进入二沉池完成泥水4分离,在微藻培养池中,通过连续培养方式和培养条件的优化,培养出高油微藻。

[0006] 授权公告号为CN105462807A的发明专利公开了一种气升式列管光生物反应器,该反应器包含反应器主体、通气系统及任选的参数检测和控制系统,反应器主体包含两根以上并排放置的透明垂直管道,通过气升实现藻类的搅动和CO₂气体的混合,流体剪切力小,气液传质系数高,垂直放置的列管提高了光照的比表面积等方面特点。

[0007] 目前,研究方向主要为探究微藻的培养方法和不同废液类型与不同微藻类型的耦合,对于如何实现废液发酵与微藻培养、回收的一体化生产,关注较少,因此,有必要提出一种新型的潮汐式光生物反应器来实现废液发酵和微藻培养一体化生产,从而降低生产成本,净化废水。

发明内容

[0008] 本发明的发明目的是,针对上述问题,提供一种新型潮汐式光生物反应器,通过模拟潮汐实现了藻类培养、收集和废水发酵的一体化,节约了微藻培养成本的同时,净化水质和空气,同时收获大量藻类生物质。

[0009] 为达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0010] 一种新型潮汐式光生物反应器,包括

[0011] 废水发酵单元,对收集在其内部容腔中的废水进行搅拌发酵,得到微藻培养液;

[0012] 培养液循环单元,包括培养液循环室,将所述培养液收集在其密闭式培养液循环室中;

[0013] 微藻培养单元,包括微藻培养室,所述微藻培养室底面水平高度不低于培养液循环室顶部水平高度,其内设有若干间隔布置的滤布;所述微藻培养室的底部与培养液循环室的底部之间设有连通器;以及

[0014] 集气单元,包括气泵和气罐,所述气罐通过气泵收集废水发酵单元中废水发酵过程产生的混合气体并进行存储;所述气泵分别连通微藻培养室及微藻培养室的顶部,所述气罐连通微藻培养室底部;

[0015] 其中,所述培养液循环单元通过集气单元的气泵加压将其内培养液经过连通器送入到微藻培养单元,所述气泵工作停止;同时集气单元的气罐将收集的混合气体送入微藻培养单元,微藻培养单元中培养液通过自重经连通器回流养液循环单元,如此循环若干周期。

[0016] 上述装置中,废水发酵单元,用于进行废水的发酵,发酵过程中不断搅拌,发酵所产生的CO₂、沼气导入气罐储存,供藻类生长所用;所产沼液或叫培养液导入培养液循环单元,培养液循环单元经过气泵加压,将培养液通过连通器压入到微藻培养室,浸没微藻所附着的滤布;之后,气泵对培养液循环室供气关闭,培养液循环室中气阀打开,微藻培养室中的培养液由于重力作用,缓慢流入循环室中,完成一次潮汐过程,如此循环往复,模拟潮汐,实现微藻的附着式培养。

[0017] 优选的,所述废水发酵单元和培养液循环单元为一体式结构,且废水发酵单元位于培养液循环单元上方,且微藻培养单元水平高度高于培养液循环单元,废水发酵单元和培养液循环单元框体结构为混凝土结构。这样本装置可以满足各种规模及建设需要。

[0018] 优选的,所述废水发酵单元包括废水发酵罐,废水发酵罐内设有搅拌机;所述培养液循环单元包括培养液循环罐,培养液循环罐的内腔构成所述培养液循环室;所述微藻培养单元包括微藻培养罐,微藻培养罐的内腔构成所述微藻培养室;所述废水发酵罐连接安装在培养液循环罐顶端;所述废水发酵罐与培养液循环罐之间设有导液管;所述微藻培养罐水平高度高于所述培养液循环罐,所述培养液循环罐底部与微藻培养罐底部之间通过连通器连通。

[0019] 上述废水发酵罐、培养液循环罐的材料为遮光材料,可为PVC、遮光塑料、铝合金、不锈钢等。废水发酵罐中发酵前期为更好的匀质发酵,搅拌桨匀速缓慢搅拌,后期停止搅拌静置,发酵后所产沼渣沉淀至废水发酵罐底部,发酵所产气体导入气罐中备用,供藻类生长所用,所产沼液导入培养液循环罐供微藻生长。

[0020] 优选的,所述废水发酵罐上设有过滤系统,所述过滤系统包括导渣管、蠕动泵、沼渣收集槽和回流管,所述导渣管一端位于废水发酵罐内底部,另一端位于废水发酵罐外侧并连接蠕动泵;所述沼渣收集槽内设有过滤装置,沼渣收集槽一端连接蠕动泵的出水口,另一端通过回流管连通废水发酵罐的进液口。发酵所产沼渣经过沉淀,于废水发酵罐底部经过蠕动泵排除,排出的沼渣经过滤装置过滤,所得滤液通过回流管自流进入进液口,沼渣回收做生物肥原料。

[0021] 优选的,还包括导热棒,所述导热棒一端位于废水发酵罐内的底部,另一端位于培养液循环罐内。发酵所产热能经过导热材料导入至循环室中的培养液中,供微藻生长。

[0022] 优选的,所述导热棒由导热材料铜、铝、硅胶片、石墨烯或蜂窝孔型石墨一种或几种组合制成。

[0023] 优选的,所述废水发酵罐下端部呈锥型设置并嵌入在培养液循环罐顶部;所述导液管位于废水发酵罐一端高于所述废水发酵罐的锥型下端部,其另一端位于培养液循环罐内中部;所述导液管内设有过滤装置,过滤装置内由上至下依次为细格栅、海绵、活性炭、海绵和细格栅。过滤装置也可由细格栅、海绵、聚乙烯滤膜、活性炭等具有孔隙结构的膜结构或吸附材料的组合。废水发酵罐所产沼液经过导液管内过滤装置,通过导液管导入循环室供微藻生长,过滤装置可以过滤沼液中的悬浮颗粒及杂质,得到较好的培养液。

[0024] 优选的,所述连通器位于培养液循环罐的一端高于其底部,所述培养液循环罐底部设有出水口。培养液循环罐底部会沉积微藻残渣,连通器位于培养液循环罐的一端高于其底部可以避免微藻残渣循环,影响微藻培养罐中微藻生长。

[0025] 优选的,所述气泵通过进气管与培养液循环罐顶部连通,气泵通过导气管与废水发酵罐顶部连通,气泵通过出气管与微藻培养罐底部连通;所述培养液循环罐顶部设有气阀。发酵所产生的CO₂等气体先被收集至气罐中,再由气泵导入到微藻培养室中;其中,发酵所产生的气体主要成分为CO₂和甲烷,经微藻吸收完CO₂后,剩下的气体经排气口排出。

[0026] 优选的,所述微藻培养罐内设有沿其中心轴线设置的微藻培养轴架和设置在微藻培养轴架上的滤布,所述微藻培养轴架底端通过支架安装在微藻培养罐内底部,并与微藻培养罐内底部形成间隙;所述连通器与微藻培养罐连接一端位于微藻培养轴架底端下方,且其内放置可漂浮的空心活塞;所述微藻培养轴架沿其中心轴线设有玻璃真空管,玻璃真空管内设有日光灯,玻璃真空管与日光灯之间间隔设置用于遮光的铝合金铁皮。

[0027] 由于采用上述技术方案,本发明具有以下有益效果:

[0028] 1. 本发明可分为三部分,在废水发酵单元进行废水发酵,获得二氧化碳和甲烷气体通过导气管储存于气罐中给微藻提供碳源,发酵液用作藻类生长的培养基,发酵所产沼渣通过蠕动泵排除,经过过滤装置所得滤液经回流管回流至进液口,沼渣回收作为生物肥的原料,发酵所产的热量通过导热材料用于培养基的相对恒温加热,通过模拟潮汐实现微藻细胞的浸润与生长,将废水发酵与微藻培养与收集有机的结合在一起,净化废水的同时培养和收获具有高附加值生物活性物质的藻,并且吸收了CO₂释放出氧气,净化了空气,有效降低了微藻生长过程中的培养成本。

[0029] 2. 本发明在微藻培养室与培养液循环室之间设置了连通器,通过气泵加压和连通器效应实现培养基的潮汐式变化,剪切力比喷淋式要小很多,保证藻类的附着式生长;内置光源外侧遮光铝合金铁皮的环形设计,使藻类不断经过明区与暗区,增加了明暗比;可在室

外培养,白天利用太阳光,晚上可利用内置光源和发酵所产热量增温,实现全天式微藻培养,提高藻类的生长速率。

[0030] 3.本发明实现了在微藻培养时采用间歇补充和混合补充发酵液的方式,解决了发酵液中高浓度氨氮抑制微藻生长的难题,比一般用净水稀释的方法节约了大量的清洁用水。

附图说明

[0031] 图1是本发明整体结构示意图。

[0032] 图2是本发明微藻培养轴架结构示意图。

[0033] 图3是本发明多功能轴示意图。

[0034] 附图中,1-搅拌机、2-废水发酵罐、3-培养液循环罐、4-微藻培养罐、5-气阀、6-进液口、7-导渣管、8-蠕动泵、9-沼渣收集槽、10-过滤装置、11-回流管、12-导热棒、13-导液管、14-气罐、15-气泵、16-进气管、17-出水口、18-连通器、19-出气管、20-微藻培养轴架、21-大轴架、22-大轴承、23-带孔刮刀、24-滤布、25-弹性螺旋钢片、26-小轴架、27-小轴承、28-集藻槽、29-铝合金铁皮、30-日光灯、31-支架、32-空心活塞、34-导气管、35-多功能轴、36-玻璃真空管。

具体实施方式

[0035] 本发明公开了一种新型潮汐式光生物反应器,包括

[0036] 废水发酵单元,对收集在其内部容腔中的废水进行搅拌发酵,得到微藻培养液;

[0037] 培养液循环单元,包括培养液循环室,将所述培养液收集在其密闭式培养液循环室中;

[0038] 微藻培养单元,包括微藻培养室,所述微藻培养室底面水平高度不低于培养液循环室顶部水平高度,其内设有若干间隔布置的滤布24;所述微藻培养室的底部与培养液循环室的底部之间设有连通器18;以及

[0039] 集气单元,包括气泵15和气罐14,所述气罐14通过气泵15收集废水发酵单元中废水发酵过程产生的混合气体并进行存储;所述气泵15分别连通微藻培养室及微藻培养室的顶部,所述气罐14连通微藻培养室底部;

[0040] 其中,所述培养液循环单元通过集气单元的气泵15加压将其内培养液经过连通器18送入到微藻培养单元,所述气泵15工作停止;同时集气单元的气罐14将收集的混合气体送入微藻培养单元,微藻培养单元中培养液通过自重经连通器18回流养液循环单元,如此循环若干周期。

[0041] 上述装置中,废水发酵单元,用于进行废水的发酵,发酵过程中不断搅拌,发酵所产生的CO₂、沼气导入气罐14储存,供藻类生长所用;所产沼液或叫培养液导入培养液循环单元,培养液循环单元经过气泵15加压,将培养液通过连通器18压入到微藻培养室,浸没微藻所附着的滤布24;之后,气泵15对培养液循环室供气关闭,培养液循环室中气阀5打开,微藻培养室中的培养液由于重力作用,缓慢流入循环室中,完成一次潮汐过程,如此循环往复,模拟潮汐,实现微藻的附着式培养。

[0042] 以下结合附图对发明的具体实施进一步说明。

[0043] 如图1-3所示,废水发酵单元和培养液循环单元为一体式结构。废水发酵单元包括废水发酵罐2,废水发酵罐2内设有搅拌机1。培养液循环单元包括培养液循环罐3,培养液循环罐3的内腔构成培养液循环室。微藻培养单元包括微藻培养罐4,微藻培养罐4的内腔构成微藻培养室。废水发酵罐2连接安装在培养液循环罐3顶端;废水发酵罐2与培养液循环罐3之间设有导液管13。微藻培养罐4水平高度高于培养液循环罐3,培养液循环罐3底部与微藻培养罐4底部之间通过连通器18连通。上述废水发酵罐2、培养液循环罐3的材料为不锈钢遮光材料,当然也可为PVC、遮光塑料、铝合金等。废水发酵罐2下端部呈锥型设置并嵌入在培养液循环罐3顶部;导液管13位于废水发酵罐2一端高于废水发酵罐2的锥型下端部,其另一端位于培养液循环罐3内中部。导液管13内设有过滤装置10,过滤装置10内由上至下依次为细格栅、海绵、活性炭、海绵和细格栅。过滤装置10也可为细格栅、海绵、聚乙烯滤膜、活性炭等具有孔隙结构的膜结构或吸附材料的组合。废水发酵罐2所产沼液经过导液管13内过滤装置10,通过导液管13导入循环室供微藻生长,过滤装置10可以过滤沼液中的悬浮颗粒及杂质,得到较好的培养液。气泵15通过进气管16与培养液循环罐3顶部连通,气泵15通过导气管34与废水发酵罐2顶部连通,气泵15通过出气管19与微藻培养罐4底部连通;培养液循环罐3顶部设有气阀5。发酵所产生的CO₂等气体先被收集至气罐14中,再由气泵15导入到微藻培养室中;其中,发酵所产生的气体主要成分为CO₂和甲烷,经微藻吸收完CO₂后,剩下的气体经排气口排出。其中,废水发酵罐2与培养液循环罐3内腔体积比可为1:3,也可以在1:1-1:5中按需求选择。

[0044] 废水发酵罐2上设有过滤系统,过滤系统包括导渣管7、蠕动泵8、沼渣收集槽9和回流管11,导渣管7一端位于废水发酵罐2内底部,另一端位于废水发酵罐2外侧并连接蠕动泵8;沼渣收集槽9内设有过滤装置10,沼渣收集槽9一端连接蠕动泵8的出水口17,另一端通过回流管11连通废水发酵罐2的进液口6。发酵所产沼渣经过沉淀,于废水发酵罐2底部经过蠕动泵8排除,排出的沼渣经过滤装置10过滤,所得滤液通过回流管11自流进入进液口6,沼渣回收做生物肥原料。

[0045] 还包括导热棒12,导热棒12一端位于废水发酵罐2内的底部,另一端位于培养液循环罐3内。导热棒12为铜,也可以由导热材料铜、铝、硅胶片、石墨烯或蜂窝孔型石墨一种或几种组合制成。发酵所产热能经过导热材料导入至循环室中的培养液中,供微藻生长。

[0046] 这里,微藻培养罐4内设有沿其中心轴线设置的微藻培养轴架20和设置在微藻培养轴架20上的滤布24,微藻培养轴架20底端通过支架31安装在微藻培养罐4内底部,并与微藻培养罐4内底部形成间隙。连通器18与微藻培养罐4连接一端位于微藻培养轴架20底端下方,且其内放置可漂浮的空心活塞32。微藻培养轴架20沿其中心轴线设有玻璃真空管,玻璃真空管内设有日光灯30,玻璃真空管与日光灯30之间间隔设置用于遮光的铝合金铁皮29。

[0047] 连通器18位于培养液循环罐3的一端高于其底部,培养液循环罐3底部设有出水口17。培养液循环罐3底部会沉积微藻残渣,连通器18位于培养液循环罐3的一端高于其底部可以避免微藻残渣循环,影响微藻培养罐4中微藻生长。

[0048] 本发明利用废水废水发酵培养微藻的工作过程为:

[0049] 首先,废水通过进液口6流入废水发酵罐2中发酵,发酵前期搅拌机1按顺时针以一定速度缓慢搅拌,匀质发酵液,加速发酵进程,发酵后期搅拌机1停止搅拌,进行沉淀,发酵所产CO₂等气体通过导气管34导入气罐14中储存,供微藻生长使用。发酵所产沼渣经过沉淀

至形废水发酵罐2底部,由蠕动泵5经导渣管7抽出,进入沼渣收集槽9,再经过其中的过滤装置10过滤所产生的沼液经过回流管11自流进入进液口6,防止抽出沼渣中含有的少量沼液污染环境,沼渣回收作为生物肥的原料。培养液循环罐3中气阀5打开,发酵所产沼液经过含过滤装置10的导液管13流入培养液循环罐3中,供潮汐式微藻培养系统利用。发酵所产热量经导热材料12导入到培养液循环罐3的沼液培养基中,一次发酵过程结束,紧接着进行下一次发酵,如此循环往复。

[0050] 沼液(或叫培养液)进入培养液循环罐3后,培养液循环罐3气阀5关闭,微藻培养室的气阀5打开,气泵15开始工作加压,将空气通过进气管16导入至培养液循环罐3的上端,给体系加压,将培养基通过连通器18压入到微藻培养罐4中。当培养液循环罐3中的培养液全部压入到微藻培养罐4中后,气泵15上的气阀打开,气泵15中的压力维持不变,气泵15停止工作,节省能量;培养液循环罐3的气阀5打开排气减压,微藻培养罐4中的培养液由于重力会经过连通器18缓慢流入培养液循环罐3中,当微藻培养罐4的培养液缓慢流出后,完成一次完整的潮汐式循环;之后培养液循环罐3气阀5关闭,气泵15上的气阀打开,继续加压,重复上述过程,实现微藻的潮汐式培养。

[0051] 沼液培养液在经过连通器18缓缓压入微藻培养罐4后,空心活塞32被水压顶起并随着液面的上升而上升,微藻培养罐4开始进液,培养液的液面通过三角支架31的空隙上升,上升的液面逐步浸没位于微藻培养轴架20上的滤布24,供附着在滤布24上的微藻生长。外侧由大轴承22组成的大轴架21作为驱动轴架,通过电机驱动旋转,并通过外侧弹性螺旋钢片25带动滤布24,进而带动内部由小轴承27组成的小轴架26转动,使微藻培养罐4在外界太阳光为光源或内部光源照射情况下受光均匀,促进微藻的生长。之后,在微藻培养罐4的液面逐渐降低过程中,在支架31内部的空心活塞32会随液面的下降而逐渐下降,最后封口,避免气罐14中所鼓入含CO₂的沼气通过连通器18进入培养液循环罐3。整个潮汐式循环过程中,气罐14中收集的含CO₂的沼气持续从出气管19进入微藻培养罐4,为微藻生长提供碳源。

[0052] 在潮汐式培养方式循环若干周期后,微藻培养罐4中的培养液全部回流至培养液循环罐3,培养液循环罐3中气泵上的气阀5持续关闭,小轴架26开始制动并缓慢停止转动,正下方的圆环型的带盖集藻槽28的盖子同步打开,滤布24经过小轴架26制动所产生的拉伸作用将弹性螺旋钢片25的拉出,滤布24通过带孔刮刀23的空隙被缓慢拉入并旋转包裹到内侧小轴架26上,而经过带孔刮刀23空隙的滤布24两侧生长到一定厚度微藻被空隙上的双面刮刀刮下,刮下的微藻由于重力作用落入正下方的圆环型的带盖集藻槽28内,并通过微藻培养室底端的出藻口33收集,完成微藻的自动化采收。采收完成后,集藻槽28的盖子关闭,小轴承轴停止制动,在外侧的大轴承轴通过滤布驱动以及弹性螺旋钢片25收缩的牵引力作用下,小轴承轴加速转动,并将其外侧包裹的滤布24缓慢释放,直至两个轴架之间无角速度差,同步转动,滤布24回到原来的位置继续进行下一步潮汐式微藻培养,完成微藻收获。此时,培养液循环罐3中气泵上的气阀5持续打开,气泵开始加压,潮汐式系统继续循环工作。

[0053] 整个潮汐式微藻培养系统工作到发酵废水的水质达到出水标准后,培养液循环罐3侧壁底端的出水口17打开,持续出水直至系统中水质达标的发酵液全部流出后,废水发酵室中的导液管13将发酵完成的发酵液导入到培养液循环罐3中,潮汐式微藻培养系统继续循环工作,进行下一阶段微藻培养。

[0054] 在微藻培养过程中,最适宜生长的温度为30-35℃,在夏季外界光照和温度较高

时,一方面可以通过潮汐式液体循环的特点,在微藻培养罐4液面上升时排除部分空气,增加表面蒸发,同时由于潮汐式液体循环,在液面降低后,处于半干条件下的较高表面积滤布上浸染了大量的水分,在光照条件下大量蒸发排除气阀5,增加了气流运动,带走大量的热,为微藻的培养降温;另一方面培养液在进入培养液循环罐3后,由于培养液循环罐3外周采用遮光材料,一定程度上避免了阳光的直接照射,温度相对稳定,并且,培养液中多余的热量也会通过培养液循环罐3中的导热装置将热量导入至发酵室中,促进发酵室中前期发酵的顺利进行;在较强的外部光照条件下,由于滤布的弱透光或不透光性,在旋转的过程中对强光进行了稀释,减少了直射情况对微藻生长造成的光抑制现象。

[0055] 在秋冬季弱光、无光和低温条件下,内置光源工作,独特的偏折型的滤布设置增加了弱光条件下的光线直射的面积,提高了光照强度;在温度较低条件下,培养液在流入培养液循环罐3时,发酵室中发酵所产热能会通过导热材料12将热量导入培养液中,并通过潮汐式培养系统的循环将培养液中的热量传导给滤布上的微藻细胞中,为微藻提供一个相对稳定的外部生长环境,加速微藻的生长与繁殖。

[0056] 在本说明书的描述中,具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0057] 上述说明是针对本发明较佳可行实施例的详细说明,但实施例并非用以限定本发明的专利申请范围,凡本发明所提示的技术精神下所完成的同等变化或修饰变更,均应属于本发明所涵盖专利范围。

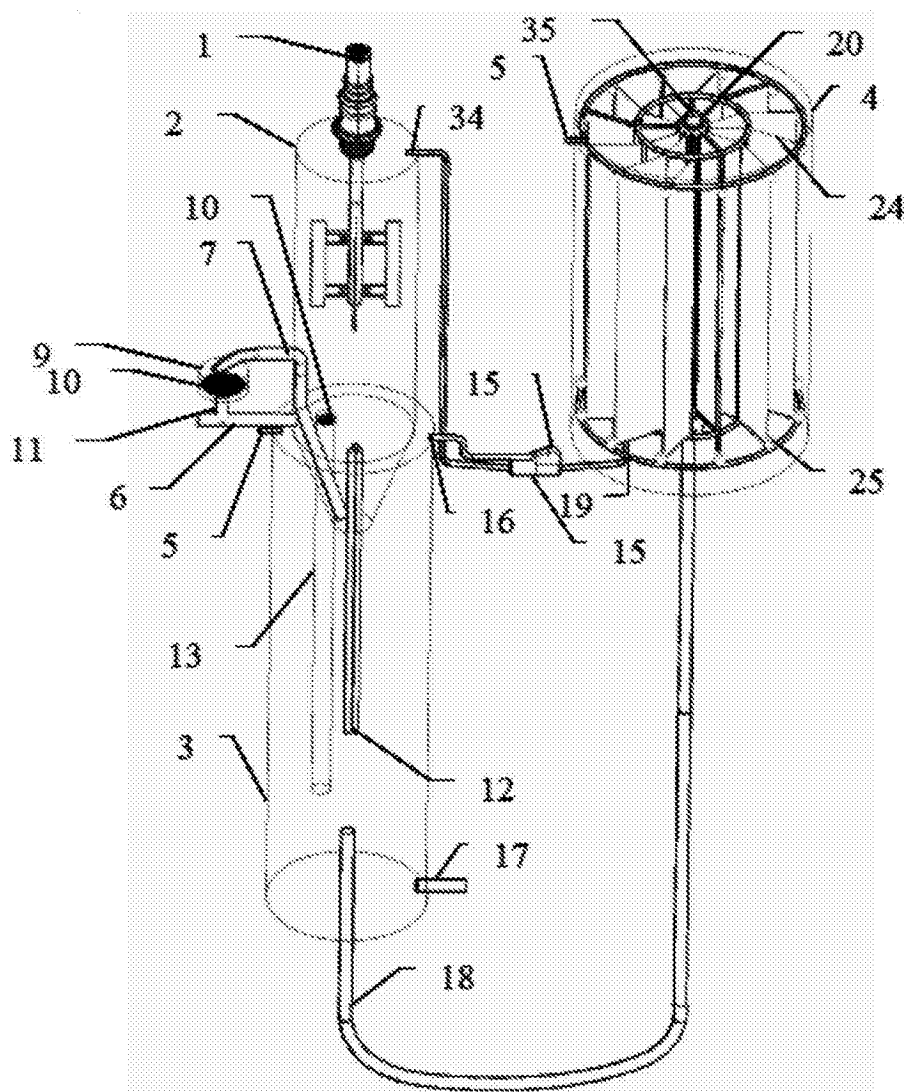


图1

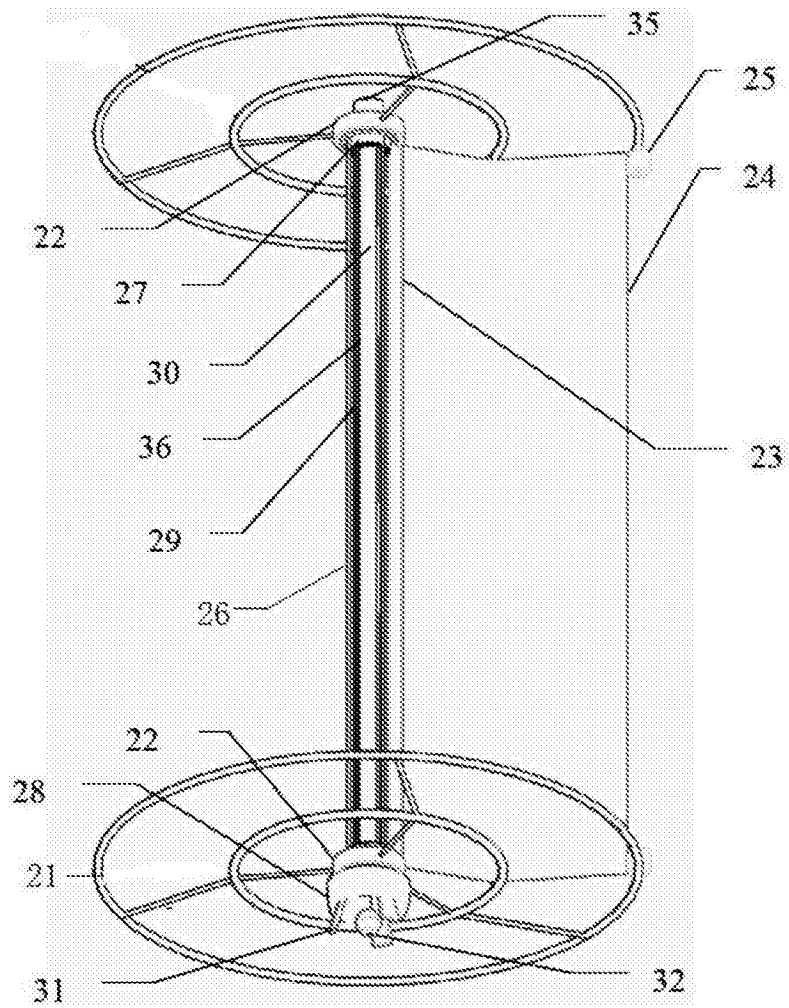


图2

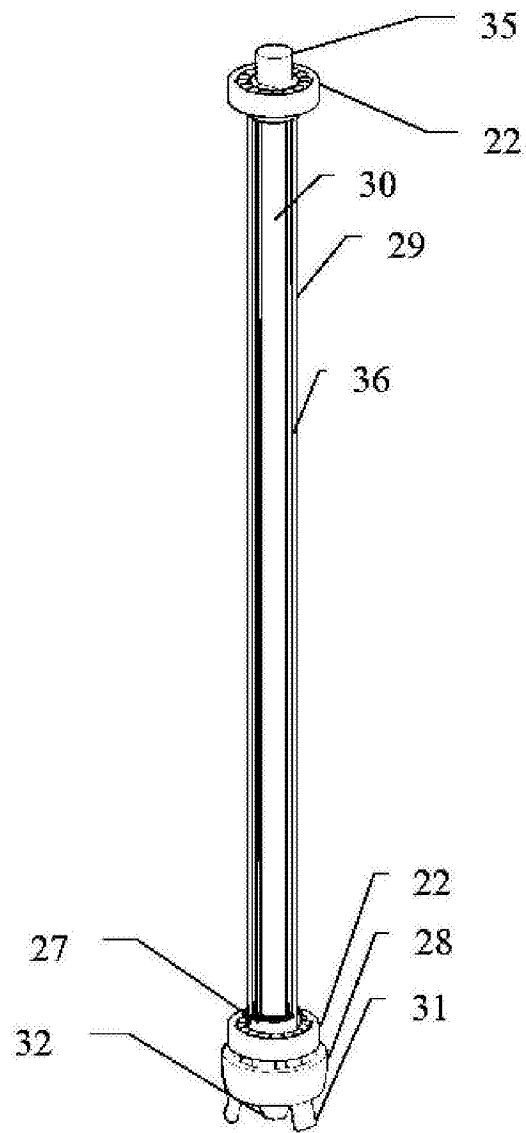


图3