



(10) 授权公告号 CN 109576129 B

(45) 授权公告日 2022.09.20

(21) 申请号 201811136835.4

(22) 申请日 2018.09.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109576129 A

(43) 申请公布日 2019.04.05

(30) 优先权数据

10-2017-0126877 2017.09.29 KR

10-2018-0094946 2018.08.14 KR

(73) 专利权人 高丽大学校产学协力团
地址 韩国首尔市城北区安岩路145高丽大
学校(安岩洞五街)

(72) 发明人 沈相俊 范黄明 俞炳先 李祯燮
成咏俊

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理
有限公司 11205

专利代理师 杨贝贝 臧建明

(51) Int.Cl.

C12M 1/00 (2006.01)

C12M 1/04 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2009130706 A1, 2009.05.21

CN 105733924 A, 2016.07.06

US 2014263090 A1, 2014.09.18

US 2013309762 A1, 2013.11.21

审查员 陈云华

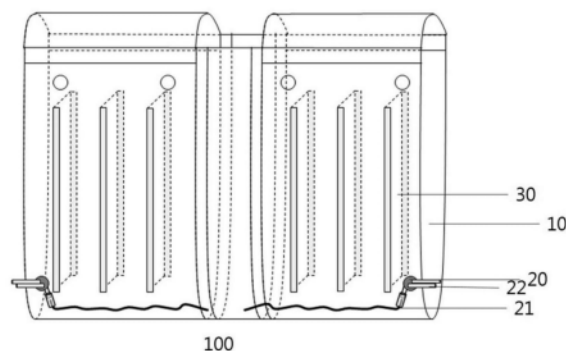
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

光合生物反应器和制造光合生物反应器的
方法

(57) 摘要

本发明涉及一种大规模光合生物反应器和其制造方法,且更确切地说,涉及一种其中包含挡板的透明光生物反应器通过粘附元件并联或串联连接以使得反应器体积可易于按比例放大以用于按比例放大培养光合生物的大规模光合生物反应器,以及涉及其制造方法。根据本发明的大规模光合生物反应器使得有可能在相同区域中培养比常规光生物反应器更大量的微藻。另外,其具有高透光率,由于平滑混合而每单位面积产生大量生物质,且具有显著的减少二氧化碳的效果。此外,本发明的优点在于培养相同规模的光合生物所需的光合生物反应器的数量明显少于培养光合生物的常规方法中所需的数量,且由此可减少操作成本。



1. 一种大规模光合生物反应器,包括多个光合生物反应器单元,其中每个光合生物反应器单元通过粘附单元串联或并联连接,所述光合生物反应器单元包括:

培养容器,其中发生光合生物的光合成;

多用途入口/出口单元,形成于所述培养容器的外下端处;

外管,设置在所述培养容器外部且连接到所述多用途入口/出口单元;

内管,设置在所述培养容器内部且连接到所述多用途入口/出口单元;以及

五或六个挡板,设置在所述培养容器中,

其中所述挡板具有形成于其表面上的一个到五个通道孔,以及所述培养容器由透明膜制成,

其中所述光合生物反应器单元的高度为20厘米到500厘米,所述光合生物反应器单元的水平长度为3厘米到1500厘米,所述光合生物反应器单元的侧向长度为2厘米到50厘米,且

所述挡板的高度为15厘米到400厘米,且所述挡板的水平长度为10厘米到20厘米。

2. 根据权利要求1所述的大规模光合生物反应器,其中用于安装所述大规模光合生物反应器的安装部件形成于所述培养容器上方。

3. 根据权利要求1所述的大规模光合生物反应器,其中所述透明膜各自独立地选自以下组成的群组:低密度聚乙烯膜、由聚对苯二甲酸亚乙酯与浇铸聚丙烯的混合物形成的膜、聚缩醛膜、聚碳酸酯膜、聚酯砜膜、聚乙烯膜、聚氯乙烯膜、聚对苯二甲酸亚乙酯膜、聚丙烯膜、聚苯醚膜以及由低密度聚乙烯、聚对苯二甲酸亚乙酯以及尼龙8的混合物形成的膜。

4. 根据权利要求1所述的大规模光合生物反应器,其中所述多用途入口/出口单元与管连接以用于执行选自以下组成的群组的功能:引入光合生物以及培养基、引入含二氧化碳的气体、提取样品以及释放气体。

5. 根据权利要求1所述的大规模光合生物反应器,其中所述内管为用于引入含二氧化碳的气体的四通鼓泡器。

6. 根据权利要求1所述的大规模光合生物反应器,其中所述挡板的两个侧端由聚乙烯材料制成。

7. 根据权利要求1所述的大规模光合生物反应器,其中所述大规模光合生物反应器的两个下端在倾斜方向上热粘结。

8. 根据权利要求1所述的大规模光合生物反应器,其中所述大规模光合生物反应器被配置成用500升到1000升培养基培养光合微生物。

9. 根据权利要求1所述的大规模光合生物反应器,其中所述粘附单元为方形,其中所述粘附单元的长度为所述光合生物反应器单元的长度的两倍,以及所述粘附单元的水平长度为10厘米到20厘米,并且其中所述粘附单元由透明膜制成,而所述粘附单元的两个侧端由聚乙烯材料制成。

10. 根据权利要求1所述的大规模光合生物反应器,还包括安装在所述大规模光合生物反应器的下端处的辅助支架。

11. 一种用于制造大规模光合生物反应器的方法,包括以下步骤:

在培养容器的下端形成用于附接多用途入口/出口单元的孔;

将五或六个挡板附接到所述培养容器的内部;

将所述多用途入口/出口单元、内管以及外管安装在所述培养容器中；
通过粘附单元将个别的光合生物反应器连接到彼此；以及
通过支架支撑所述大规模光合生物反应器的顶部以及底部，以竖直形式布置所述大规模光合生物反应器，

其中所述光合生物反应器的高度为20厘米到500厘米，所述光合生物反应器的水平长度为3厘米到1500厘米，所述光合生物反应器的侧向长度为2厘米到50厘米，且

所述挡板的高度为15厘米到400厘米，且所述挡板的水平长度为10厘米到20厘米。

12. 根据权利要求11所述的用于制造大规模光合生物反应器的方法，其中所述挡板通过水性粘合剂牢固地固定到所述培养容器，以及随后通过热粘结连接到所述培养容器。

13. 根据权利要求11所述的用于制造大规模光合生物反应器的方法，其中所述个别的光合生物反应器的两侧通过热粘结与所述粘附单元连接。

14. 根据权利要求11所述的用于制造大规模光合生物反应器的方法，还包括将辅助支架安装在所述大规模光合生物反应器的下端处的步骤。

光合生物反应器和制造光合生物反应器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种大规模光合生物反应器和其制造方法,且更确切地说,涉及一种其中包括挡板的透明光生物反应器通过粘附元件并联或串联连接以使得可易于按比例放大反应器体积以用于按比例放大培养光合生物的大规模光合生物反应器,以及涉及其制造方法。

背景技术

[0002] 由于化石燃料的使用,由大量温室气体的排放所造成的全球变暖威胁包含人类的生物在地球上的存活。因此,全世界积极地实行用于减少二氧化碳的碳捕获和封存(carbon capture and sequestration;CCS)的发展。CCS技术为捕获从包含热电厂的各种碳排放源排放的高浓度和大量二氧化碳且随后将其注入地面或海床以将其与大气分离的方法。这种CCS技术具有在短时间段内减少大量二氧化碳的效果,但与稳定存储、位置选择和高安装成本相关的问题是阻碍在韩国实现大量CCS的障碍。因此,作为CCS技术的取代,碳捕获&利用(Carbon Capture&Utilization;CCU)技术正引起人们注意,所述技术出于工业目的而非存储目的而直接地利用二氧化碳,或将其转化成高附加值物质的,且韩国也尝试开发将二氧化碳转化成各种高附加值物质的方法。在这些方法中,使用微藻、光合微生物生物转化二氧化碳的方法作为一种经济的二氧化碳减少技术而受到关注,所述技术可减少二氧化碳且同时产生各种高附加值材料,包含生物燃料、生物塑料以及药剂。

[0003] 称为浮游植物(phytoplankton)的微藻为光合的水下单细胞生物,且由于具有减少温室气体的极高潜力并同时产生能量和工业材料的生物质资源而正吸引人们的注意,且预期扩大其在能源、化学以及环境领域中的未来用途的价值。

[0004] 首先,在能源领域中,微藻在所有生物柴油产生作物中具有最高的油产量。将大豆、油菜、向日葵、油棕以及类似物培育4个月到8个月,同时微藻每天生长几次,且由此可以每日为基础培育。另外,微藻每单位重量具有高脂肪含量,因此其每年油产量比大豆的每年油产量多100倍。另外,微藻生物资源,不受食物资源被用作能源的批评,且这些微藻可产生具有类似于石油柴油的性质的生物燃料。

[0005] 其次,在化学领域中,微藻具有能够产生各种有用物质的优点。这些微藻目前主要在食品领域中工业化,但未来将在生物化学和生物塑料领域中工业化。使用小球藻、螺旋藻以及衣藻(其为具有高蛋白含量的微藻)以及产生高附加值物质虾青素的红球藻、补充各种氨基酸、抗氧化物质以及脂肪酸的功能性保健食品已经商业化。

[0006] 第三,在环境领域中,微藻在使得能够如上文所描述减少二氧化碳方面受到最大的关注,且已在世界各地持续地进行相关研究。微藻可以等于生物质重量两倍的量吸收二氧化碳,且这种吸收效率比陆地植物的吸收效率高10 倍到50倍。另外,可在不考虑特定土壤或水质的情况下培育微藻。因此,相关公司逐渐试图使用微藻以用于二氧化碳减少和工厂废水纯化。

[0007] 本发明人研发由透明膜制成的光生物反应器,所述光生物反应器可实现有效培养

微藻的目的(韩国专利第10-1148194号)。然而,光生物反应器的缺点在于可培养的微藻的量极少。

[0008] 小规模微藻培育的局限性在于其无法处理从大规模工业工厂(火电厂、废热发电厂等)排放的大量二氧化碳。为了克服这种局限性,需要具有数吨到数百吨规模的微藻培养系统。在全球广泛使用的户外大量培养系统的情况下,构建钢筋混凝土结构以形成池型开放式培养设施,或利用使用钢化玻璃和丙烯酸 of 的封闭式光生物反应器。然而,这些微藻培养系统的缺陷在于随着培养尺寸增加,初始投入成本和维护成本用也显著增加。另外,由乙烯基材料制成的常规光生物反应器的缺点的缺点在于,由于结构限制,渗漏和断裂的风险随着反应器中的培养基体积的增加而增加。

[0009] 在此背景下,本发明人已付出大量努力来研发使得能够大规模培养光合微生物的光合生物反应器,且因此,已发现在通过最小化反应器的粘结区域且引入直线型鼓泡器、粘附元件、环状支撑结构以及挡板制造光合生物反应器时,反应器中的二氧化碳和光合生物可更加分散,且可防止由反应器形状中的形变造成的透光率的减小,由此完成本发明。

发明内容

[0010] 技术问题

[0011] 本发明的目的是提供可易于按比例放大体积以用于按比例放大培养光合生物的大规模光合生物反应器和其制造方法。

[0012] 技术解决方案

[0013] 为实现以上目标,本发明提供包括多个光合生物反应器单元的大规模光合生物反应器,所述多个光合生物反应器单元中的每一个通过粘附单元串联或并联连接,光合生物反应器单元包括:(a) 培养容器,其中发生光合生物的光合成;(b) 多用途入口/出口单元,形成于培养容器的外下端处;(c) 外管,设置在培养容器外部且连接到多用途入口/出口单元;(d) 内管,设置在培养容器内部且连接到多用途入口/出口单元;以及(e) 一个或多个挡板,设置在培养容器中,其中挡板具有形成于其表面上的一个到五个通道孔,且培养容器由透明膜制成。

[0014] 本发明还提供用于制造大规模光合生物反应器的方法,包括以下步骤:(a) 在培养容器的下端形成用于附接多用途入口/出口单元的孔;(b) 将一个或多个挡板附接到培养容器的内部;(c) 将多用途入口/出口单元、内管以及外管安装在培养容器中;(d) 通过粘附单元将个别的光合生物反应器连接到彼此;以及(e) 通过支架支撑反应器的顶部和底部,以竖直形式布置所述反应器。

[0015] 有利影响

[0016] 根据本发明的大规模光合生物反应器使得有可能在相同区域中培养比常规光生物反应器更大量的微藻。另外,其具有高透光率,由于平滑混合而每单位面积产生大量生物物质,且具有显著的减少二氧化碳的效果。此外,本发明的优点在于培养相同规模光合生物所需的光合生物反应器的数量明显少于培养光合生物的常规方法中所需的数量,由此减少制造反应器的时间花费且由此增加每单位面积空间利用率以改进包含租费成本的经济方面的效率。总之,可易于按比例放大体积以用于按比例放大培养光合生物的透明光合生物反应器的研发使得能够通过低成本、高效率微藻类生物物质生产来大量生产和出售药物、功能

食品、化妆品、饲料等等以及实现减少大量二氧化碳的目的。

附图说明

[0017] 图1A为用于按比例放大培养光合生物的大规模光合生物反应器的示意性透视图，且图1B为实际上制造的光合生物反应器的照片。

[0018] 图2为示出粘附元件粘结到每个单个反应器的示意性透视图，制造所述粘附元件以用于单个反应器之间的连接以用于按比例放大。

[0019] 图3为挡板的示意性透视图，在所述挡板中形成通道孔以用于在反应器中的管柱中将培养基有效的混合。

[0020] 图4为示出将挡板连接到反应器的示意性透视图，制造所述挡板以便将增加量的培养基注入到反应器中的管柱中。

[0021] 图5为示出使用硅将转接器固定到膜型反应器的示意图，具有气体注入和耦接于其上的取样管的橡胶塞可插入所述转接器中。

[0022] 图6为示出方法的示意图，在所述方法中，具有气体注入和耦接于其上的取样管的橡胶塞插入到转接器中，所述转接器固定到反应器，且转接器的边缘由硅覆盖以便渗漏。

[0023] 图7为示出将直线型鼓泡器连接到固定橡胶塞以便防止渗漏出现的方法的示意图。

[0024] 图8为示出将环状支架连接到反应器的上端以使得所述环状支架可悬挂在托架上的方法的示意性透视图，所述反应器包括挡板和粘附元件。

[0025] 图9示出被配置成使得托架的支架可更稳定的承受反应器的负载的结构的实际外观。

[0026] 图10为示出将支架设置在反应器的下端上以便提供稳定性的示意性透视图。

[0027] 图11示出水通过管实际上填充到反应器中。

[0028] 图12为示出填充到反应器中的水的量与反应器中的水的高度之间的关系图示。

[0029] 图13A为根据挡板的数量和通道孔的存在或缺失比较混合效率的图示，且图13B描述示出在各种时间点处观测微藻迁移的结果的照片。

[0030] 图14为比较由乙烯基制成的常规光生物反应器与所设计光生物反应器之间的普通小球藻(*Chlorella vulgaris*)生长程度(在所设计光生物反应器情况下，在250升与500升反应器之间进行比较，所述反应器具有5个或6个挡板或不具挡板)的图示。

[0031] 图15示出生产所设计光合生物反应器的每单位面积的生物质。

[0032] 图16为比较由乙烯基制成的常规光生物反应器与所设计光生物反应器(对照:由乙烯基制成的常规光生物反应器;以及新PBR:所设计光生物反应器)之间的普通小球藻生长程度的图示。

[0033] 图17为包括叶轮的锚型挡板的示意图。

[0034] 附图标号说明

[0035] 10:培养容器;

[0036] 20:多用途入口/出口单元;

[0037] 21:内管;

[0038] 22:外管;

- [0039] 30:挡板
- [0040] 31:通道孔;
- [0041] 32:部分;
- [0042] 40:粘附元件;
- [0043] 50:固定/连接元件;
- [0044] 51:适配螺母;
- [0045] 60:孔;
- [0046] 70:环状支架;
- [0047] 80:支架杆;
- [0048] 90:支架;
- [0049] 100:光合生物反应器。

具体实施方式

[0050] 用于实施本发明的最佳模式

[0051] 虽然本发明可以不同方式修改且呈现各种替代形式,但是其特定实施例在附图中示出且将作为实例在下文中详细描述。然而,应理解,不打算将本发明限于所公开的特定形式,而相反地,本发明将覆盖属于所附权利要求的精神和范围内的所有修改、等效物及替代例。

[0052] 应理解,尽管术语“第一”、“第二”、“A”、“B”等可在本文中用于描述本发明的各种元件,这些元件不应受这些术语限制。术语仅用于将一个元件与另一个区分开来。举例来说,在不脱离本发明的范围的情况下,可将第一元件称为第二元件,且类似地,可将第二元件称为第一元件。如本文中所使用,术语“和/或”包含相关联的所列项中的一个或多个的任何以及所有组合。

[0053] 如本文中所使用,除非上下文另作明确指示,否则单数形式“一(a/an)”和“所述”意图也包含复数形式。应进一步理解,术语“包括(comprise/comprising)”和/或“包含(include/including)”在本文中使用,指明陈述的特性、数目、步骤、操作、元件、组件和/或其组合的存在,但不排除一个或多个其它特性、数目、步骤、操作、元件、组件和/或其组合的存在或添加。

[0054] 在开始详细解释附图之前,仅根据主要由组件执行或常规地根据相关技术领域的常识实施的功能来辨认将在说明书中描述的组件。也就是说,后续将描述的两种或多于两种组件可集成到单一组件中。此外,后续将描述的单一组件可分离成两种或多于两种组件。此外,除其主要功能外,将描述的每个组件可另外执行由另一组件执行的功能中的一些或全部。将描述的每个组件的主要功能中的一些或全部可由另一组件实施。

[0055] 又,在方法或操作方法的执行中,除非上下文清楚地指示特定顺序,否则构成方法的步骤可与指定顺序不同地执行。也就是说,可以与指定相同的顺序执行、可基本上同时执行或可以反向顺序执行步骤。

[0056] 在本发明中,检测在可易于按比例放大体积以用于按比例放大培养光合生物的大规模光合生物反应器中的大规模培养效率。

[0057] 在本发明中,在包括由透明膜和挡板制成的培养容器的光合生物反应器中和对照

物中培养微藻,且因此,可以看出,在所设计光合生物反应器中,培养大量微藻在相同区域中顺利实现,且生物质产量也高。

[0058] 换句话说,在本发明的一个实例中,制造光合生物反应器,所述光合生物反应器中的每一个包含培养容器,所述培养容器由低密度聚乙烯(LDPE)膜、聚对苯二甲酸亚乙酯(PET)及尼龙8的混合物形成的膜制成。随后,通过粘附元件将生物反应器彼此连接,由此制造大规模光合生物反应器,且在其中培养微藻普通小球藻。因此,可以看出,培养容器具有高透光率且可实现按比例放大培养。

[0059] 因此,在一个方面中,本发明涉及光合生物反应器,包括:(a)培养容器,其中发生光合生物的光合成;(b)多用途入口/出口单元,形成于培养容器的外下端处;(c)外管,设置在培养容器外部且连接到多用途入口/出口单元;(d)内管,设置在培养容器内部且连接到多用途入口/出口单元;以及(e)一个或多个挡板,设置在培养容器中,其中培养容器由透明膜制成。

[0060] 在下文中,将详细描述根据本发明的光合生物反应器。

[0061] 图1A为示出根据本发明的一个实施例的光合生物反应器100的结构示意性透视图。

[0062] 如图1A中所示出,培养容器10由透明膜制成。可使用透明膜但并不特定受限制,只要其为透明的以有助于光合生物的生长且透光率高即可。透明膜的实例可包含:低密度聚乙烯(low-density polyethylene;LDPE)膜,由聚对苯二甲酸亚乙酯(PET)与浇铸聚丙烯的混合物(PET+CPP)形成的膜,聚缩醛(POM)膜,聚碳酸酯(PC)膜,聚酯砜(PES)膜,聚乙烯(PE)膜,聚氯乙烯(PVC)膜,聚对苯二甲酸亚乙酯(PET)膜,聚丙烯(PP)膜,聚苯醚(PPO=PPE)膜以及由低密度聚乙烯、聚对苯二甲酸亚乙酯以及尼龙8的混合物形成的膜。透明膜具有轻量、透明以及机械强度高同时具有等效于玻璃、丙烯酸等等的透光率的优点,所述玻璃、丙烯酸等等广泛用作光合生物反应器的培养容器的材料。

[0063] 构成根据本发明的光合生物反应器的培养容器10,在将介质注入其中时,其具有盘型和气泡柱型。因为培养容器具有盘型,所以传输光的反应器内部的距离缩短,且由此透光率高。

[0064] 将注入培养容器10中的光合微生物粗略地分类成微藻、蓝藻细菌和光合细菌。

[0065] 如本文中所使用,术语“微藻”是指使用光合色素光合作用的单细胞(single-celled/unicellular)真核微生物。

[0066] 微藻的实例包含蓝细菌(*Anacystis nidulans*)、纤维藻属(*Ankistrodesmus* sp.)、长耳盒形藻(*Biddulphia aurita*)、布朗葡萄藻(*Botryococcus braunii*)、角毛藻属(*Chaetoceros* sp.)、衣藻(*Chlamydomonas applanata*)、莱茵衣藻(*Chlamydomonas reinhardtii*)、小球藻属(*Chlorella* sp.)、椭圆小球藻(*Chlorella ellipsoidea*)、浮水小球藻(*Chlorella emersonii*)、原始小球藻(*Chlorella protothecoides*)、蛋白核小球藻(*Chlorella pyrenoidosa*)、富油小球藻(*Chlorella sorokiniana*)、普通小球藻、微小小球藻(*Chlorella minutissima*)、沿海绿球藻(*Chlorococcus littorale*)、隐秘小环藻(*Cyclotella cryptica*)、巴氏杜氏藻(*Dunaliella bardawil*)、杜氏盐藻(*Dunaliella salina*)、盐生杜氏藻(*Dunaliella tertiolecta*)、杜氏藻(*Dunaliella primolecta*)、裸甲藻(*Gymnodinium* sp.)、卡氏膜球藻(*Hymenomonas carterae*)、球等边金藻(*Isochrysis*

galbana)、等边金藻属(*Isochrysis* sp.)、铜绿微囊藻(*Microcystis aeruginosa*)、细小微单胞藻(*Micromonas pusilla*)、蒜头藻(*Monodus subterraneus*)、微绿球藻属(*Nannochloris* sp.)、微拟球藻属(*Nannochloropsis* sp.)、极微小微拟球藻(*Nannochloropsis atomus*)、微拟球盐藻(*Nannochloropsis salina*)、舟形藻(*Navicula pelliculosa*)、菱形藻属(菱形藻属sp.)、新月菱形藻(*Nitzschia closterium*)、谷皮菱形藻(*Nitzschia palea*)、多形卵囊藻(*Oocystis polymorpha*)、Ourococcus属、红色颤藻(*Oscillatoria rubescens*)、巴夫藻(*Pavlova lutheri*)、三角褐指藻(*Phaeodactylum tricornutum*)、密球藻(*Pycnococcus provasolii*)、科达塔胞藻(*Pyramimonas cordata*)、螺旋藻(*Spirulina platensis*)、极小冠盘藻(*Stephanodiscus minutulus*)、裂丝藻属(*Stichococcus* sp.)、针杆藻(*Synedra ulna*)、对斜生栅藻(*Scenedesmus obliquus*)、纤细月牙藻(*Selenastrum gracile*)、骨藻(*Skeletonoma costatum*)、周氏扁藻(*Tetraselmis chui*)、星斑扁藻(*Tetraselmis maculata*)、扁藻属(*Tetraselmis* sp.)、司西扁藻(*Tetraselmis suecica*)、假单胞海链藻(*Thalassiosira pseudomona*)等等。在本发明中,可使用一个或多个选自上文所列举的组的此类微藻。

[0067] 如本文中所使用,术语“蓝藻细菌”是指使用原核生物中的叶绿素光合作用的细菌。

[0068] 蓝藻细菌的实例包含鱼腥藻属(*Anabaena* sp.)、眉藻属(*Calothrix* sp.)、刚毛藻属(*Chaemisiphon* sp.)、拟色球藻属(*Chroococcidiopsis* sp.)、蓝丝菌属(*Cyanothece* sp.)、筒孢藻属(*Cylindrospermum* sp.)、小果皮蓝细菌属(*Dermocarpella* sp.)、费氏藻属(*Fischerella* sp.)、粘球藻属(*Gloeocapsa* sp.)、粘囊藻属(*Myxosarcina* sp.)、念珠藻属(*Nostoc* sp.)、颤藻属(*Oscillatoria* sp.)、皮状席藻(*Phormidium corium*)、宽球藻属(*Pleurocapsa* sp.)、原绿球藻属(*Prochlorococcus* sp.)、假鱼腥藻属(*Pseudanabaena* sp.)、聚球藻属(*Synechococcus* sp.)、集胞藻属(*Synechocystis* sp.)、单歧藻属(*Tolypothrix* sp.)、异球藻属(*Phormidium* sp.)等等。在本发明中,可使用一个或多个选自上文所列举的组的此类蓝藻细菌。

[0069] 如本文中所使用,术语“光合细菌”是指使用光能执行二氧化碳同化的细菌。

[0070] 光合细菌的实例包含世纪红菱菌(*Rhodocista centenaria*)、楚氏红螺细菌(*Rhodospira trueperi*)、黄褐红螺菌(*Rhodospirillum fulvum*)、莫氏红螺菌(*Rhodospirillum molischianum*)、度光红螺菌(*Rhodospirillum photometricum*)、深红红螺菌(*Rhodospirillum rubrum*)、需盐红螺菌(*Rhodospirillum salexigens*)、盐场红螺菌(*Rhodospirillum salinarutn*)、好盐红螺菌(*Rhodospirillum sodomense*)、*Rhodospirillum mediosalinum*、红假单胞菌属(*Rhodopseudomonas* sp.)、*Rhodopseudomonas acidophila*、荚膜红假单胞菌(*Rhodopseudomonas capsulatus*)、沼泽红假单胞菌(*Rhodopseudomonas palustris*)、球形红假单胞菌(*Rhodopseudomonas sphaeroides*)、荚膜红细菌(*Rhodobacter capsulatus*)、类球红细菌(*Rhodobacter sphaeroides*)等等。在本发明中,可使用一个或多个选自上文所列举的组的此类光合细菌。

[0071] 这些光合细菌具有菌叶绿素而非叶绿素,且由此其可通过使用二氧化碳作为材料来光合成而生长。

[0072] 图3为示出根据本发明的一个实施例的挡板的示意图。如图3中所示出,本发明的

挡板可具有形成于其纵向中心处的大量通道孔31,且可用于部分分隔培养容器10的内部以增加培养体积。在反应器不具挡板的情况下,出现五个热粘结表面(其中管柱总数为6),但在反应器具具有挡板的情况下,出现10个热粘结表面,使得体积容量增加。此外,粘结到培养容器的本发明的挡板的部分32可由聚乙烯制成,以便易于实现将其热粘结到培养容器。

[0073] 挡板可如培养容器具有盘型,但不限于此。举例来说,如图17中所示出,挡板可为锚型挡板,包括另外安装到其后端的叶轮。

[0074] 锚型挡板的叶轮可将从鼓泡器释放的空气分片,以增大空气表面积和由此提高空气传递效率,由此提高培养效率。

[0075] 如图1A与图1B中所示出,培养容器10的内部空间,因为其预定部分由粘结到培养容器的前侧和后侧的内侧的挡板30分割,所以将所述内部空间部分分割。因为培养容器10由透明膜制成,所以在将挡板30粘结于其上时,可将其分割。

[0076] 在本发明中,表达“将部分分割内部空间”意味着将培养容器的内部空间竖直分割。此处,分隔并不从培养容器的上端延伸到底端,但从培养容器的上端与底端间隔开一段距离。因此,培养容器中的介质可通过由间距提供的流道移动。

[0077] 分隔可形成于多用途入口/出口单元与培养容器的顶部之间。分隔的长度可视反应器的高度而变化。如果分隔(即,挡板)的长度过短,那么无法获得分隔的效果,且如果分隔的长度过长,那么反应器的内部空间中的二氧化碳和光合生物的均一分布可变得困难。

[0078] 分隔之间的距离,也就是说,一个挡板与下一挡板之间的距离,可如上文所描述在无特定限制的情况下视反应器的容积而定等等合适地选择。

[0079] 图4描述在制造根据本发明的一个实施例的大规模光合生物反应器时布置档板的方法。如图4中所示出,一个或多个档板可并入于培养容器中。在 n 个反应器模块彼此连接时, m ($m > 7$) 个档板可以 mn 、 $mn-1$ 、 $mn-2$ 或 $mn-3$ 的数量粘结到反应器。

[0080] 图5示出根据本发明的一个实施例的将固定/连接元件耦接到多用途入口/出口单元。多用途入口/出口单元20可拆卸地耦接到培养容器10的外下端。如图5中所示出,定位于培养容器10内部和外部的固定/连接元件50由定位于培养容器外部的固定/连接元件和定位于培养容器内部的适配螺母51形成。多用途入口/出口单元可通过反应器的孔60附接,且孔可视入口/出口单元的尺寸而定调整。

[0081] 图6示出根据本发明的一个实施例的耦接多用途入口/出口单元的实例。如附图所示出,可在打开固定/连接元件的塞之后附接多用途入口/出口单元,且固定/连接元件可用硅处理以便防止渗漏。

[0082] 多用途入口/出口单元20可与套管连接,所述套管用于执行选自以下组成的群组的功能:(a) 注入光合生物以及培养基,(b) 注入含二氧化碳的气体,(c) 提取样品,以及(d) 释放气体。可设置套管的数量但并不特定受限制。

[0083] 图7为示出根据本发明的一个实施例的安装在光合生物反应器处的多用途入口/出口单元的示意图。如图7中所示出,多用途入口/出口单元与设置在培养容器外部的管22和设置在培养容器内部的内管21连接且连接到多用途入口/出口单元。

[0084] 在本发明中,可使用外管和内管但并不特定受限制,只要其以中空软管形状形成即可,但优选使用由不锈钢、硅等等制成的可灭菌软管。另外,外管和内管可彼此一体地形成,或可分别连接到多用途入口/出口单元20。

[0085] 在本发明中,内管可为四通鼓泡器(four-way sparger)。

[0086] 用于引入含二氧化碳的气体、连接到用于引入含二氧化碳的气体的孔的外管22被配置成将二氧化碳供应到光合生物反应器100中。在这种情况下,可通过在光合生物反应器外部处单独提供的流量计控制所供应二氧化碳的量。二氧化碳的分布可视光合生物反应器100中的光合生物的尺寸或特征、反应器的内部尺寸或注入器的性质而变化。因此,优选使用流量计控制二氧化碳的供应量。

[0087] 多用途入口/出口单元20的数量可视情况视反应器100的容积而定来确定。

[0088] 图8示出将环状支架70连接到大规模光合反应器的上端的方法,所述大规模光合反应器包括档板和粘附元件,以使得可附接所述环状支架70以便悬挂在托架上,且图9示出安装的环状支架的实际照片。

[0089] 图10为示出连接到支架70的支架杆80形成于培养容器10的顶部端处且支架90设置在底部端以使得可支撑或固定根据本发明的一个实施例的光合生物反应器的示意图。支架70中空,以使得支架杆80可插入其中。支架杆80的两端可安装在单独支架等等上。

[0090] 根据本发明的光合生物反应器100的竖直长度或高度为20厘米到500厘米,优选地,40厘米到200厘米,其水平长度优选为3厘米到1500厘米,且其侧向长度(或厚度)优选为2厘米到50厘米。光合生物反应器的侧向长度意味着在将培养基引入光合生物反应器中所测量的光合生物反应器的厚度。

[0091] 根据本发明的挡板的高度可为15厘米到400厘米,优选30厘米到200 厘米,且其水平长度可为10厘米到20厘米,并且其通道孔31的直径可为1 厘米到5厘米。

[0092] 在另一实施方式中,本发明涉及包括多个光合生物反应器单元的大规模光合生物反应器,所述多个光合生物反应器单元中的每个通过粘附单元串联或并联连接,光合生物反应器单元包括:(a) 培养容器,其中发生光合生物的光合成;(b) 多用途入口/出口单元,形成于培养容器的外下端处;(c) 外管,设置在培养容器外部且连接到多用途入口/出口单元;(d) 内管,设置在培养容器内部且连接到多用途入口/出口单元;以及(e) 一个或多个挡板,设置在培养容器中,其中挡板具有形成于其表面上的一个到五个通道孔,且培养容器由透明膜制成。

[0093] 图2示出根据本发明的一个实施例将粘附元件连接到光合生物反应器的两个邻近培养容器的方法。本发明的粘附元件可由透明膜制成,同时粘附元件40的两个侧端可由聚乙烯材料制成,以使得光合生物反应器的两个邻近培养容器的两相对侧末端通过热粘结彼此连接。

[0094] 在本发明中,大规模光生物反应器可被配置成以500升到1000升培养基培养光合微生物。

[0095] 在本发明中,粘附单元可为方形,粘附元件的高度优选为光合生物反应器的高度的两倍,且其水平长度可为10厘米到20厘米。

[0096] 本发明还提供用于制造大规模光合生物反应器的方法,包括以下步骤:

[0097] (a) 在培养容器的下端形成用于附接多用途入口/出口单元的孔;

[0098] (b) 将一个或多个挡板附接到培养容器的内部;

[0099] (c) 将多用途入口/出口单元、内管以及外管安装在培养容器中;

[0100] (d) 通过粘附单元将个别的光合生物反应器连接到彼此;以及

[0101] (e) 通过支架支撑反应器的顶部和底部,以竖直形式布置所述反应器。

[0102] 在本发明中,步骤(a)中的孔可通过引导射穿培养容器形成。

[0103] 在本发明中,步骤(b)中的挡板可通过水溶性粘合剂牢固地固定到培养容器,以及随后通过热粘结连接到培养容器。

[0104] 在本发明中,可使用水溶性粘合剂但并不特定受限制,只要其为与水反应且溶解于水中的任何粘附剂即可,但其可优选为水类糊状物。

[0105] 在本发明中,安装多用途入口/出口单元的步骤可包括在培养容器与多用途入口/出口单元之间填充硅。

[0106] 在本发明中,可移除光合生物反应器的两端管柱的盲区(由于不流动性,微藻在其中积累),且反应器的两个下端可在倾斜方向上热粘结以便减小所施加的压力。

[0107] 在本发明中,步骤(d)可包括通过热粘结将个别光合生物反应器的两侧与粘附元件连接。

[0108] 在本发明中,用于制造大规模光合生物反应器的方法可还包括将辅助支架安装在大规模光合生物反应器的下端处的步骤。

[0109] 实例

[0110] 在下文中,将参考实例进一步详细描述本发明。将对本领域普通技术人员显而易见的是,这些实例仅出于说明性目的且不应解释为限制本发明的范围。

[0111] 确切地说,在以下实例中在根据本发明的光合生物反应器中对微藻中的普通小球藻进行培养。然而,将对本领域普通技术人员显而易见的是,也可培养其它类别的微藻。

[0112] 实例1.用于制造包含光合生物反应器的组成元件的方法

[0113] 使用以卷绕形式缠绕的低密度聚乙烯膜(LDPE)、聚对苯二甲酸亚乙酯(PET)和尼龙8制造光合生物反应器(高度:180厘米,水平长度:120厘米,侧向长度:21厘米,以及容积:200升或大于200升)、粘附部分(高度:400厘米,和水平长度:12厘米)以及挡板(高度:160厘米,和水平长度:16厘米)(图1A与图1B)。

[0114] 实例2.用于制造组成元件的详细方法

[0115] 在未连接元件的光合生物反应器的左下端和右下端处,使用指南针制得用于取样(包含气体注入)的3厘米直径孔。针对单个光合生物反应器之间的连接所制造的粘附元件位于随后使用热粘结机器彼此连接的单个反应器中的每一个的两端处。此时,已经表明,所连接的光合生物反应器的下端在从侧面查看时具有“U”形。

[0116] 对于包含于反应器中的管柱中的介质的有效混合,通过使用指南针在每个挡板中制得各自具有2厘米直径的三个通道孔。通过使用热粘结装置将挡板连接到反应器,通过粘附元件连接。在反应器模块彼此连接时, $m(m \geq 7)$ 个挡板可以 mn 、 $mn-1$ 、 $mn-2$ 或 $mn-3$ 的数量粘结到反应器。

[0117] 其后,转接器的边缘由硅覆盖,以便防止从形成于下端处的孔渗漏(图5和图7),且将直线型气体注入器(鼓泡器)和取样管线连接到转接器。软管收紧器围绕取样管线的末端设置,以便防止渗漏。

[0118] 通过使用热粘结器件将光合生物反应器的顶侧、底侧、左侧以及右侧彼此连接,且将环状支架另外粘结到光合生物反应器的上端(图8和图9)。

[0119] 移除反应器的两端管柱的盲区,且反应器的两个下端在一方向上热粘结,以便减

小所施加的压力,由此制造光合生物反应器(图10和图11)。

[0120] 光合反应器的外部部分由PE、PET以及尼龙制成,且由此粘附元件可不热粘结于其上。出于这个原因,将光合生物反应器上下颠倒,且以菱形斜纹布形式制造粘附元件并粘结到生物反应器(图2)。

[0121] 实例3. 检验大规模光合生物反应器的微藻培养能力

[0122] 为了防止托架中的支架由于随着将介质填充于光生物反应器中而增加的负载变形,如图9中所示出将辅助支架安装于支架的中间中。

[0123] 将包括的光合生物反应器悬挂在托架的支架上。随后,将用于注入含有 3%到5%二氧化碳的空气的气体导管连接到进气口,之后将水、培养基以及普通小球藻通过套管相继注入到反应器中,随后培养。

[0124] 将TAP-C(由0.5M参基底、营养储备液、磷酸盐缓冲液、郝特纳(hutner)以及HCl组成)用作介质,且进行培养18天。

[0125] 因此,可看出,本发明中制造的光合生物反应器中的细胞生长程度远远高于先前发明(韩国专利第10-1148194)号中制造的光生物反应器(对照)中的细胞生长程度(图16)。

[0126] 实例4. 根据档板的数量和存在或不存在通道孔来评估生物反应器的效能

[0127] 在托架的支架上,悬挂包括五或六个挡板/通道孔的光合生物反应器或仅包括五或六个挡板的光合生物反应器。随后,将用于注入含有3%到5%二氧化碳的空气的气体导管连接到进气口,之后将水、培养基以及普通小球藻通过套管相继注入到反应器中的每一个中,随后培养。

[0128] 将TAP-C(由0.5M参基底、营养储备液、磷酸盐缓冲液、郝特纳以及 HCl组成)用作培养基,在18天培养期间测量通过注入氢氧化钾(KOH)的 pH变化和接种之后的微藻扩散时间。

[0129] 因此,可看见,具有六个通道孔和挡板两者的光合生物反应器表示最高培养效率(图13A与图13B)。

[0130] 另外,测量光合生物反应器中的每个产生的生物质的量,且因此,可看见具有六个挡板和通道孔的光合生物反应器产生最大量的生物质(图14)。此外,使用下式1分析每单位面积细胞生长的程度,且因此,可看见细胞生长的程度与通道孔和档板的数量成比例增加(图15)。

[0131] 等式1

[0132] 每单位面积细胞生长的程度 = (反应器容积) × (托架中的反应器的数量) / (托架面积) × (细胞生长的量)。

[0133] 尽管已参考特定特性详细地描述本发明,但本领域技术人员将明白,本说明书仅针对优选实施例且并不限制本发明的范围。因此,本发明的基本范围将由所附权利要求以及其等效物界定。

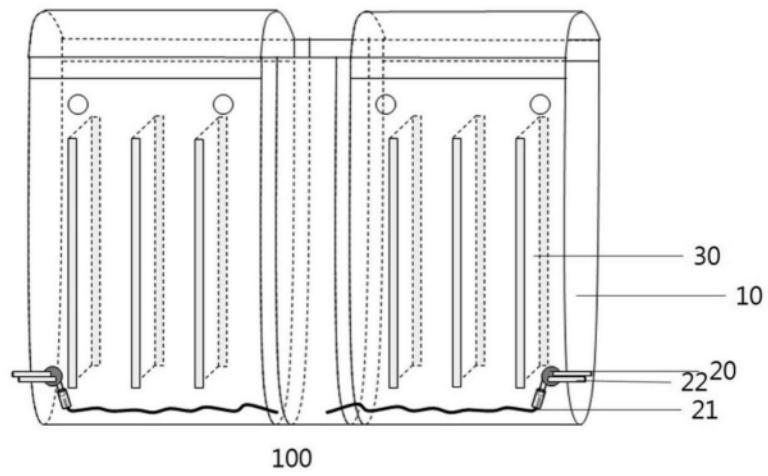


图1A

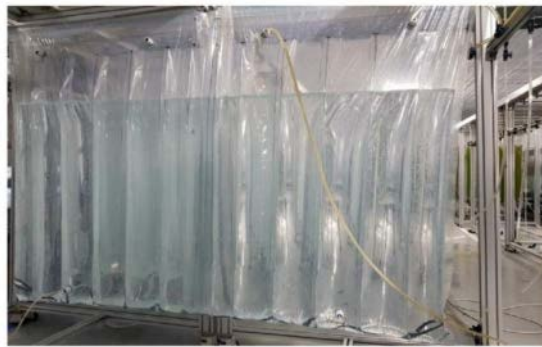


图1B

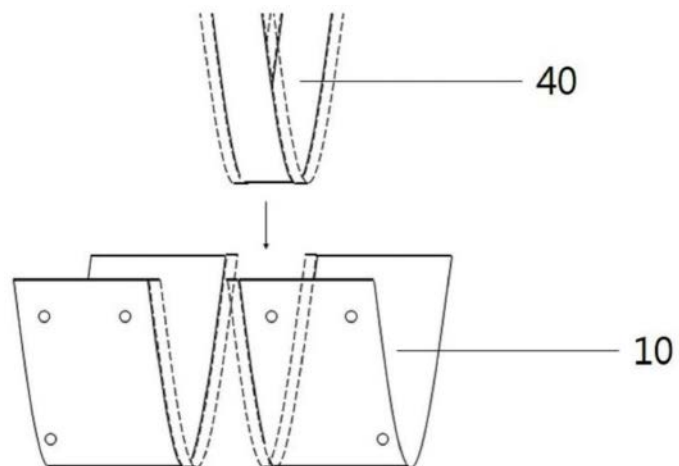


图2

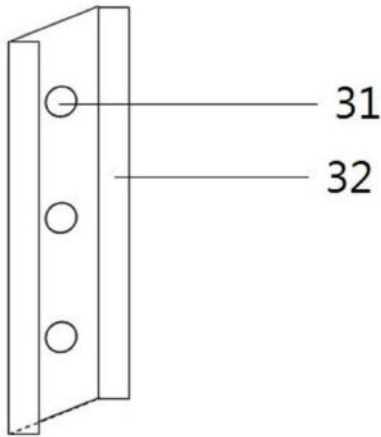


图3

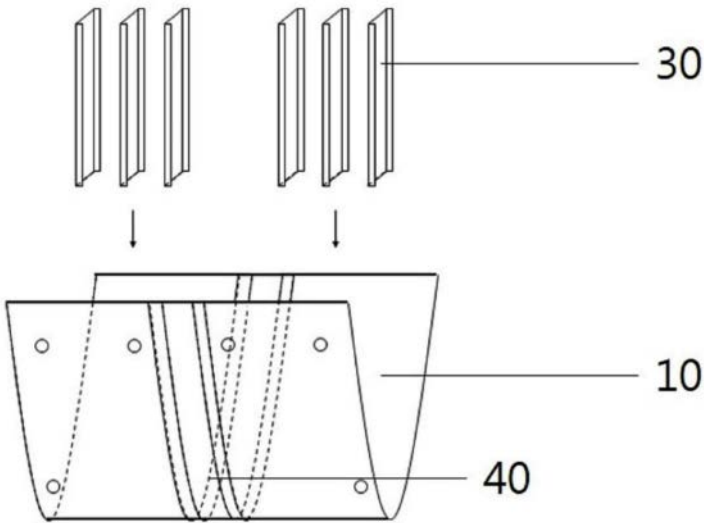


图4

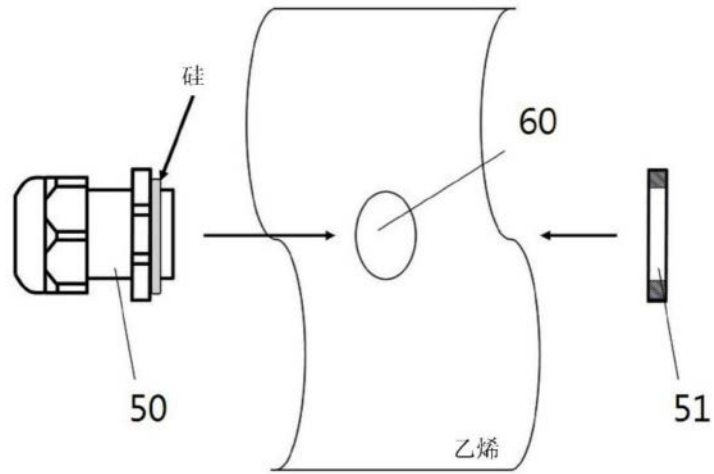


图5

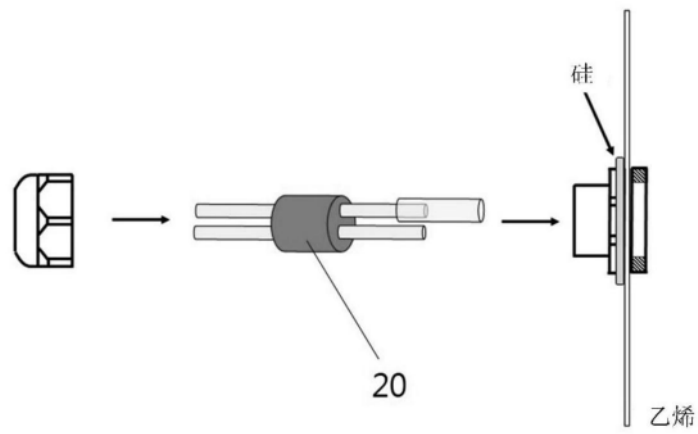


图6

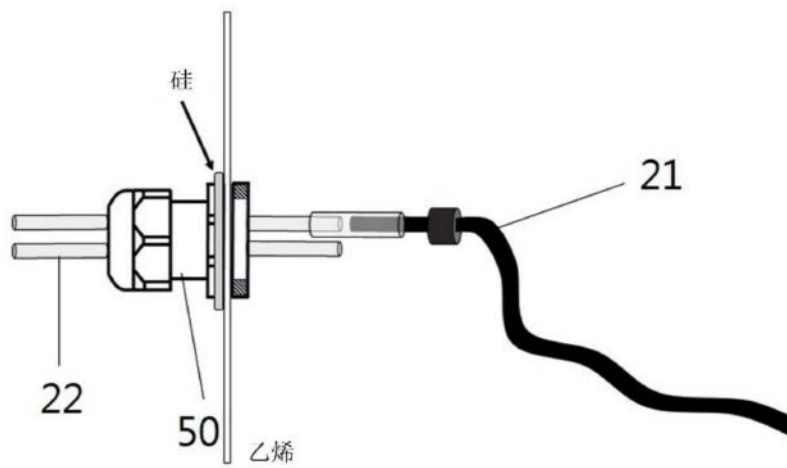


图7

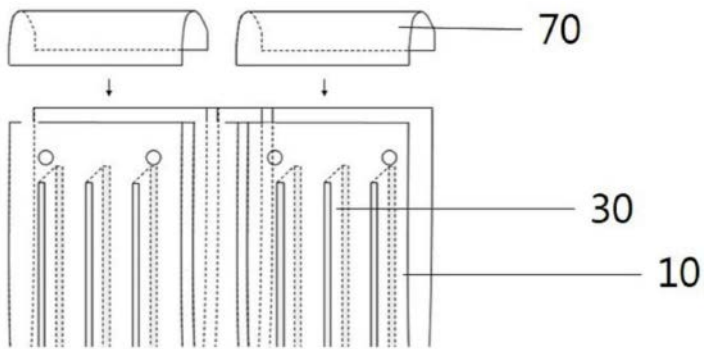


图8

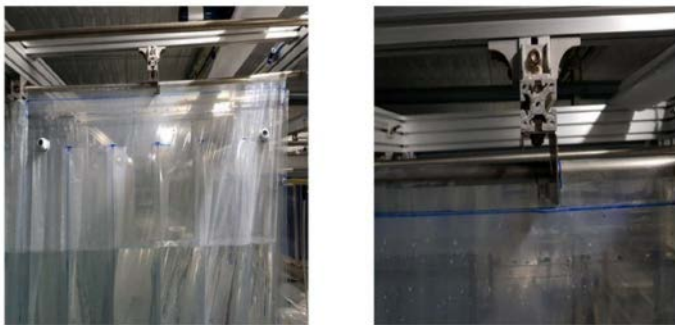


图9

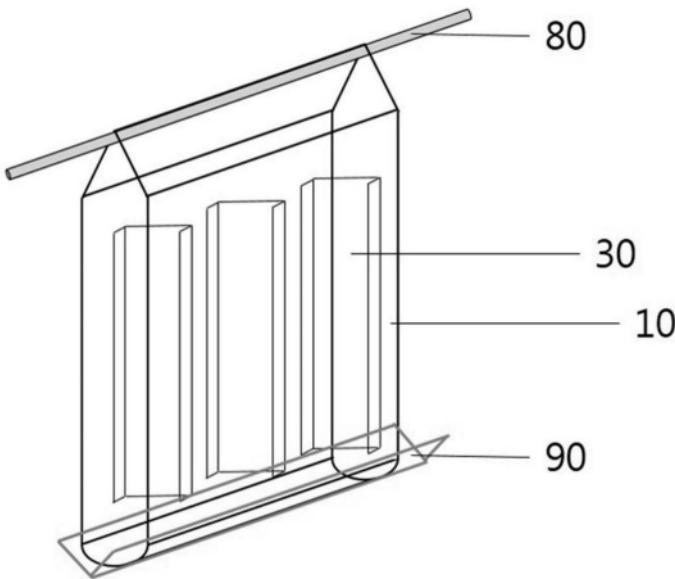


图10



图11

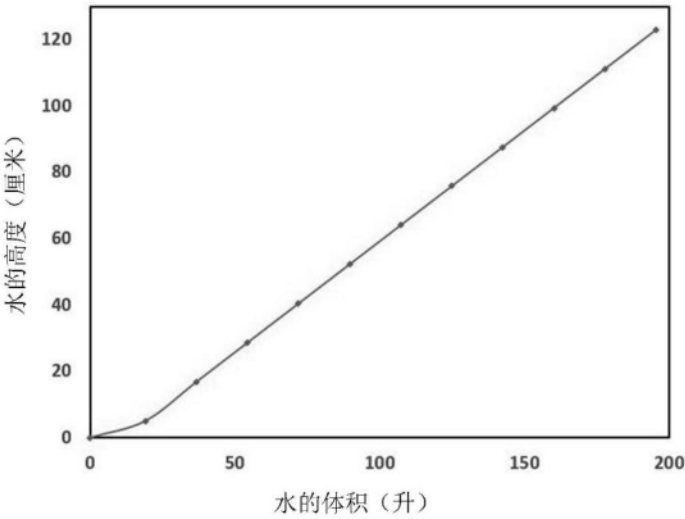


图12

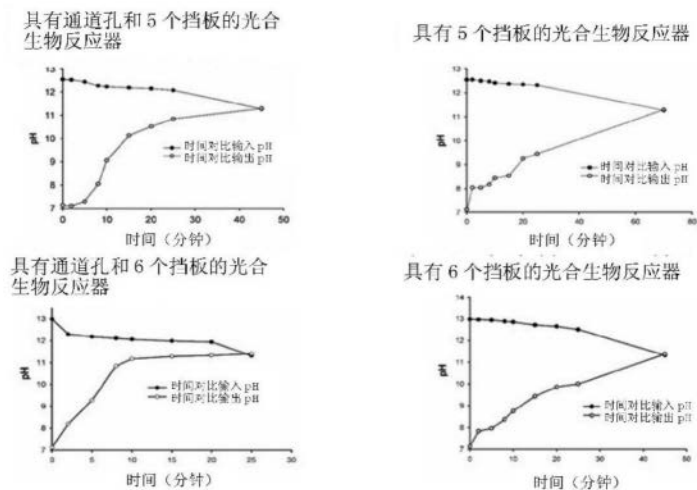


图13A

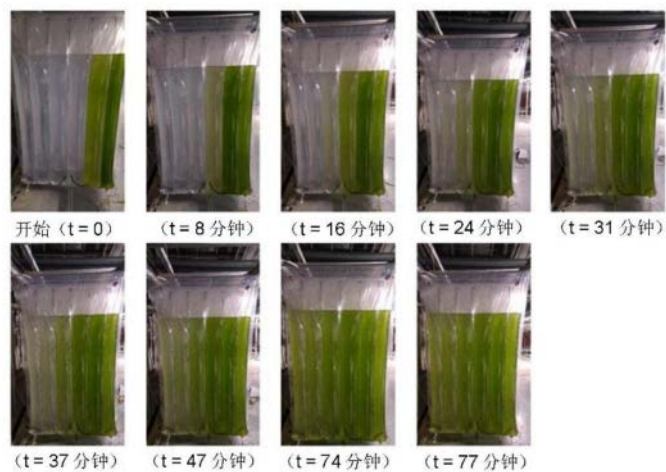


图13B

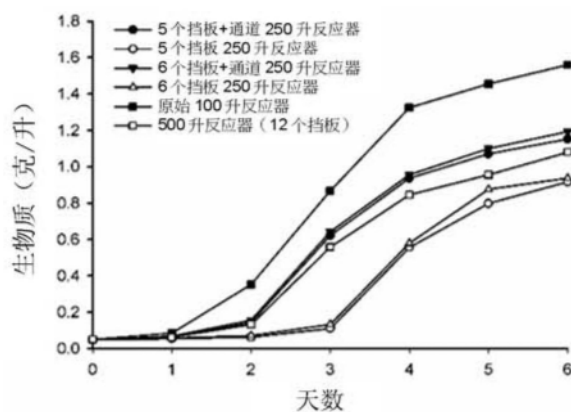


图14

$(\text{反应器容积}) \times (\text{托架中的反应器的数量}) / (\text{托架面积}) \times (\text{细胞生长的量})$
 $= (\text{每单位面积细胞生长的程度})$



图15

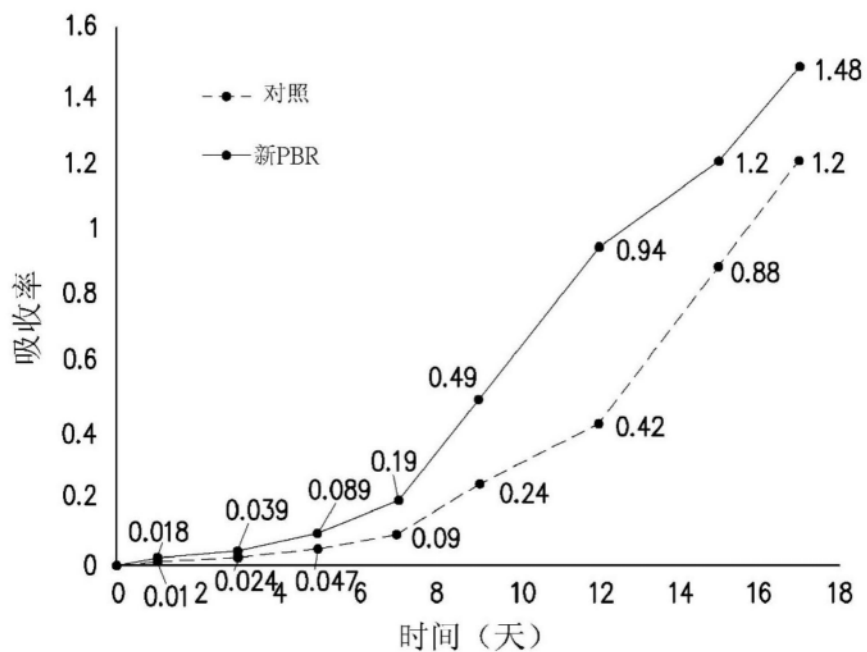


图16

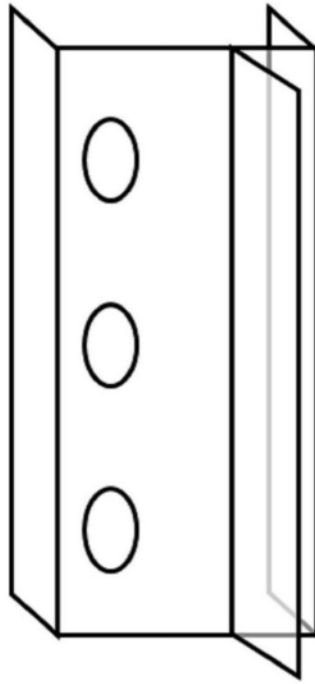


图17