



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111108185 A

(43)申请公布日 2020.05.05

(21)申请号 201880061258.9

(22)申请日 2018.08.14

(30)优先权数据

2017-157237 2017.08.16 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.20

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/030280 2018.08.14

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/035455 JA 2019.02.21

(71)申请人 日本曹达株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 岩越万里 米谷章

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 金世煜 李书慧

(51)Int.Cl.

C12M 1/00(2006.01)

C12N 1/12(2006.01)

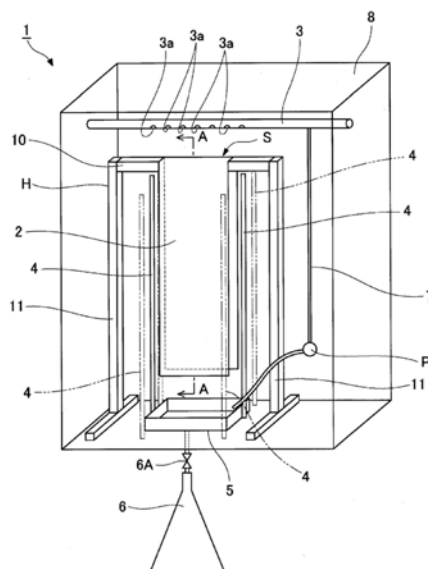
权利要求书1页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

微生物培养系统

(57)摘要

该微生物培养系统(1)具备:附着微生物的平板状的载体(2)、从载体(2)的上方向载体(2)供给培养液的培养液供给部(3)、以及储存从载体(2)流出的含有上述微生物的培养液的流出液槽(5)。以载体(2)的表面彼此正对的方式、或者以载体(2)的表面彼此形成角度而倾斜相对的方式配置有多个载体(2)。在载体(2)彼此之间且从载体(2)的排列方向观察时,载体(2)的左右方向的外侧和上下方向的外侧的至少一部分设置有光照射部(4)。



1. 一种微生物培养系统,具备:

附着微生物的平板状的载体、从所述载体的上方向所述载体供给培养液的培养液供给部、以及储存从所述载体流出的含有所述微生物的培养液的流出液槽;

以所述载体的表面彼此正对的方式、或者以所述载体的表面彼此形成角度而倾斜相对的方式配置有多个所述载体,

在配置的所述多个载体彼此之间且从所述载体的排列方向观察时,所述载体的左右方向的外侧和上下方向的外侧的至少一部分设置有光照射部。

2. 根据权利要求1所述的微生物培养系统,其中,所述光照射部以正对所述载体的表面的方式配置。

3. 根据权利要求1或2所述的微生物培养系统,其中,微生物能够吸收的波长范围的所述载体的表面的光量子通量密度为 $50\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以上。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的微生物培养系统,其中,作为所述光照射部,多个LED灯泡配置成一列,并且透镜与各灯泡相对地配置,所述透镜能够调整成对所述载体的整个表面均匀地供给光量。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的微生物培养系统,其中,所述光照射部配置于相邻的2个载体的在所述排列方向上相对置的侧边缘彼此之间。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的微生物培养系统,其中,微生物为微藻类。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的微生物培养系统,其中,通过将片材弯曲成倒U字形悬挂而形成一对平板状的所述载体,在这些载体的相互对置的两个侧边缘之间且从所述载体的排列方向观察时,所述载体的左右方向的外侧和上下方向的外侧的至少一部分设置有所述光照射部。

8. 根据权利要求1~6中任一项所述的微生物培养系统,其中,所述载体以分别形成沿上下方向延伸的矩形且所述载体在俯视时形成锯齿形的方式配置多个,在与所述锯齿的谷部对置的位置且较连接所述锯齿的山部彼此的假想面的外侧分别设置有所述光照射部。

微生物培养系统

技术领域

[0001] 本发明涉及微生物培养系统。

[0002] 本申请基于2017年8月16日在日本申请的日本特愿2017-157237号主张优先权,并在此引用其内容。

背景技术

[0003] 作为全球变暖的对策,在各国的产业界迫切需要一种尽可能抑制温室气体排出的解决方案等。小球藻等微藻类、光合细菌等微生物非常有希望成为不排出CO₂且能够生产能量的资源,期待商业水平上的应用和有效的制造。

[0004] 为了将小球藻等微藻类供于能源及其它产业上的利用,要求以尽可能低的成本进行生产,但在水中大量培养微藻类的情况下,需要大规模的水池、槽。因此,存在由用地的获取或者设备的大规模化所带来的费用增大等问题。

[0005] 在专利文献1中,为了实现有效利用土地而以简单的设备提高每单位面积的生产量,提出了一种培养系统,使培养液沿铅直竖立的载体表面自然流下,使微藻类等微生物在该载体表面不断繁殖,从自然流下的培养液中连续回收微生物。在该系统中,载体表面的薄水膜相当于现有方法的水池水面,获取光(人工光)·二氧化碳·营养素而进行光合作用。在收纳该系统的单元中,利用一片载体可得到与相同面积的水面同等或以上的培养量,通过载体的多层并列装备,在相同的单位占地面积可期待水池等现有方法的10倍~20倍的收获。

[0006] 此外,通过上下层叠上述单元,从而在单位占地面积也可期待确保现有方法的100倍的培养量。利用这样的培养系统,也能克服限于太阳光丰富的地域的选址限制,即便在极地、地下甚至宇宙空间也能进行培养。

[0007] 但是,在专利文献1记载的培养系统中,存在光能的传递效率差,微生物的培养效率低的问题。

[0008] 针对该问题,在专利文献2中,提出了将多个板状的载体和板状的光源相互平行地设置而培养光合微生物的装置。在该装置中,在气相中交替配置有载体和光源,从各载体的上方向各载体供给培养液。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:日本特开2013-153744号公报

[0012] 专利文献2:日本特开平6-23389号公报

发明内容

[0013] 但是,在专利文献2记载的装置中,由于是在板状的载体间交替配置板状的光源的构成,所以将载体和光源作为一组的单位培养装置(有时也称为“单元”)的间隔受到物理限制,尽管想要通过并列多个单元以确保单位占地面积的生产能力,但安装密度的提高有限。

[0014] 另外,存在配置于载体间的光源成为阻碍而难以从载体回收微生物的课题。此外,由于使用了与载体的几乎整面对置的大的光源,所以存在使用的能源过大的问题。

[0015] 本发明提供载体和光照射部的设置效率好、容易从载体回收微生物且能够利用能耗较少的光源高效地生产微生物的培养系统。

[0016] 本发明人等为了解决上述课题进行了深入研究,结果完成了具有下述构成的发明。

[0017] (1) 本发明的第1方式的微生物培养系统具备:附着微生物的平板状的载体、从上述载体的上方供给培养液的培养液供给部、以及储存从上述载体流出的含有上述微生物的培养液的流出液槽;以上述载体的表面彼此正对的方式、或者以上述载体的表面彼此形成角度而倾斜相对的方式配置有多个上述载体,在配置的上述多个载体彼此之间且从上述载体的排列方向观察时,上述载体的左右的外侧和/或上下方向的外侧设置有光照射部。即,相邻的上述载体的附着微生物的培养面可以以相对置的状态相互平行地配置、或者相互形成一定角度地配置。一定角度可以为例如 0° 以上且 120° 以下的角度。形成一定角度地配置的情况下,相邻的上述载体的相互接近的侧边缘彼此可以接触或者空出一定间隙地配置。这种情况下,相邻的上述载体在俯视(从上方观察)时可以配置成大致L字形,上述载体在俯视时整体可以配置成锯齿形。

[0018] (2) 根据(1)所述的微生物培养系统,其中,上述光照射部以正对上述载体的表面的方式配置。

[0019] (3) 根据(1)或(2)所述的微生物培养系统,其中,微生物能够吸收的波长范围的上述载体的表面的光量子通量密度为 $50\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以上。光量子通量密度是在单位时间通过单位面积的光量子数,不指定微生物的情况下,例如,一般可以使用对光合作用有效的 $400\text{nm}\sim 700\text{nm}$ 的波长的光量子通量密度(光合有效光量子通量密度:PPFD)作为上述值。

[0020] (4) 根据(1)~(3)中任一项所述的微生物培养系统,其中,上述光照射部具有排列成一列的多个LED灯泡(或者LED,以下相同),并且具有能够以对上述载体的整个表面均匀地供给光量的方式进行调整的多个透镜,各透镜与各LED灯泡相对地配置。

[0021] (5) 根据(1)~(4)中任一项所述的微生物培养系统,其中,从上述排列方向观察上述载体时,在由相互对置的左右至少一方的侧边缘夹着的位置配置有上述光照射部。可以在相邻的上述载体的相互对置的侧边缘之间,与上述侧边缘大致平行地配置直线状的光照射部。相邻的上述载体在俯视时配置成大致L字形的情况下,可以在与L字的谷部对置的位置,与上述侧边缘大致平行地配置直线状的光照射部。

[0022] (6) 根据(1)~(5)中任一项所述的微生物培养系统,其中,微生物为微藻类。

[0023] 本发明的微生物培养系统发挥能够提高载体和光源相对占地面积的设置效率的效果。另外,本发明的微生物培养系统发挥容易从载体回收微生物且能够利用能耗更少的光照射部高效地生产微生物的效果。

附图说明

[0024] 图1是示意地表示本发明的一个实施方式所涉及的微生物培养系统的立体图。

[0025] 图2是将图1用A-A线剖开后沿箭头方向观察的截面图。

[0026] 图3是示意地表示本发明的一个实施方式所涉及的微生物培养系统的载体和光照

射部的排列状态的立体图。

[0027] 图4是示意地表示本发明的一个实施方式所涉及的微生物培养系统的载体和光照射部的排列状态的立体图。

[0028] 图5是示意地表示本发明的一个实施方式所涉及的微生物培养系统的载体和光照射部的排列状态的变形例的俯视图。

具体实施方式

[0029] 以下,参照附图对本发明的微生物培养系统的一个实施方式进行说明。

[0030] 本实施方式所涉及的培养系统如图1或图2以示意的方式所示,是用于在气相中培养微生物的系统,具备:沿大致铅直方向配置的载体2、向载体2供给培养液的培养液供给部3、对载体2照射光的光照射部4、储存从载体2流出的含有微生物的培养液的流出液槽5、收容从储存于流出液槽5的培养液分离的微生物的收获容器6、使从储存于流出液槽5的培养液分离的培养液循环的循环流路7、以及覆盖载体2、培养液供给部3、流出液槽5和循环流路7的壳体8。

[0031] 该实施方式中,利用将矩形的柔软片材S在长边方向的中央弯曲成倒U字形而平行垂下的一对矩形的部分形成了一对平板状的载体2,片材S的内侧或者外侧的面作为培养面。载体2能够附着微生物,并且能够使自上供给的培养液边浸透内部边流下,每单位面积的保水量优选为 $0.2\text{g}/\text{cm}^2$ 以上。本说明书中,上述“保水量”是指在后述的实施例所记载的保水性试验中测定的值。载体2的每单位面积的保水量更优选为 $0.25\text{g}/\text{cm}^2$ 以上,进一步优选为 $0.3\text{g}/\text{cm}^2$ 以上。载体2的每单位面积的保水量的上限没有特别限定,可以选择 $10\text{g}/\text{cm}^2$ 以下、 $8\text{g}/\text{cm}^2$ 以下、 $5\text{g}/\text{cm}^2$ 以下、 $3\text{g}/\text{cm}^2$ 以下、 $1\text{g}/\text{cm}^2$ 以下等。

[0032] 载体2只要为能够保持微生物和培养液的材质即可,只要是布、无纺布、毛毡、海绵状的材质、其它的多孔材料则可以使用,作为优选的具体例,可举出捻纱或者无捻纱的毛绒织物等。特别优选无捻纱的毛绒织物。作为毛绒织物的原材料,没有特别限定,具体而言可举出棉、蚕丝、毛、羊毛和麻等天然纤维(植物纤维或者动物纤维),丙烯酸、聚酯、尼龙、维尼纶、聚烯烃和聚氨酯等合成纤维。毛绒是织法的一种,是指环状的纤维(线圈/loop of thread)每隔一定间隔从织物的底组织纵横突出而覆盖底组织的表面的织法,上述线圈具有弹力。毛绒织物是指由毛绒织成的布料。

[0033] 该实施方式的载体2是将长方形的片材S弯曲成倒U字形而形成的,载体2的形态也可以是将长边方向或宽度方向的两端连接而成的圆筒状、方筒状。另外,构成载体2的片材S的个数不限于1个,可以平行并列设置2个以上。

[0034] 构成载体2的片材S弯折成倒U字形,即,以从中央对折的状态挂于吊架H的上端的水平部。也可以使用夹具、钩子等紧固件将载体2的端部固定于吊架H而悬挂设置。吊架H的上端的水平部的水平方向的宽度规定一片片材S构成的一对载体2的培养面(相对的内表面)彼此的相隔距离。

[0035] 吊架H是将载体2悬挂于距其下端希望的高度(例如1m左右)的部件,具备:为了悬挂或固定载体2而沿水平方向配置的棒状的固定用部件10、和支承固定用部件10的两端的腿部件11。吊架H也可以多个平行地具有多个固定用部件10。

[0036] 除了上述方法以外,载体2也可以通过安装竖立于具有刚性的框体等支承部件、或

者在后述的培养液供给部3的下方直接设置紧固件等而将其悬挂于该紧固件的方法等来设置。

[0037] 当在后述的培养液供给部3的下方直接设置紧固件等而用该紧固件悬挂载体2的情况下,由于培养液沿着紧固件流向载体,所以能够使紧固件成为向载体2供给培养液的流路,并且能够将载体2可靠地设置于培养液供给部3的正下方,因此不需要培养液供给部3与吊架的位置对准。

[0038] 该实施方式的培养液供给部3是用于放出培养液并向载体2供给的水平配置的管状部件,其一部分经由循环流路7与未图示的培养液储存槽和养分补给槽连接。在培养液供给部3的与载体2的上端对置的中央部的周壁,沿轴线方向以一定的间隔形成有多个用于放出培养液的供给孔3a。供给孔3a朝向下方配置,以使载体2的宽度方向整个区域成为大致均等的含水量的方式向载体2的上端供给培养液。培养液供给部3根据载体2的数量或者配置也可配置多个。

[0039] 培养液供给部3的培养液的供给能力优选能够利用后述的控制装置将培养液的载体2中的流下速度调整至 $5\text{mL/h/m}^2 \sim 30000\text{mL/h/m}^2$ 。该变动幅度与微生物的繁殖对应。例如在小球藻中,一个体生长而分裂为4个,经过16小时各自生长成分裂前的大小。在分裂最初,少量养分就足够,但在生长期需要充分给予养分。由此,能够使微生物的周围始终充满新鲜的培养液而维持繁殖,并能够使微生物与培养液一起连续地自然流下。另外,若通过随时改变培养液的流速、或者对载体2给予振动等冲击,从而使附着于载体2的微生物层的表层部强制落下,则能够使下层部的光合作用变得活跃并繁殖,能够增加回收量。

[0040] 为了给予维持微藻类等微生物稳定的细胞繁殖、容易进行气体(CO_2)交换所需的最小限度的水分和/或养分,也需要考虑培植量,例如载体2由 0.5m^2 以上的非毛绒织物的片材体构成的情况下,起初设为 1000mL/h/m^2 以上,之后需要逐渐增加,使培养液以 5000mL/h/m^2 的流速流动。因此,在培养液的流速达到 1500mL/h/m^2 之前,伴随流速的增加,微生物的流出量也上升,但若达到 6000mL/h/m^2 以上,则流出量的增长变慢。优选为 1500mL/h/m^2 以上。培养液的流速可以用以下的方法计算。在培养中测定10秒,期间测定从载体流出的培养液量。重复3次该操作,算出每小时的培养液量的平均值(mL/h)。可以通过将该值除以载体面的面积而算出(mL/h/m^2)。

[0041] 如果流速过大,则会产生下述问题:微藻类等微生物难以固定于载体2,繁殖率下降,培养液相变厚难以进行 CO_2 的交换,或者物理刺激对微藻类等微生物施加应力。

[0042] 在载体2由 0.5m^2 以上的捻纱或者无捻纱的毛绒织物构成的情况下,在载体2的表面流淌的培养液的流速设为超过 1200mL/h/m^2 的速度,优选为 5400mL/h/m^2 以上,更优选为 9000mL/h/m^2 以上。上述流速的上限优选为 30000mL/h/m^2 以下,更优选为 27000mL/h/m^2 以下,进一步优选为 24000mL/h/m^2 以下。

[0043] 作为培养液,只要是能够用通常的方法培养微生物并提高微生物的浓度的培养基的稀释液,则没有特别的限制。作为培养基,可以使用例如CHU培养基、JM培养基、MDM培养基等一般的无机培养基。此外,作为培养基,优选为甘博格B5培养基、BG11培养基、HSM培养基的各种培养基的稀释液。在无机培养基中,包含 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、 KNO_3 、 NH_4Cl 作为氮源,包含 KH_2PO_4 、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 等作为其它主要的营养成分。也可以在培养基中添加不会给微生物的生长带来影响的抗生素等。培养基的pH优选为4~10。在可能的情况下,也可以

利用从各种产业排出的废水等。

[0044] 该实施方式的光照射部4为下述的直线状的装置:LED灯泡(或者LED)排成一列,以对作为光照射对象的载体2的表面大致均匀地供给光量的方式给予适当的照射角度的透镜与各LED灯泡相对地配置,上述LED灯泡和上述透镜被固定于棒状的支承体;适当地向对置的载体2的表面的几乎整体区域照射具有适合繁殖的波长、光量的光。

[0045] 光照射部4照射的光的波长例如为380~780nm的范围即可。对于仅利用红色光就能够繁殖的微藻类等微生物而言,光照射部4仅照射适合光合作用的红色光即可。小球藻等微藻类仅利用红色光就能够良好地繁殖。利用光照射部4进行的光照射可以不是连续照射,而是100~10000Hz间的间歇照射光。

[0046] 如图2所示,从侧面观察载体2,即在与载体2的排列方向(箭头L方向)正交的方向观察,光照射部4位于正对的2片载体2、2的表面间且配置在载体2的宽度方向(即左右方向)的外侧。优选光照射部4与相邻的一对载体2的距离大致相等。光照射部4可以如下设置:从载体2的宽度方向的外侧即多个载体2的排列方向(箭头L方向)观察时,以不与载体2的侧边缘重合的方式且在尽可能靠近载体2的侧边缘的位置与上述侧边缘平行地设置。从载体2的排列方向观察,光照射部4位于较载体2的侧边缘更外侧,由此能够提高从载体2回收微生物时的作业效率。另外,通过使光照射部4位于尽可能靠近载体2的侧边缘的位置,由此能够提高对载体2照射的光量的均匀性。

[0047] 流出液槽5是从载体2流出的含有微生物的培养液的储存槽,以接收从载体2流下的培养液的方式具有上端开口的一定深度的箱形。从载体2流出的含有微生物的培养液通过重力在流出液槽5内分离成含有高浓度微生物的沉淀和几乎不含微生物的上清的培养液。

[0048] 收获容器6是从流出液槽5的底部打开阀6A回收并收容在流出液槽5分离的含有高浓度微生物的沉淀的容器。

[0049] 循环流路7是用于回收在流出液槽5分离的培养液(上清液)并再次向载体2供给的部件。在循环流路7上设有泵P,由此将所回收的培养液抽吸至载体2的上方。所抽吸的培养液再次从载体2的上方连续地供给。再次向载体2供给的培养液为在流出液槽5内分离的上清液,但可以含有微生物。可以在泵P的近前设置过滤器,用过滤器过滤回收上清液中含有的微生物的至少一部分。泵P与未图示的控制装置连接,由人工手动控制或者由规定的程序自动控制流量。

[0050] 该实施方式的壳体8呈箱型,覆盖载体2、培养液供给部3、流出液槽5和循环流路7的整体。通过利用壳体8覆盖载体2,保温力进一步提高,容易保持载体2的表面温度恒定。

[0051] 壳体8的材质没有特别限定,可举出玻璃、丙烯酸、聚苯乙烯、氯乙烯等透明的材质。使用培养系统1培养不进行光合作用就能够繁殖的微生物时,壳体8的材质无需透明。

[0052] 在壳体8内填充有包含1~40%左右的CO₂的混合空气,为了进一步适当地补充CO₂,优选能够进行输送,只要在含有1~10%左右的CO₂的混合空气中,就能够使很多微藻类等微生物良好地进行光合作用。应予说明,即便在通入大气的情况下微生物也可以繁殖,但速度变慢。

[0053] [培养对象]

[0054] 本发明的培养系统中作为培养对象的微生物没有特别限定,不仅包含小球藻、集

胞藻、螺旋藻那样的无运动性或者缺乏运动性的光合微生物,也包含利用鞭毛在水中运动的浮游生物性的裸藻、衣藻、颗石藻。成为培养系统1的培养对象的微生物非常多样。作为成为培养系统1的培养对象的主要的微生物群,例如可举出以下的A类、B类、C类。

[0055] 首先,作为A类,可以举出作为原核生物的真细菌和古细菌。

[0056] 在真细菌中,可举出不产氧型的光合细菌、进行产氧型光合作用的蓝藻、利用有机物质的兼性厌氧发酵性细菌和非发酵性细菌、以及无机营养细菌、放线菌和棒状杆菌、孢子细菌。在光合细菌中,可举出红杆菌、红螺菌、绿菌、绿屈挠菌。在蓝藻中,可举出聚球藻、集胞藻、螺旋藻、节旋藻、念珠藻、鱼腥藻、颤藻、鞘丝藻(Lyngbya)、普通念珠藻(Nostoc commune)、水前寺蓝藻(Aphanothece Sacrum)。

[0057] 作为兼性厌氧发酵性细菌,可举出大肠杆菌、乳酸菌。作为非发酵性细菌,可举出假单胞菌。作为无机营养细菌,可举出氢细菌。作为放线菌,可举出链霉菌,作为孢子细菌,可举出枯草芽孢杆菌。作为古细菌,可举出嗜热菌、高度嗜盐菌。作为嗜热菌,可举出热球菌,作为高度嗜盐菌,可举出盐杆菌。另外,可举出谷氨酸生产菌、赖氨酸生产菌、纤维素生产菌等。

[0058] 作为B类,可举出作为真核光合微生物的微藻类。

[0059] 在微藻类中,可举出绿藻、共球藻、红藻、硅藻、定鞭藻、真眼点藻、裸藻、虫黄藻。

[0060] 在绿藻中,可举出小球藻、栅藻、衣藻、葡萄藻、红球藻、微球藻、微绿球藻,作为共球藻,可举出拟小球藻、胶球藻。作为红藻,可举出原始红藻、高温红藻、单细胞红藻(Galdieria)、紫球藻,作为硅藻,可举出菱形藻、三角褐指藻、角毛藻、海链藻、骨条藻、羽状硅藻(Fistulifera)。作为定鞭藻,可举出颗石藻、桥石藻、赫氏圆石藻、等鞭金藻、巴夫藻。作为真眼点藻,可举出微拟球藻,作为裸藻,可举出裸藻,作为绿枝藻,可举出扁藻。此外,作为珊瑚的共生藻的虫黄藻,可举出共生甲藻。

[0061] 作为C类,可举出作为非光合真核生物的菌类。在菌类中,可举出酵母菌和曲霉菌。另外,担子菌类的菌丝培养成为培养对象。

[0062] 并非微生物的多细胞性海藻中,作为绿藻的石莼、青海苔、作为红藻的紫菜、甘紫菜、条斑紫菜、岩海苔、其它食用海苔也可成为培养对象。此外,作为绿色植物的苔藓类也可成为培养对象。另外,作为共生生物的地衣类也可成为培养对象。微藻类包括蓝藻。也可以使用本发明的培养系统,使用有机废液培养例如破囊壶菌(Aurantiochytrium)等不进行光合作用的卵菌类。

[0063] 本发明中,作为培养对象的微生物优选为光合微生物,这种情况下,培养系统1需要有光照射部4,但使用培养系统1培养不进行光合作用就能够繁殖的微生物时,可以不使用光照射部4。

[0064] 接下来,对培养系统1的使用方法和作用进行说明。

[0065] 在开始使用培养系统1时,预先使微生物附着在载置于载体2上的脱脂棉等,使其端部挂于或吊于吊架H等而固定。微生物的附着方法可以是在载体2上直接滴加或涂布含有微生物的水。在壳体8内由下向上输送含有1~40%左右的CO₂的空气。

[0066] 在此基础上,从培养液供给部3将培养液以其在载体2中以5mL/h/m²以上的速度流下的方式连续供给,从光照射部4照射380~780nm的波长的红色光和/或白色光。该光照射在微生物的培植最初为50μmolm⁻²s⁻¹左右的弱光量(光量子通量密度),随着生长而增量至

400 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 左右。另外,根据光合生物在夜间进行分裂的特性,也优选在繁殖初期设置熄灯时间。此时,载体表面的液温和气温优选设定为33~37℃。

[0067] 经过一定时间后,培养液遍及载体2,从培养液供给部3进一步供给培养液,因此培养液从载体2的下端流下到流出液槽5。此时,在载体2上附着或者在载体2中培养的微生物随着培养液的流动而逐渐从载体2流出,与培养液一起流下到流出液槽5。

[0068] 从载体2流下的微生物在流出液槽5的培养液中沉淀,打开设置于流出液槽5的下方的阀6A而进入收获容器6中。

[0069] 另一方面,存于流出液槽5内的含有一部分微生物的培养液的上清液被泵P抽吸,经由循环流路7再次向培养液供给部3供给,反复供给到载体2上。

[0070] 根据含有微生物的培养液被再次供给到培养液供给部3的量,调整来自未图示的培养液储存槽的新培养液的供给量,从未图示的养分补给槽向培养液供给部3适当地供给所需养分,与培养液一起放出到载体2。

[0071] 如上所述,微生物的一部分从载体2自然流下,但在该实施方式中,根据微生物的分裂生长,也可以刮掉固定在载体2上的微生物层的表层。由此,下层部的微生物的光合作用也被活化,开始分裂繁殖。通过反复进行以上的操作,连续培养微生物,并收获培养的微生物。

[0072] 根据本实施方式所涉及的培养系统1,由于能够减小排列的多个载体2的设置间隔,所以能够提高多个载体2和光照射部4相对于设置微生物培养系统1的占地面积的设置密度。

[0073] 另外,微生物培养系统1由于在以相互对置的方式配置的载体2彼此之间且在载体2的宽度方向两个外侧配置了棒状的光照射部4,所以即便清理在载体2的表面培养的微生物等情况下,光照射部4也不会成为阻碍,能够容易地回收微生物。

[0074] 另外,由于只要在载体2的侧部配置光照射部4,就能够对附着于载体2的培养面的微生物充分照射光,所以能够高能源效率地培养微生物。

[0075] 另外,微生物培养系统1使用如下的光照射部4,即,多个LED灯泡配置成一列,在各LED灯泡前配置透镜,该透镜可以调整成无论载体2表面的大小如何都能对载体2的整个表面均匀地供给光量。因此,微生物培养系统1即便从载体2的斜向照射光也能够给予足够的光量,能够可靠地培养微生物。

[0076] 上述实施方式中,如图3所示,示出了与构成正对的一对载体2的片材S的内表面(培养面)对应而分别设置了光照射部4的例子,但由于在载体2的朝向外侧的表面也能够培养微生物,所以光照射部4在图1中如假想线所示,在从相邻的其它片材S垂下的各载体2之间也可以进一步配置光照射部4。

[0077] 另外,配置3片以上的载体2的情况下,如图3所示,可以交替配置光照射部4和载体2。

[0078] 配置3片以上的载体2的情况下,如图4所示,光照射部4可以配置在载体2的上下方向的外侧的任一侧或者两侧。光照射部4也可以设为结合图3所示的方式和图4所示的方式而成的方式。即,可以在载体2的左边缘和右边缘中的一方或两方的外侧以及上边缘和下边缘中的一方或者两方的外侧分别配置光照射部4。

[0079] 在上述实施方式及其变形例中示出了以相邻的载体2的表面全部平行的方式、即

多个载体2正对地排列的例子,但载体2可以相互不正对。

[0080] 例如,在图5所示的实施方式中,相邻的载体2的表面不平行,俯视时以一定的角度配置成L字形或者锯齿形。在图5所示的实施方式中,相邻的载体2以俯视时大致成90°的方式配置。相邻的载体2的侧端部P1、P2空出较小的间隔、或者相互接触而配置。

[0081] 在与由邻接的载体2的侧端部P1、P2所形成的L形的谷部对置的位置设置有光照射部4。即,在谷侧的角的二等分线与从载体2的排列方向观察时连接载体2的左右边缘的假想面(图5中由单点划线表示)交叉的位置的外侧附近设置有光照射部4。在图5的位置基础上或者代替图5的位置,可以在谷侧的角的二等分线与从载体2的排列方向观察时连接载体2的上下边缘的假想面交叉的位置的外侧设置光照射部4。

[0082] 若如此排列多个载体2和光照射部4,则在发挥上述的作用、功能和效果的基础上,通过使光照射部4正对载体2的表面,能够更有效地照射光,能够发挥提高微生物的培养效率的效果。“使光照射部4正对载体2的表面”是指以光照射部4的至少一部分光垂直照射载体2的表面的方式配置光照射部4。图5中如假想线所示,也可以在上述的位置配置多个光照射部4。

[0083] 对于其它的构成要素,本发明不限于上述实施方式的构成,例如,从储存于流出液槽5内的培养液回收微生物可以通过过滤、离心处理或者自然沉降中的任一方式进行。收获微生物向细胞外排出的物质时,采用吸附、浓缩等其它的方法。

[0084] 载体2可以与培养液供给部3一起被能够适当对载体2保温的片材覆盖。此时,片材体可以适当地采用由乙烯、聚乙烯、聚酯等合成树脂形成的具有透光性的片状的部件。

[0085] 上述实施方式中,设置有纵向的载体,也可以使用横向的载体。此外,只要不脱离本发明的主旨,也可以适当地组合上述各种构成的一部分或全部而构成。

[0086] 实施例

[0087] 以下举出实施例对本发明进行更详细的说明,但本发明不受这些实施例的任何限定。

[0088] [保水性试验]

[0089] 本说明书中,载体的“保水量”用下述的方法测定。

[0090] [1]准备3cm×26cm大小的测定保水量的样品,并测定干燥重量。

[0091] [2]在装有足够量的室温(例如23℃)的自来水的容器中放入样品并放置3分钟,使样品充分含水。

[0092] [3]使用镊子捏住样品的长度方向的一端,从容器沿铅直方向拉直取出样品,以从水面提起的状态静置5秒钟,等待水滴落。

[0093] [4]测定含水的样品的重量。即便在该时刻滴水,也测定包含滴落的水在内的重量。

[0094] [5]从在[4]中测定的重量减去样品的干燥重量,算出每1cm²样品所含的水的量。

[0095] 各样品分别进行5次测定,将平均值作为“保水量(g/cm²)”。

[0096] [实施例1]

[0097] 使用如图1所示的培养系统1培养小球藻(*Chlorella kessleri* 11h)。

[0098] 作为载体2,使用将由宽度50cm×长度120cm的无捻纱织成的毛绒织物(保水量:0.395g/cm²)的片材对折使其正对并呈倒U字形从吊架H的部件10悬下的载体。在循环流路7

的下游侧设置泵P(EHEIM公司制商品名“1046”)。作为壳体8,使用市售的玻璃壳体(玻璃的厚度3mm)。作为光照射部4,使用红灯型LED模组(Efect株式会社制)。

[0099] 使用本培养系统1,将含有10容量%的CO₂的空气以1.0L/分钟左右的速度由下向上导入壳体8内,使它们由上向下流动,同时,使流出液槽5内的培养基鼓泡。作为培养液,使用将植物组织培养基甘博格B5稀释50倍并在该稀释液中添加KNO₃使其成为150mg/L的浓度的溶液,以1000mL/h的速度供给培养液,并像图3那样从左右方向照射50μmolm⁻²s⁻¹强度的红色光,在33~37℃进行小球藻的培养。在培养开始时,使干燥重量15g的小球藻附着在载置于载体2上的脱脂棉后,开始培养。

[0100] 培养基的浓度在培养开始2小时后调整成10倍稀释的甘博格B5培养基,从第二日起,使用在10倍稀释的甘博格B5培养基中每1L培养基添加有KNO₃:750mg、营养增强剂(用于恢复10倍稀释的甘博格B5培养基的组成,含有NaH₂PO₄:17g/l、MgSO₄:15g/l、(NH₄)₂SO₄:13g/l,不含葡萄糖):5ml和NH₄Cl:50μl的培养液,每日更换一次流出液槽5的培养基。光量从开始培养的第二日起设为100μmolm⁻²s⁻¹。载体2的表面温度在培养中恒定为33~35℃。

[0101] 将从载体2流出的含有小球藻的培养液收集于流出液槽5。为了防止小球藻在流出液槽5内繁殖,用黑布覆盖流出液槽5。小球藻的回收如下进行:从培养开始第3日起每天清理载体2表面1~3次,对流出液槽5中的培养液进行离心处理。使回收的小球藻再次悬浮于培养液,根据用分光光度计(贝克曼公司制,DU700)测定的730nm的浊度算出干燥重量(730nm的浊度0.35=1gDW(干燥重量)/L)。另外,也由在80℃干燥2小时以上的小球藻求出干燥重量进行确认。培养的结果是从培养开始起第5日能够收获干燥重量169.56g/m²的小球藻(以载体2的每1m²计算)。

[0102] [实施例2]

[0103] 作为载体2,使用由宽度50cm×长度120cm的捻纱织成的毛绒织物(保水量:0.267g/cm²),光源从图3和图4的横向和上下方向进行光照射,除此之外,与实施例1同样地培养小球藻,算出干燥重量。培养的结果是在培养第5日能够收获干燥重量157.07g/m²的小球藻。

[0104] 产业上的可利用性

[0105] 本发明的微生物培养系统能够提高载体和光源相对于占地面积的设置效率,容易从载体回收微生物,能够用能耗少的光照射部高效地生产微生物,能够在产业上利用。

[0106] 符号说明

[0107] 1 . . . 微生物培养系统

[0108] 2 . . . 载体

[0109] S . . . 片材

[0110] H . . . 吊架

[0111] 3 . . . 培养液供给部

[0112] 3a . . . 供给孔

[0113] 4 . . . 光照射部

[0114] 5 . . . 流出液槽

[0115] 6 . . . 收获容器

[0116] 7 . . . 循环流路

[0117] P . . . 泵

[0118] 8 . . . 壳体

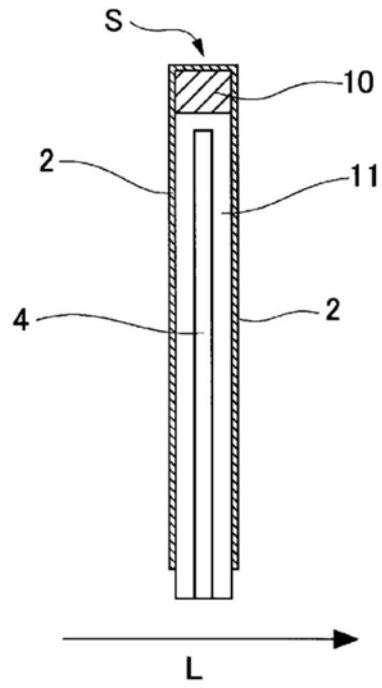


图2

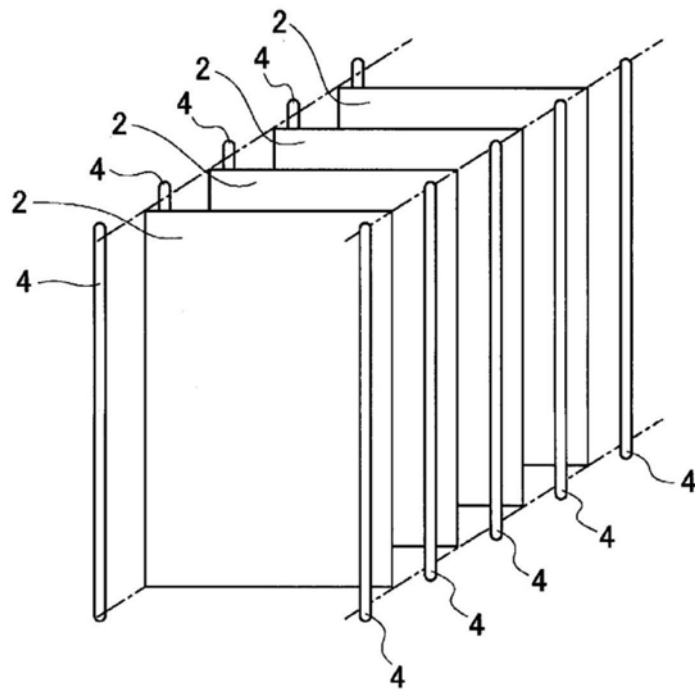


图3

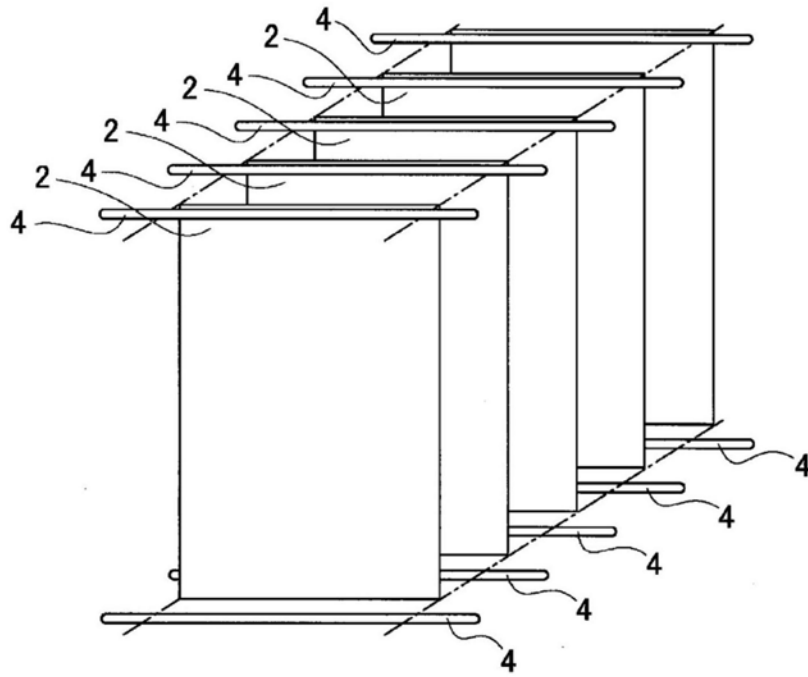


图4

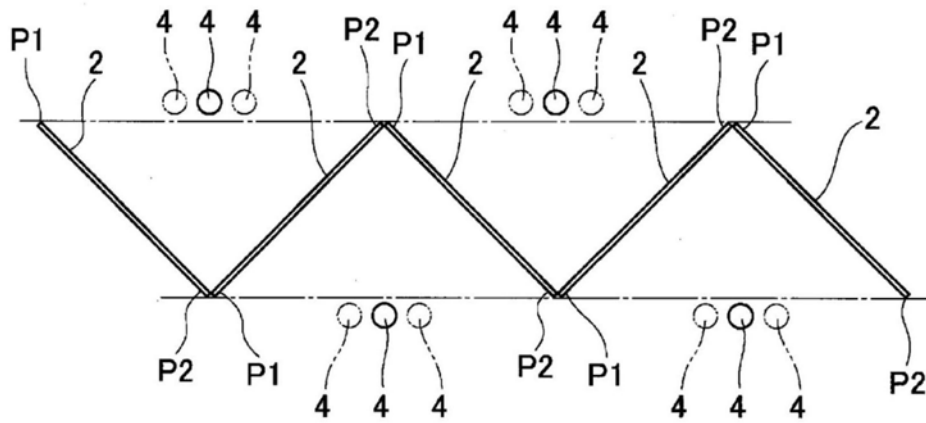


图5