

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7641008号  
(P7641008)

(45)発行日 令和7年3月6日(2025.3.6)

(24)登録日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(51)Int. Cl. F I  
*C 1 2 M 1/00 (2006.01)* C 1 2 M 1/00 E  
*C 1 2 N 1/12 (2006.01)* C 1 2 N 1/12 A

請求項の数 8 (全 18 頁)

<p>(21)出願番号 特願2022-27387(P2022-27387)                  (22)出願日 令和4年2月25日(2022.2.25)                  (65)公開番号 特開2023-123914(P2023-123914A)                  (43)公開日 令和5年9月6日(2023.9.6)                  審査請求日 令和5年11月10日(2023.11.10)</p> <p>(出願人による申告) 令和3年度、国立研究開発法人科学技術振興機構、国際科学技術共同研究推進事業、地球規模課題対応国際科学技術プログラム(SATREPS)、「微細藻類の大量培養技術の確立による持続可能な熱帯水産資源生産システムの構築」委託研究、産業技術力強化法第17条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73)特許権者 598123138                  学校法人 創価大学                  東京都八王子市丹木町一丁目236番地                  (74)代理人 100175075                  弁理士 田中 康子                  (72)発明者 ▲高▼山 佳樹                  東京都八王子市丹木町1丁目236番 学校法人創価大学内                  (72)発明者 戸田 龍樹                  東京都八王子市丹木町1丁目236番 学校法人創価大学内                  (72)発明者 新井 直樹                  東京都日野市日野606-1-107 新井技術士事務所内</p>
---	--

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 微細藻類培養装置、培養システム、および培養方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

培養対象の微細藻類と培養液と培養に使用する気体とを収容する培養槽と、前記培養槽の少なくとも一部が水面下に位置する状態で前記培養槽を揺動可能に支持する支持体と、前記培養槽を揺動する動力源とを備え、前記培養槽は、水面下の前記一部を有し前記水面の面方向に広さを有して前記微細藻類と前記培養液を収容する培養部と、前記培養部と連通して前記気体を収容する気体収容部とを備え、前記動力源により、前記気体収容部から遠い方の前記培養部の先端部が前記揺動の範囲で最も下方となる第1状態と、前記培養部の前記先端部が前記揺動の範囲で最も上方となる第2状態とを構成するように前記培養槽を揺動させ、前記第1状態から前記第2状態へ移行する過程で、前記気体収容部内の気体が前記培養部内へと移動し、前記第2状態から前記第1状態に移行する過程で、前記培養部内へ移動した気体が前記気体収容部内に移動することにより、培養液の攪拌を行う微細藻類培養装置であって、前記培養部が可撓性の軟質樹脂で形成されている、装置。

【請求項2】

気体収容部は、装置外部から気体を取り入れる外気取り入れ孔と、装置外部に気体を排出する気体排出孔を備える、請求項1記載の微細藻類培養装置。

【請求項3】

培養部と、気体収容部とを連通させる気体移動路を備え、第1状態から第2状態へ移行する過程で、前記気体収容部内の気体が前記気体移動路を通して前記培養部内へと移動する請求項1または2記載の微細藻類培養装置。

**【請求項 4】**

気体移動路は、いずれの状態においても気体収容部と水面上に位置する高さで接続されている請求項 3 記載の微細藻類培養装置。

**【請求項 5】**

動力源は、培養槽の、第 1 状態と第 2 状態との間の揺動を制御するとともに、前記第 1 状態と第 2 状態との間に、培養槽を静止して培養部が略水平な状態に保たれる静止状態を構成する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の微細藻類培養装置。

**【請求項 6】**

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の微細藻類培養装置と、動力源を制御する制御手段と、前記動力源に電力を供給する電力供給手段とを備えた、微細藻類培養システム。

10

**【請求項 7】**

複数の微細藻類培養装置を連結した、請求項 6 に記載の微細藻類培養システム。

**【請求項 8】**

培養対象の微細藻類と培養液と培養に使用する気体とを収容する培養槽と、前記培養槽の少なくとも一部が水面下に位置する状態で前記培養槽を揺動可能に支持する支持体と、前記培養槽を揺動する動力源とを備え、前記培養槽は、水面下の前記一部を有し前記水面の面方向に広さを有して前記微細藻類と前記培養液を収容する培養部と、前記培養部と連通して前記気体を収容する気体収容部とを備える微細藻類培養装置を用いた微細藻類培養方法であって、前記動力源により、前記気体収容部から遠い方の前記培養部の先端部が前記揺動の範囲で最も下方となる第 1 状態と、前記培養部の前記先端部が前記揺動の範囲で最も上方となる第 2 状態とを構成するように前記培養槽を揺動させ、前記第 1 状態から前記第 2 状態へ移行する過程で、前記気体収容部内の気体が前記培養部内へと移動し、前記第 2 状態から前記第 1 状態に移行する過程で、前記培養部内へ移動した気体が前記気体収容部内に移動することにより、培養液の攪拌を行う微細藻類培養方法であって、前記培養部が可撓性の軟質樹脂で形成されている、方法。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

この発明は、微細藻類の培養装置、培養システム、および培養方法に関する。

**【背景技術】**

30

**【0002】**

従来、微細藻類の培養は、培養槽に、微細藻類と培養液と、二酸化炭素を含む気体とを収容して行われる。微細藻類の汚染を防ぐため、培養は閉鎖系で行うことが好ましい。その場合、時間経過とともに微細藻類の光合成によって培養槽内に溶存酸素が蓄積し微細藻類の成長を阻害し、溶存二酸化炭素濃度が低くなるため培養効率が低下する。したがって、微細藻類を効率よく継続的に培養するためには、何らかの手段により溶存酸素を除去して溶存二酸化炭素を供給する必要がある。

**【0003】**

例えば特許文献 1 には、横型の閉鎖式の生育容器を用いて、液体培地の攪拌及び酸素の除去を行うことができる微細藻類の培養方法が提案されている。

40

**【0004】**

また近年、養殖産業の急激な成長により、多量の汚泥や汚水が自然界に排出され生態系を破壊しているという問題が指摘されている。そのため、養殖由来の汚泥や汚水から栄養類を積極的に回収し、価値の高い微細藻類を大量生産することで、経済的インセンティブの獲得と環境保全を両立させる循環型システムの構築が熱望されている。養殖場のほとんどは熱帯の発展途上国に位置するため、微細藻類の大量生産を考える場合、培養に適した温度・光環境等を実現するための設備が必要となるが、当該途上国には設備投資の余力がないのが現実である。そこで、熱帯域においても、設備投資を抑えて、微細藻類の大量培養が可能な培養装置や方法の開発が望まれている。

**【先行技術文献】**

50

## 【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許6741284号公報

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

この発明は、価値の高い微細藻類の大量生産を、環境保全と両立させながら培養することが可能な微細藻類培養装置、培養システム、および培養方法を提供することを目的とする。より具体的には、この発明は、水面に浮遊する培養槽を揺動することにより、培養槽内の培養液を攪拌して、培養液に気体（二酸化炭素）を断続的に送り込みながら微細藻類の培養が可能な微細藻類培養装置、培養システム、および培養方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明は、培養対象の微細藻類と培養液と培養に使用する気体とを収容する培養槽と、前記培養槽の少なくとも一部が水面下に位置する状態で前記培養槽を揺動可能に支持する支持体と、前記培養槽を揺動する動力源とを備え、前記培養槽は、水面下の前記一部を有し前記水面の面方向に広さを有して前記微細藻類と前記培養液を収容する培養部と、前記培養部と連通して前記気体を収容する気体収容部とを備え、前記動力源により、前記気体収容部から遠い方の前記培養部の先端部が前記揺動の範囲で最も下方となる第1状態と、前記培養部の前記先端部が前記揺動の範囲で最も上方となる第2状態とを構成するように前記培養槽を揺動させ、前記第1状態から前記第2状態へ移行する過程で、前記気体収容部内の気体が前記培養部内へと移動し、前記第2状態から前記第1状態に移行する過程で、前記培養部内へ移動した気体が前記気体収容部内へ移動することにより、培養液の攪拌を行う微細藻類培養装置である。尚、培養槽は、所定の時間間隔で揺動させてもよい。

20

この構成により、培養槽の揺動によって、培養に使用する気体（二酸化炭素）が気体収容部内から培養部内へ移動する。これにより、微細藻類培養装置は、揺動によって培養液および微細藻類を攪拌することに加えて、培養液中に気体を移動させることによって培養液に気体（二酸化炭素）を断続的に送り込みながら微細藻類の培養を行うことができ、微細藻類の成長を促進することができる。

30

【0008】

この発明の態様として、気体収容部は、装置外部から気体を取り入れる外気取り入れ孔と、装置外部に気体を排出する気体排出孔を備えることができる。

これにより、微細藻類の光合成により二酸化炭素が消費され、酸素を多く含んだ気体が排出され、二酸化炭素を多く含んだ外気を取り入れることができる。

【0009】

また、この発明の態様として、培養部と、気体収容部とを連通させる気体移動路を備え、第1状態から第2状態へ移行する過程で、前記気体収容部内の気体が前記気体移動路を通過して前記培養部内へと移動する構成とすることができる。

この構成により、気体を気体収容部から培養部に効率的に移動させることができる。

40

【0010】

また、この発明において、気体移動路は、いずれの状態においても気体収容部と水面上に位置する高さで接続されている構成とすることができる。

この構成により、気体を気体収容部から培養部に効率的に移動させることができる。

【0011】

また、この発明において、動力源は、培養槽の、第1状態と第2状態との間の揺動を制御するとともに、前記第1状態と第2状態との間に、培養槽を静止して培養部が略水平な状態に保たれる静止状態を構成することができる。

この構成により、微細藻類の培養を促す静止状態と、微細藻類および培養液を攪拌して微細藻類に二酸化炭素を供給する揺動状態とを適切に切り替え、微細藻類を死滅させるこ

50

となく効率よく培養することができる。

【0012】

また、この発明は、微細藻類培養装置と、動力源を制御する制御手段と、前記動力源に電力を供給する電力供給手段とを備えた、微細藻類培養システムに関する。

この構成により、気体が上端部および先端部間を、培養槽の揺動によって気体移動路を通過して移動し、揺動によって培養液および微細藻類が確実に攪拌され、培養液および微細藻類に気体（二酸化炭素）を供給することが可能な微細藻類培養システムとすることができる。

【0013】

また、この発明において、複数の微細藻類培養装置を連結した、微細藻類培養システムとすることができる。

10

この構成により、海上といった広い面積を利用しながら、海中または海底に存在する多量の汚泥や汚水から栄養類を積極的に回収し、価値の高い微細藻類を大量生産することができる。

【0014】

また、この発明は、培養対象の微細藻類と培養液と培養に使用する気体とを収容する培養槽と、前記培養槽の少なくとも一部が水面下に位置する状態で前記培養槽を揺動可能に支持する支持体と、前記培養槽を揺動する動力源とを備え、前記培養槽は、水面下の前記一部を有し前記水面の面方向に広さを有して前記微細藻類と前記培養液を収容する培養部と、前記培養部と、気体移動路を介して上方位置の一部で連通して前記気体を収容する気体収容部とを備える微細藻類培養装置を用いた微細藻類培養方法であって、前記動力源により、前記気体収容部から遠い方の前記培養部の先端部が前記揺動の範囲で最も下方となる第1状態と、前記培養部の前記先端部が前記揺動の範囲で最も上方となる第2状態とを構成するように前記培養槽を揺動させ、前記第1状態から前記第2状態へ移行する過程で、前記気体収容部内の気体が前記気体移動路を通過して前記培養部内へと移動し、前記第2状態から前記第1状態に移行する過程で、前記培養部内へ移動した気体が前記気体収容部内に移動することにより、培養液の攪拌を行う微細藻類培養方法に関する。

20

培養槽の揺動によって、培養に使用する気体（二酸化炭素）が気体移動路を通過して気体収容部から培養部へ移動する。これにより、微細藻類培養装置は、揺動によって培養液および微細藻類を攪拌することに加えて、培養液中に気体を移動させることによって培養液に気体（二酸化炭素）を断続的に送り込みながら微細藻類の培養を行うことができ、微細藻類の成長を促進することができる。

30

【発明の効果】

【0015】

この発明により、価値の高い微細藻類の大量生産を、環境保全と両立させながら培養することが可能な微細藻類培養装置、培養システム、および培養方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】微細藻類培養システムの構成図。

40

【図2】微細藻類培養装置の構成図。

【図3】微細藻類培養装置の斜視図。

【図4】培養槽の斜視図。

【図5】培養槽の縦断面図。

【図6a】静止状態の培養槽および培養液を示す縦断面図。

【図6b】揺動中の培養槽および培養液を示す縦断面図。

【図6c】揺動による一方への角度変化が最大となった状態（第2状態）の培養槽および培養液の縦断面図。

【図6d】揺動による他方への角度変化が最大となった状態（第1状態）の培養槽および培養液の縦断面図。

50

**【発明を実施するための形態】****【0017】**

以下、この発明の一実施形態を図面と共に説明する。

図1は、複数の微細藻類培養ユニット1を有する微細藻類培養システム10の構成を示す平面図であり、図2は、単体の微細藻類培養ユニット1および動力源4の構成を示す平面図である。

**【0018】**

図1に示すように、微細藻類培養システム10は、複数の微細藻類培養ユニット1と、動力源4と、各微細藻類培養ユニット1と動力源4とを接続するワイヤー5と、動力源4に電力を供給する電力供給装置12と、動力源4と電力供給装置12を制御する制御装置11（制御手段）と、各微細藻類培養ユニット1を水面付近に配置した水槽6と、各微細藻類培養ユニット1を囲うように配置されて各フレーム3の回転軸35（後述）を支持する支持外装13を備えている。なお、図2に示すように、1つの微細藻類培養ユニット1と、動力源4と、各微細藻類培養ユニット1と動力源4とを接続するワイヤー5により、1つの微細藻類培養装置100が構成される。

10

**【0019】**

電力供給装置12（図1参照）は、動力源4（本実施例におけるモータ41）に電力を供給する電力供給手段として機能する。電力供給装置12としては、例えば、ソーラーパネルを有する太陽光発電装置とすることができる。また、電力供給装置12を備えず、発電所等から供給される工業用電源または一般電源を用いて動力源4に電力を提供してもよい。

20

**【0020】**

制御装置11は、例えば、CPUとROMとRAM等で構成されて各種演算や制御動作を実行する制御部と、ハードディスクやフラッシュメモリ等で構成されて情報のリードライトを許容する記憶部と、LANボードやWiFiユニット等で構成されて有線または無線でインターネットに接続されてデータの送受信を行う通信部と、タッチパネル、キーボード、マウス、押下ボタン、又はこれらの複数で構成されて接触操作による入力を受け付ける入力部と、液晶ディスプレイや有機ELディスプレイ等で構成されて文字や図等の画像を表示する表示部とを備えたコンピュータ端末である。制御装置11と、電力供給装置12および動力源4とは、有線または無線により接続される。電力供給装置12および動力源4は、制御装置11によって電力の出力や、モータ41の回転速度が制御される。すなわち、制御装置11は、動力源4および電力供給装置12を制御する制御手段として機能する。また、制御装置11は、「1時間に1回、5分間にわたってモータ41を駆動する」といったような、一定の時間間隔での周期的な動力源4の駆動（微細藻類培養ユニット1の揺動）の設定を外部から受け付け、電力供給装置12および動力源4を制御する。なお、制御装置11は、マイコンやタブレット端末等の他の制御装置によって構成してもよい。

30

**【0021】**

支持外装13（図1参照）は、各培養槽2および各フレーム3を囲うように配置され、各フレーム3の回転軸35（図2参照）を支持する（培養槽2およびフレーム3については後述する）。本実施例の支持外装13は、複数の骨組み連結部131と、骨組み連結部131間を接続する支持外装骨組み132によって形成されている。骨組み連結部131は、浮力体（フロート）であって、少なくとも2つ以上が設けられ、1つ以上が水槽6に固定されて、各培養槽2、各フレーム3、動力源4、および支持外装13の移動が制限されている。なお、骨組み連結部131は、例えば、柱のように水槽6の底面に固定されている柱であってもよい。また、水槽6に固定する方法は、例えば、アンカーによる固定としてもよい。支持外装骨組み132は、複数の骨組み連結部131の内、隣接する各骨組み連結部131を直線的に接続する長手形状であり、その中間付近で回転軸35（図2参照）が接続されている。本実施例では、骨組み連結部131を3列×5行の計15個設け、その内、中央の列の最も制御装置11に近い位置に動力源4を設けた。そして、8つの

40

50

培養槽 2 およびフレーム 3 は、骨組み連結部 1 3 1 および支持外装骨組み 1 3 2 で囲まれた位置に 1 つずつ配置した。また、支持外装 1 3 は、各フレーム 3 と動力源 4 を接続するワイヤー 5 をローラー 5 a により引く方向と緩める方向（繰り出し / 収納方向）へ移動可能に支持している。

【 0 0 2 2 】

図 2 に示すように、動力源 4 は、培養槽 2 を揺動するための動力を提供する。本実施例では、動力源 4 は、モータ 4 1 と、モータ 4 1 の駆動によって回転するウインチ 4 2 で構成される。ウインチ 4 2 には、それぞれワイヤー 5 の一端が接続される。なお、ウインチ 4 2 の回転方向は、幅方向を軸とした水平方向である。

【 0 0 2 3 】

ワイヤー 5 は、一端が動力源 4 に接続され、他端がフレーム 3 に接続され、両端部がそれぞれの延長方向に引っ張られた状態である。また、ワイヤー 5 は、培養槽 2 の揺動によって破断することがない程度の強度を有し、かつ、伸縮しない素材を用いる。このような強度を確保するため、ワイヤー 5 は、例えば、金属や繊維によって形成することができる。本実施例では、ワイヤー 5 は、一端がウインチ 4 2 に接続され、他端が水平方向の一直線上に配置された各微細藻類培養ユニット 1 のフレーム 3 の動力源接続骨組み 3 4 に括り付けられて接続されている。したがって、モータ 4 1 が正逆回転して駆動するとウインチ 4 2 およびワイヤー 5 の接続点が水平方向回りに正逆回転し、ワイヤー 5 が往復運動（引く運動と緩める運動）をするため、ワイヤー 5 と接続されているすべての微細藻類培養ユニット 1 が回転軸 3 5 を軸に揺動する。

【 0 0 2 4 】

水槽 6（図 2 参照）は、上面が開放された箱型形状を有し、内部に十分な深さの水を収容している。各培養槽 2（培養部 2 1）および各フレーム 3（下面骨組み 3 1）は、水槽 6 の水面 6 0 付近に、培養部 2 1 が水面 6 0 と略平行となり、培養部 2 1 の全体または一部が水中に浸かるように配置される。すなわち、培養槽 2 およびフレーム 3 は、波などによる水面 6 0 の高さの変化がない限り、培養槽 2 の培養部 2 1 の少なくとも一部が常に水面 6 0 下（水中）にあるように配置されている。特に、培養部 2 1 が略水平状態となっている静止状態（揺動させていない通常状態）では、培養部 2 1 の底面全体が水面 6 0 下となる（水に接触する）ように配置されている。これにより、水槽 6 内の水の温度による温度安定効果が得られ、培養部 2 1 内の培養液 2 4（培地）が直射日光や外気温等によって温度変化することを抑制することができる。

【 0 0 2 5 】

また、培養槽 2 の揺動中は、気体収容部接続バルブ 2 3 1 が常に水面 6 0 より上（水上）で、かつ、培養液 2 4 の上面より上にあるように、言い換えると、気体移動路 2 3 0 と気体収容部 2 2 の内部空間との接続部が常に水面 6 0 より上（水上）、かつ、培養液 2 4 の上面より上にあるように配置されている。これにより、気体移動路 2 3 0 により気体収容部 2 2 から培養部 2 1 へ気体を効率的に移動させることができ、培養液 2 4 が気体収容部 2 2 から培養部 2 1 へ気体移動路 2 3 0 を通じて流入して気体を移動できないといったことを防止できる。また、水槽 6 およびその内部にある水または海水は、フレーム 3 が回転軸 3 5 を軸として十分に回動可能な程度の深さを有しており、好ましくは日光や外気温による水の温度変化をできるだけ少なくするために十分な水量を有している。

【 0 0 2 6 】

なお、水槽 6 を設けず、各培養槽 2 および各フレーム 3 が、湖、池、または海の水面 6 0 付近に配置されてもよい。また、図 2 に示すように、水槽 6 の内側面に、フレーム 3 の回転軸 3 5 の軸方向の両端部が接続されていてもよい。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、微細藻類培養ユニット 1 に備えられた培養槽 2、フレーム 3、およびワイヤー 5 の斜視図であり、図 4 は、微細藻類培養ユニット 1 に備えられた培養槽 2 の斜視図であり、図 5 は、培養槽 2 を外気取り入れ孔 2 2 2 と気体排出孔 2 2 3 と培養液供給取り出し口 2 2 4 の位置で縦断して示す縦断面図である。

10

20

30

40

50

なお、本明細書においては、図3における上下方向（図2における手前／奥行き方向）を微細藻類培養ユニット1および微細藻類培養システム10の上下方向とし、図2における左右方向を微細藻類培養ユニット1の長手方向とし、長手方向と同一または平行な平面上で、かつ長手方向と直角である方向（図2の上下方向）を微細藻類培養ユニット1の幅方向とする。

**【0028】**

図3に示すように、培養槽2は、培養対象である微細藻類および培養液24を収容し、フレーム3（支持体）によって支持されている。

**【0029】**

培養槽2は、水平方向に広がる培養部21と、培養部21の水平方向の端部上面に接続されて上方に配置されている気体収容部22と、培養部21の内部空間21dと気体収容部22の内部空間22dとをつなぐ気体移動管23とで形成されている。なお、気体収容部22は、培養部21の一部分から上方向に伸びる構成であればよい。培養槽2の内部には、微細藻類、培養液24、および二酸化炭素を含有する気体が収容されている。微細藻類は、培養液24中に懸濁している状態で収容されている。

**【0030】**

培養部21は、2枚の長方形の平面のシートが周辺の3辺で隙間なく閉じられた形状であり、残りの一辺側に培養部開口部211が設けられている。この培養部21は、培養部開口部211からその反対の先端部21aまでの長手方向に長い2つの仕切り部21bにより幅方向（長手方向と直角の方向）が三等分されて3つの内部空間21dが設けられている。これにより、培養部21は、内部が中空の3つの袋状に形成されている。培養部21は、その厚み方向（上下方向）の長さよりも幅方向および長手方向の長さが長く形成されている。なお、内部空間21dは、3つに限らず、2以上の複数とすることができる。このように内部空間21dを複数設けることで、1つの広い内部空間で培養するよりも微細藻類が一方へ偏りにくくしている。

**【0031】**

本実施例における培養部21は、上面のシートと下面のシートを重ねた状態で3つの周辺と2つの仕切り部21b部分を熱溶着して形成されている。言い換えれば、培養部21は、培養部21の内部空間21dを形成する同一のプラスチックバッグが幅方向に3つ連結された構成となっている。これにより、培養部21は3つの内部空間21dを有する。

3つの内部空間21dは、それぞれ幅方向の長さよりも長手方向の長さが長く形成される。具体的には、幅方向の長さは、50mm～1000mmとすることができ、100mm～900mmであることが好ましく、200mm～600mmであることが好適である。3つの内部空間21dの長手方向の長さは、300mm～2000mmとすることができ、500mm～1500mmであることが好ましく、800～1200mmであることが好適である。

**【0032】**

培養部21は、各内部空間21dに対応して、長手方向の中心より培養部開口部211側の上面にそれぞれ培養部接続バルブ232が設けられている。培養部接続バルブ232は、気体移動管23の一端が接続されている。培養部接続バルブ232は、外部から気体や液体が内部空間21dに入り込まないように培養部21に密閉状態で装着されている。したがって、外部の水（水槽6の水や雨水など）や外気は、培養部接続バルブ232を通過して培養部21および気体移動管23の中に侵入しない。

**【0033】**

培養部21は、下から一部を支えると重力に従って自然に変形する程度の固さを有するシート状のプラスチック（可撓性の軟質樹脂）で形成されている。本実施例における培養部21は、ポリエチレン製であり、詳述すると、薄膜形状のポリエチレンと、エチレンビニルアルコールと、ポリエチレンがこの順で重ねられた三層構造のフィルムにより形成されている。これにより、培養部21は、肉厚が薄いプラスチックバッグとして機能する。

**【0034】**

10

20

30

40

50

気体収容部 2 2 は、内部が中空の箱型もしくは長楕円形で下面が開放されている。この下面部分は、全面が解放されて気体収容部開口部 2 2 1 が形成されている。気体収容部開口部 2 2 1 は、底面が全面開口されているとともに、培養部 2 1 側の 1 つの側面の底面側が開口されている形状である。

【 0 0 3 5 】

気体収容部 2 2 は、外気取り入れ孔 2 2 2 と、気体排出孔 2 2 3 と、培養液供給取り出し口 2 2 4 が上面に形成されている。また、気体収容部 2 2 は、少なくとも内部空間 2 2 d の下部を幅方向に複数部に分割する仕切り 2 2 5 を内部に有している。気体収容部 2 2 は、培養部 2 1 の長手方向の培養部 2 1 側の側面上部（周面上部）に気体収容部接続バルブ 2 3 1 が設けられている。

10

【 0 0 3 6 】

外気取り入れ孔 2 2 2 と気体排出孔 2 2 3 は、それぞれ、液体および大気中のエアロゾル等の培養汚染物質が通過せず気体が通過できるフィルターが孔全体を覆うようにして設けられている。ここでいう培養汚染物質とは、培養液 2 4 に混入すると微細藻類の培養を妨げる物質のことであり、例えば、大気中に含まれるエアロゾルである。このフィルターにより、気体は通過するが液体および固体は通過しないようにしている。また、外気取り入れ孔 2 2 2 と気体排出孔 2 2 3 は、気体収容部 2 2 の上面に限らず、周面上部付近に設けるなど、揺動しても気体収容部 2 2 内の培養液 2 4 に接触しない適宜の位置に設けることができる。

【 0 0 3 7 】

20

仕切り 2 2 5 は、気体収容部 2 2 の内部に設けられた 2 つの板状部材であり、気体収容部 2 2 の外装と同一素材により形成されている。2 つの仕切り 2 2 5 は、気体収容部 2 2 内を幅方向に 3 等分する。2 つの仕切り 2 2 5 は、培養部 2 1 の 3 つの内部空間 2 1 d と、仕切り 2 2 5 によって区切られた気体収容部 2 2 の 3 つの内部空間 2 2 d が、それぞれ 1 つずつ対応して連通するように配置されている。また、仕切り 2 2 5 は、気体収容部 2 2 の内部空間 2 2 d を完全に分断せず、外気取り入れ孔 2 2 2 および気体排出孔 2 2 3 付近において 3 つの内部空間 2 2 d がつながるように上部に隙間 2 2 5 a（図 5 参照）が設けられている。これにより、隙間 2 2 5 a を通じて 3 つの内部空間 2 2 d 間を気体が移動できる。したがって、隙間 2 2 5 a の存在により、外気取り入れ孔 2 2 2 および気体排出孔 2 2 3 による気体の取り入れおよび排出が、3 つの内部空間 2 2 d すべてに対して行われる。

30

【 0 0 3 8 】

気体収容部接続バルブ 2 3 1 は、気体収容部 2 2 内の培養液 2 4 の上面より上方に配置され、気体移動管 2 3 の一端が接続されている。気体収容部接続バルブ 2 3 1 は、外部から気体や液体が内部空間 2 1 d に入り込まないように培養部 2 1 に密閉状態で装着されている。したがって、外部の水（水槽 6 の水や雨水など）や外気は、気体収容部接続バルブ 2 3 1 を通過して気体収容部 2 2 および気体移動管 2 3 の中に侵入しない。また、気体収容部接続バルブ 2 3 1 には、気体の移動方向が制限される弁が設けられていてもよい。詳細には、気体収容部接続バルブ 2 3 1 は、気体収容部 2 2 内（内部空間 2 2 d）の気体が気体移動管 2 3 内（気体移動路 2 3 0）へ移動することを許容し、逆に気体移動管 2 3 内（気体移動路 2 3 0）の気体が気体収容部 2 2 内（内部空間 2 2 d）へ移動することを許容しない構成となるよう弁が設けられていてもよい。

40

【 0 0 3 9 】

気体収容部 2 2 は、耐候性を有する硬質プラスチックであるアクリル樹脂などで形成されている。なお、気体収容部 2 2 は、下から支えても重力によっては変形しない程度の固さを有するプラスチック（剛性の硬質樹脂）や、下から一部を支えると重力に従って自然に変形する程度の固さを有するシート状のプラスチック（可撓性の軟質樹脂）など、適宜の素材により形成することができる。

【 0 0 4 0 】

このように構成された培養部 2 1 と気体収容部 2 2 は、互いに内部が連通するように接

50

続されている。詳述すると、培養部 2 1 の培養部開口部 2 1 1 の周りの寸法（内径）は、気体収容部 2 2 と隙間なく連結できるよう、気体収容部 2 2 の底面と同じ寸法（周方向の外形サイズと同一）に形成され、培養部開口部 2 1 1 内に気体収容部 2 2 の下部が挿入された状態で隙間なく接続され、固定バンド 2 1 2 により固定されている。この実施例では、固定バンド 2 1 2 として、プラスチックバンドを使用している。なお、固定方法としては、プラスチックバンドやゴムバンドといったバンドを用いる、あるいは接着剤で接着するなど、収容された培養液 2 4 が漏れ出したり、揺動の衝撃によって固定が解除されたりしない適宜の方法とすることができる。また、培養部 2 1 における培養部開口部 2 1 1 の全周を気体収容部 2 2 に対してテープで固定するか接着する等の方法により、収容している培養液 2 4 および微細藻類が確実に漏れ出ない構成とすることが望ましい。

10

#### 【0041】

気体移動管 2 3 は、円筒形状を湾曲させたホース状の管であり、内部に空洞の気体移動路 2 3 0（図 6 a 参照）を有している。気体移動管 2 3 は、一端が気体収容部 2 2 の上部側面の気体収容部接続バルブ 2 3 1 に略水平になるように接続され、他端が培養部 2 1 の上面の培養部接続バルブ 2 3 2 に略垂直になるように接続されている。気体移動管 2 3 は、気体移動路 2 3 0 によって気体収容部 2 2 の 3 つの内部空間 2 2 d と、対応する培養部 2 1 の 3 つの内部空間 2 1 d とをそれぞれ接続するように 3 つ設けられている。したがって、気体移動管 2 3（気体移動路 2 3 0）は、気体収容部 2 2 と培養部 2 1 における連通した部分の外側で、気体収容部 2 2 から培養部 2 1 への気体の移動を許容する。気体移動管 2 3 はフレキシブルな素材で形成されることが好ましい。本実施例では、気体移動管 2 3 は、人の手程度の軽い力で変形できる程度の固さを有するプラスチック（可撓性の樹脂）によって形成されている。

20

#### 【0042】

本実施例においては、気体移動路 2 3 0 は、円筒形状としたが、気体が移動できるのであればどのような形状であってもよい。ただし、微細藻類培養ユニット 1 の揺動に伴って気体移動路 2 3 0 に侵入した培養液 2 4 および培養液 2 4 に含まれる微細藻類が詰まるなどして、気体の移動が妨げられることがない程度の形状および太さ（内径）に形成されることが好ましい。このような気体移動路 2 3 0 の太さ（内径）としては、2 mm ~ 50 mm とすることができ、5 mm ~ 30 mm とすることが好ましく、10 mm ~ 20 mm とすることが好適である。本実施例では、気体移動路 2 3 0 の太さ（内径）を 10 mm としている。

30

#### 【0043】

フレーム 3（支持体）は、人の手程度の軽い力では変形しない程度の硬さを有する硬質プラスチック（剛性の硬質プラスチック）によって形成されている。本実施例におけるフレーム 3 は、強度と耐久性を十分に有するポリ塩化ビニルによって形成されている。

#### 【0044】

フレーム 3 は、平面視すると長方形の枠で培養槽 2（培養部 2 1）より一回り大きい下面骨組み 3 1 と、左側面視（培養部 2 1 から気体収容部 2 2 を見た方向）が培養槽 2 より一回り大きい側面骨組み 3 2 とを、全体が直角に配置されるよう互いの一辺を接続して背面視（図 3 の奥から手前方向）L 字型に形成されている。

40

#### 【0045】

下面骨組み 3 1 は、その外枠と同一平面上に、培養部 2 1 の長手方向（図 3 の左右方向）に長い棒状の下面内骨組み 3 1 0 が幅方向（図 3 の奥行方向）に 2 つ設けられている。そして、下面骨組み 3 1 の外枠における長手方向中間位置の上面にそれぞれ上下方向に長い棒状の中間骨組み 3 3 が設けられ、その上端部同士が幅方向に長い棒状の動力源接続骨組み 3 4 によって接続されている。この中間骨組み 3 3 の上下方向の高さは、側面骨組み 3 2 の上下方向の高さより少し高く構成されている。中間骨組み 3 3 と側面骨組み 3 2 は、長手方向に長い棒状の 2 つの接続骨組み 3 7 により接続されている。また、2 つの中間骨組み 3 3 には、動力源接続骨組み 3 4 と平行に（幅方向に）長い棒状の回転軸 3 5 が設けられている。

50

## 【0046】

回転軸35は、中間骨組み33の高さの中心より下方に配置され、より好ましくは中間骨組み33の高さの下方1/4よりも下方に配置されている。これにより、回転軸35が培養部21の上方で、かつ、培養部21に近い位置となり、培養部21の揺動角度が大きくなる。すなわち、培養部21から回転軸35が上方へ離れるほど、培養部21は長手方向への揺動が大きくなり先端部21aの上下方向の揺動距離が短くなるどころ、回転軸35をなるべく培養部21に近づけることで培養部21の先端部21aの上下方向の揺動距離を長くしている。

## 【0047】

また、中間骨組み33、動力源接続骨組み34、および回転軸35は、下面骨組み31の長手方向（図3の左右方向）の中央より側面骨組み32側に設けられている。この実施例では、下面骨組み31の長手方向の側面骨組み32側1/3程度の位置に設けられている。このように回転軸35を下面骨組み31の中央より側面骨組み32側、すなわち培養部21の長手方向中央より気体収容部22側とすることで、揺動により培養部21の先端部21aが上下動する距離が長くなり、同じ揺動角度でもより大きく培養部21が揺動する。

10

## 【0048】

側面骨組み32は、左側面視（培養部21から気体収容部22を見た方向）が長方形の枠であり、上下方向中間位置に幅方向に長い棒状の側面内骨組み321が設けられている。

20

なお、フレーム3の構成要素である棒状の素材は、円筒形、角筒形、円柱形、または四角柱形など、適宜の棒状の素材とすることができる。

## 【0049】

また、フレーム3には、培養槽2が固定されている。本実施例では、下面骨組み31と培養部21とが固定され、側面骨組み32と気体収容部22とが固定されている。本実施例では、下面骨組み31と培養部21は、ワイヤーにより固定されており、側面骨組み32と気体収容部22は、プラスチックバンドにより固定されている。詳述すると、培養部21を形成するプラスチックバッグの接着縁部分（のりしろ部分）である端部21c（図4参照）にハトメ21hが形成されており、このハトメ21hにワイヤーを通して下面骨組み31に括り付けられている。

30

## 【0050】

また、固定バンド212は、上下の2か所で、側面骨組み32と気体収容部22とを水平方向にまとめて巻き付けるように配置されている。そして、2つの固定バンド212のうち下方の1つは、培養部21と気体収容部22とを固定する固定バンド212と同一である。この下方の固定バンド212は、2周にわたって巻き付けられており、1周目で培養部21と気体収容部22を固定し、2周目で培養槽2とフレーム3を固定している。

## 【0051】

動力源接続骨組み34（図3参照）には、他端が動力源4と接続されたワイヤー5の一端が接続されている。なお、動力源接続骨組み34には、他端が培養部21の上面に接続されたワイヤーも接続されてもよい。

40

## 【0052】

回転軸35は、その両端が水槽6に備えられた軸受61（図2参照）に回動可能に支持され、水平方向および上下方向のスライド移動が制限される。また、回転軸35は、中間骨組み33を含むフレーム3と一体に回動するよう形成されている。したがって、フレーム3および培養槽2は、水平方向および上下方向のスライド移動ができないように規制され、回転軸35を軸として回動（揺動）する。

## 【0053】

続いて、培養槽2が揺動する微細藻類培養システム10の動作について説明する。

図6aは、図2の微細藻類培養装置100における静止状態の培養槽2および培養液24を示す縦断面図であり、図6bは、揺動中の培養槽2および培養液24を示す縦断面図

50

であり、図 6 c は、揺動による角度変化が最大となった状態（第 2 状態）の培養槽 2 および培養液 2 4 の縦断面図であり、図 6 d は、揺動による他方への角度変化が最大となった状態（第 1 状態）の培養槽 2 および培養液 2 4 の縦断面図である。

【 0 0 5 4 】

図 6 a に示すように、静止状態の培養槽 2 は、培養部 2 1 が水平方向に平行な角度でフレーム 3 およびワイヤー 5 により固定されている。ワイヤー 5 はウインチ 4 2 とフレーム 3 によって両端からそれぞれの延長方向側に引っ張られ、ワイヤー 5、ウインチ 4 2、フレーム 3、および培養槽 2 は、引っ張る力が釣り合って静止している状態である。

このとき、培養液 2 4 は、水平状態の培養部 2 1 の内部空間 2 1 d を満たし、培養部 2 1 の内部空間 2 1 d には気体が存在しないか、10% 以下のごくわずかな領域に気体が存在する。すなわち、培養部 2 1 は、培養槽 2 が静止状態であるときに、その内部空間 2 1 d に培養液 2 4 が充填されている部分に該当する。

そして、気体収容部 2 2 の内部空間 2 2 d の上部（培養槽 2 の上端部 2 5 の内部空間）が二酸化炭素を含有する気体で占められている。すなわち、気体収容部 2 2 は、培養槽 2 が静止状態であるときに、培養液 2 4 の上面側にある内部空間 2 2 d に気体（二酸化炭素）が充填されている部分に該当する。

この図 6 a の状態は、培養槽 2 が静止して培養が促進される静止状態であり、培養部 2 1 が略水平に保たれている。略水平とは、培養部 2 1 の広がっている面方向（高さである厚み方向と直行する平面）が、水平からプラスマイナス 10 度の範囲内であること指す。

【 0 0 5 5 】

図 6 b に示すように、モータ 4 1 が駆動し、ウインチ 4 2 が正逆いずれか一方の方向に回転すると、ワイヤー 5 がフレーム 3 側に引っ張られて移動する。このとき、培養槽 2 はフレーム 3 によって固定され、フレーム 3 は回転軸 3 5（および回転軸 3 5 と接続している水槽 6）によって回動可能に固定され、水平方向、幅方向、および上下方向の移動が制限されている。したがって、フレーム 3 は、ワイヤー 5 を引っ張るようにして移動するが、水平方向の移動が制限されているため、回転軸 3 5 を軸として回動する。このとき、培養液 2 4 の嵩高は、培養槽 2 から見て、気体収容部 2 2 の内部空間 2 2 d における気体存在領域（上部空間）を狭くするように上昇し、それに伴って上部空間を満たしていた気体が培養液 2 4 の水圧で押し出されるように気体移動路 2 3 0 および気体排出孔 2 2 3 から排出される。ここで、気体排出孔 2 2 3 には、気体は通過するが液体および固体は通過しないフィルターが設けられているため、排出される気体がすべて気体排出孔 2 2 3 から外部へ排出されるといったことがなく、少なくとも一部の気体が確実に気体移動路 2 3 0 から培養部 2 1 内（内部空間 2 1 d）へ排出される。気体移動路 2 3 0 を通った気体は、接続先の培養部 2 1 内に排出され、培養液 2 4 内を通過して回動によって持ち上がった培養部 2 1 の先端部 2 1 a の内部空間 2 1 d に滞留する。

【 0 0 5 6 】

図 6 c に示すように、モータ 4 1 が図 6 b からさらに駆動し、ウインチ 4 2 が図 6 b と同じ方向にさらに回転すると、培養槽 2 およびフレーム 3 は図 6 b の状態からさらに回動し、一方への角度変化が最大の状態（第 2 状態）となる。この第 2 状態のとき、培養部 2 1 は、水平状態より先端部 2 1 a が上方となるよう所定角度傾いている。このとき、培養液 2 4 の嵩高は、培養槽 2 から見て、気体収容部 2 2 の内部空間 2 2 d における気体存在領域をさらに狭くするように上昇し、それに伴って気体収容部 2 2 内（内部空間 2 2 d）を満たしていた気体が培養液 2 4 の水圧によって気体移動路 2 3 0 へさらに押し出されて培養部 2 1 内に移動する。

【 0 0 5 7 】

その後、図 6 d に示すように、図 6 c の状態からモータ 4 1 が図 6 b および図 6 c のときとは逆方向に駆動し、ウインチ 4 2 が他方（一方とは逆方向）に回転すると、ワイヤー 5 がウインチ 4 2 側に引っ張られるように移動し、それに伴って培養槽 2 およびフレーム 3 が他方に回動し、静止状態の角度を通り越して他方への角度変化が最大の状態（第 1 状態）となる。この第 1 状態のとき、培養部 2 1 は、水平状態より先端部 2 1 a が下方とな

るよう所定角度傾いている。培養槽 2 が第 2 状態から第 1 状態へ遷移（回動、移動）する際に、培養部 2 1 に滞留した気体は、気体移動路 2 3 0 を通るか、培養部 2 1 の上面に沿って気体収容部 2 2 側に移動し、気体収容部 2 2 に再び滞留する。また、第 2 状態から第 1 状態へ遷移する際に、少量の培養液 2 4 が、減圧状態の気体収容部 2 2 の内部空間 2 2 d に向かって吸い上げられるように気体移動路 2 3 0 内を移動する。また、新たな外気が外気取り入れ孔 2 2 2 から気体収容部 2 2 の内部空間 2 2 d に取り入れられる。

#### 【 0 0 5 8 】

その後、モータ 4 1 が一方および他方に繰り返し駆動し、モータ 4 1 の駆動に対応してウインチ 4 2 が一方および他方に繰り返し回転し、培養槽 2 が第 1 状態と第 2 状態との遷移を何度か繰り返すようにして回動（揺動）する。したがって、第 1 状態および第 2 状態は、培養槽 2 の回動可能な角度（揺動の範囲）がそれぞれの方向に最大となる状態である。また、第 1 状態では、培養部 2 1 の先端部 2 1 a が揺動の範囲で最も下方となり、第 2 状態では、培養部 2 1 の先端部 2 1 a が揺動の範囲で最も上方となる。最後に、第 1 状態と第 2 状態との遷移の途中で静止状態と同じ位置（角度）で培養槽 2 が静止し、静止状態に戻る（図 6 a 参照）。

10

#### 【 0 0 5 9 】

このような動作により、収容した培養液 2 4 および微細藻類が、培養槽 2 の揺動と、培養液 2 4 を通過する気体によって攪拌される。また、微細藻類に気体が供給される。培養槽 2 の一連の揺動の際、気体収容部 2 2 の上端部 2 5 と培養部 2 1 の先端部 2 1 a は、常に培養液 2 4 によって分断され、気体がお互いを移動する経路が気体移動路 2 3 0 と培養部 2 1 の天井面付近となる。したがって、培養槽 2 は、第 1 状態から第 2 状態のどの状態であっても、常に培養液 2 4 および培養液 2 4 中の微細藻類が滞留する連結部 2 7（図 6 a、図 6 b、および図 6 c に示した破線の範囲）を有する。連結部 2 7 は、気体移動路 2 3 0 よりも下方に存在する。言い換えれば、気体移動路 2 3 0 は、連結部 2 7 よりも上方に設けられる。

20

#### 【 0 0 6 0 】

また、培養槽 2 の揺動によって、気体収容部 2 2 の内部空間 2 2 d を満たしていた気体の一部が気体排出孔 2 2 3 から排出され、内部空間 2 2 d に外気取り入れ孔 2 2 2 から新たに外気を取り入れられる。この気体入れ換えの現象は、培養槽 2 の揺動によって自然に発生するため、エアレーションといった気体入れ換えのための装置などは必要としない。さらに、気体入れ換えの際に微細藻類と培養液 2 4 を一時的に保管するための調整槽も必要としない。

30

#### 【 0 0 6 1 】

制御装置 1 1（図 1 参照）は、予め定められた所定の周期で、モータ 4 1 を停止させて培養槽 2 も静止している静止状態と、モータ 4 1 を回転させて培養槽 2 を揺動させることで培養槽 2 内の培養液 2 4 および微細藻類を攪拌する揺動状態とを交互に繰り返す。静止状態の時間は、揺動状態の時間より長いことが好ましく、揺動状態の時間の 2 倍以上とすることがより好ましく、揺動状態の時間の 4 倍以上とすることがさらに好ましい。このようにすることで、できるだけ静止して培養する時間を長く確保し、かつ、適切な攪拌をして二酸化炭素を微細藻類に供給することができる。

40

#### 【 0 0 6 2 】

以上の構成により、価値の高い微細藻類の大量生産を、環境保全と両立させながら培養することが可能な微細藻類培養装置、培養システム、および培養方法を提供することができる。

微細藻類培養装置 1 0 0 は、動力源 4 により、培養槽 2 を気体収容部 2 2 から遠い方の培養部 2 1 の先端部 2 1 a が揺動の範囲で最も下方となる第 1 状態と、培養部 2 1 の先端部 2 1 a が揺動の範囲で最も上方となる第 2 状態とを構成するように培養槽 2 を揺動させ、第 1 状態から第 2 状態へ移行する過程で、気体収容部 2 2 内の気体が培養部 2 1 内へと移動し、第 2 状態から第 1 状態へ移行する過程で、培養部 2 1 内へ移動した気体が気体収容部 2 2 内に移動する構成である。この構成により、培養槽 2 の揺動によって、培養に使

50

用する気体（二酸化炭素）は、気体収容部 2 2 内から培養部 2 1 内へ移動し、その後、培養部 2 1 内から気体収容部 2 2 内に移動する動作を繰り返す。これにより、微細藻類培養装置 1 0 0 は、揺動によって培養液 2 4 および微細藻類を攪拌することに加えて、培養液 2 4 中に気体を移動させることによって培養液 2 4 に気体（二酸化炭素）を断続的に送り込みながら微細藻類の培養を行うことができ、微細藻類の成長を促進することができる。また、本発明の微細藻類培養装置 1 0 0 は、環境に排出された二酸化炭素を吸収することで生物生産を行う、低炭素技術である。したがって、価値の高い微細藻類の大量生産を、環境保全と両立させながら培養することができる。

#### 【 0 0 6 3 】

また、静止状態の培養槽 2 は、略水平状態の培養部 2 1 の内部空間 2 1 d が微細藻類を含む培養液 2 4 によって満たされている。この構成により、微細藻類の光合成に必要な光を広範囲に受光することができ、培養の効率を向上させることができる。

#### 【 0 0 6 4 】

また、培養槽 2 およびフレーム 3 は、波などによる水面 6 0 の高さの変化がない限り、培養槽 2 の培養部 2 1 の少なくとも一部が、常に水面 6 0 下（水中）にあるように配置されている。この構成により、屋外に微細藻類培養ユニット 1 を設置した場合であっても、水槽 6 内の水温によって培養液 2 4 の液温が緩衝され、外気温によって培養液 2 4 の液温が過剰に高くなったり低くなったりせず、安定して微細藻類の培養を行うことができる。また、ため池や海上といった、広い面積を有し、かつ上物の無い場所を効率的に利用することができる。

#### 【 0 0 6 5 】

また、培養部 2 1 の内部空間 2 1 d のすべては、幅方向の長さが長手方向の長さより短い。この構成により、培養槽 2 が揺動した場合に、培養部 2 1 に収容された微細藻類および培養液 2 4 が幅方向にあまり偏ることなく、かつ揺動で攪拌されつつ培養槽 2 内を長い距離移動することができる。

#### 【 0 0 6 6 】

また、培養槽 2 は、気体収容部 2 2 の上端部 2 5 に、外気を内部空間 2 2 d に取り入れる外気取り入れ孔 2 2 2 と、内部空間 2 2 d に滞留する気体を排出する気体排出孔 2 2 3 を有する。この構成により、培養槽 2 の揺動による培養液 2 4 の移動によって、気体収容部 2 2 の上端部 2 5 内の気体が、押し出されるように気体排出孔 2 2 3 から排出され、吸入するように外気取り入れ孔 2 2 2 から外気を取り入れる。すなわち、微細藻類の光合成により二酸化炭素が消費された気体が排出され、二酸化炭素を多く含んだ外気が取り入れられる。そして、この一連の気体の入れ換えは、培養槽 2 の揺動によって自然に行われる。したがって、気体の入れ換えのためのエアレーションや、気体の入れ換えのために微細藻類と培養液 2 4 を一時的に保管する調整槽を必要とせず、微細藻類培養装置 1 0 0 および微細藻類培養システム 1 0 を小型化することができ、かつ安価にすることができる。

#### 【 0 0 6 7 】

また、培養槽 2 は、培養部 2 1 と、気体収容部 2 2 とを連通させる気体移動路 2 3 0 を備え、培養槽 2 が第 1 状態から第 2 状態へ移行する過程で、気体収容部 2 2 内の気体が気体移動路 2 3 0 を通って培養部 2 1 内へと移動する構成である。この構成により、気体を気体収容部 2 2 から培養部 2 1 に効率的に移動させることができる。

#### 【 0 0 6 8 】

また、気体移動路 2 3 0 は、培養槽 2 が第 1 状態から第 2 状態までのどの状態にあっても、気体収容部接続バルブ 2 3 1 を介して、気体収容部 2 2 と水面上に位置する高さで接続されている。この構成により、気体収容部 2 2 の内部空間において、気体収容部接続バルブ 2 3 1 が位置する高さには必ず気体存在領域が位置する。したがって、気体収容部 2 2 から効率的に気体を培養部 2 1 に移動させることができる。

#### 【 0 0 6 9 】

また、培養槽 2 の培養部 2 1 は、一部を下から支えると重力に従って自然に変形する程度の固さを有するシート状の軟質樹脂（可撓性の軟質樹脂）によって形成されている。こ

10

20

30

40

50

れにより、強風による揺動での激しい動きによって培養槽 2 の培養部 2 1 が繰り返し水面 6 0 に叩きつけられた場合や、海上で漂流物等に接触した場合であっても、軟質樹脂特有の柔軟な変形によって培養部 2 1 が破損しづらく、培養槽 2 及び微細藻類培養ユニット 1 の耐久性を向上させることができる。また、気体収容部 2 2 も可撓性の軟質樹脂によって形成した場合には、気体収容部 2 2 も同じ効果を得られる。この構成により、また、微細藻類培養ユニット 1 の 1 台あたりの製造コストが硬質プラスチックを使用した場合と比較して安価となり、特に培養槽 2 を複数設ける微細藻類培養システム 1 0 および微細藻類培養装置 1 0 0 を安価に製造することができる。

#### 【0070】

また、動力源 4 は、培養槽 2 の、第 1 状態と第 2 状態との間の揺動を制御するとともに、第 1 状態と第 2 状態との間に、培養槽 2 を静止して培養部 2 1 が略水平な状態に保たれる静止状態を構成する。この構成により、微細藻類の培養を促す静止状態と、微細藻類および培養液 2 4 を攪拌して微細藻類に二酸化炭素を供給する揺動状態とを適切に切り替え、微細藻類を効率よく培養することができる。

10

#### 【0071】

また、微細藻類培養システム 1 0 は、複数の微細藻類培養装置 1 0 0 を連結して構成されている。この構成により、海上といった広い面積を利用しながら、海中または海底に存在する多量の汚泥や汚水から栄養類を積極的に回収し、価値の高い微細藻類を大量生産することができる。

#### 【0072】

なお、この発明は、上述の実施形態の構成のみに限定されるものではなく、多くの実施の形態を得ることができる。

20

例えば、本実施形態では、フレーム 3 に回転軸 3 5 を設け、回転軸 3 5 を軸に培養槽 2 を回動（揺動）させるが、回転軸 3 5 はフレーム 3 以外に設けられていてもよい。すなわち、回転軸 3 5 を軸として、培養槽 2 が揺動される構成であれば、回転軸 3 5 の位置は特に限定されない。

#### 【0073】

また、本実施例の培養槽 2 は、水平方向に伸びる培養部 2 1 と、培養部 2 1 の端部から上方向に伸びる気体収容部 2 2 によって構成され、水平方向から見て L 字または逆 L 字の形状を有するが、例えば、培養部 2 1 の中央付近から上方向に気体収容部 2 2 が伸びるように形成され、水平方向から見て凸の形状を有することもできる。この場合、気体収容部 2 2 の上方向の端部（上端部 2 5）と、培養部 2 1 の水平方向の 1 端部（先端部 2 1 a）を接続するように設けられた第 1 の気体移動路 2 3 0 に加えて、培養部 2 1 の水平方向の他端部を第 2 の先端部 2 1 a として、気体収容部 2 2 の上端部 2 5 と第 2 の先端部 2 1 a 側の培養部 2 1 を接続する第 2 の気体移動路 2 3 0 を設けることができる。

30

#### 【0074】

また、本実施例の培養槽 2 は、培養部 2 1 と気体収容部 2 2 が別部材によって構成されているが、培養部 2 1 と気体収容部 2 2 を一部材として一体となって培養槽 2 を形成していてもよい。このような場合、培養部 2 1 は、培養槽 2 が静止状態であるときに、その内部空間 2 1 d に培養液 2 4 が充填されている部分に該当する。そして、気体収容部 2 2 は、培養槽 2 が静止状態であるときに、培養液 2 4 の上面側にある内部空間 2 2 d に気体（二酸化炭素）が充填されている部分に該当する。また、培養部 2 1 と気体収容部 2 2 を一体成型とする場合は、軟質樹脂のような軟質素材で成形することが好ましい。培養部 2 1 と気体収容部 2 2 を軟質素材で一体形成すれば、特に培養槽 2 を複数設ける微細藻類培養システム 1 0 および微細藻類培養装置 1 0 0 をさらに安価に製造することができる。

40

#### 【0075】

また、気体移動管 2 3（気体移動路 2 3 0）は、設けられていなくてもよい。この場合、気体収容部 2 2 は、気体収容部接続バルブ 2 3 1 が設けられず、培養部 2 1 の長手方向の培養部 2 1 側の側面が孔のない平面になる。また、培養部 2 1 は、培養部接続バルブ 2 3 2 が設けられず、培養部開口部 2 1 1 側の上面が孔の無い平面になる。また、この場合

50

、培養部 2 1 を含む培養槽 2 内の培養液 2 4 の量を減らすと良い。具体的には、培養部 2 1 が略水平状態のときに培養液 2 4 の水面が培養部 2 1 の上面より少し高い程度、あるいは図 6 ( a ) の水面 6 0 と同程度とすると良い。

【 0 0 7 6 】

この場合、培養部 2 1 が水平である静止状態 ( 図 6 a ) から第 2 状態 ( 図 6 c ) へ傾くと、気体収容部 2 2 が下方へ下がり、培養液 2 4 が連結部 2 7 を通じて気体収容部 2 2 へ重力によって移動し、その逆に気体収容部 2 2 内の気体が連結部 2 7 の上部を通過して培養部 2 1 へ移動する。

【 0 0 7 7 】

また、培養部 2 1 が第 2 状態 ( 図 6 c ) から水平である静止状態 ( 図 6 a ) へ戻るときは、この逆で培養液 2 4 が連結部 2 7 を通じて気体収容部 2 2 から培養部 2 1 へ重力によって移動し、培養部 2 1 内の気体が連結部 2 7 の上部を通過して気体収容部 2 2 へ移動する。

【 0 0 7 8 】

さらに、培養部 2 1 が水平である静止状態 ( 図 6 a ) から第 1 状態 ( 図 6 d ) へ傾くと、培養部 2 1 が下方へ下がり、培養液 2 4 が連結部 2 7 を通じて培養部 2 1 へ重力によって移動し、その逆に培養部 2 1 内に残っていた気体が連結部 2 7 の上部を通過して気体収容部 2 2 へ移動する。

【 0 0 7 9 】

このように、気体移動路 2 3 0 が設けられていない場合であっても、培養液 2 4 の量を調整しておくことで、実施例と同様の効果を得ることができる。

なお、このように気体移動路 2 3 0 が設けられていない場合、第 1 状態および第 2 状態の傾きをより傾斜させて、揺動角度を大きくすることが好ましい。これにより、培養部 2 1 と気体収容部 2 2 の間での培養液 2 4 および気体の移動をより確実に実施することができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 0 】

この発明は、微細藻類を培養槽に収容して培養する培養装置の製造販売、および微細藻類の培養に利用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 1 】

- 1 ... 微細藻類培養ユニット
- 2 ... 培養槽
- 2 1 ... 培養部
- 2 1 a ... 先端部
- 2 2 ... 気体収容部
- 2 3 0 ... 気体移動路
- 2 4 ... 培養液
- 2 5 ... 上端部
- 3 ... フレーム
- 3 5 ... 回転軸
- 4 ... 動力源
- 5 ... ワイヤ
- 6 ... 水槽
- 1 0 ... 微細藻類培養システム
- 1 1 ... 制御装置
- 1 2 ... 電力供給装置
- 1 3 ... 支持外装
- 1 0 0 ... 微細藻類培養装置

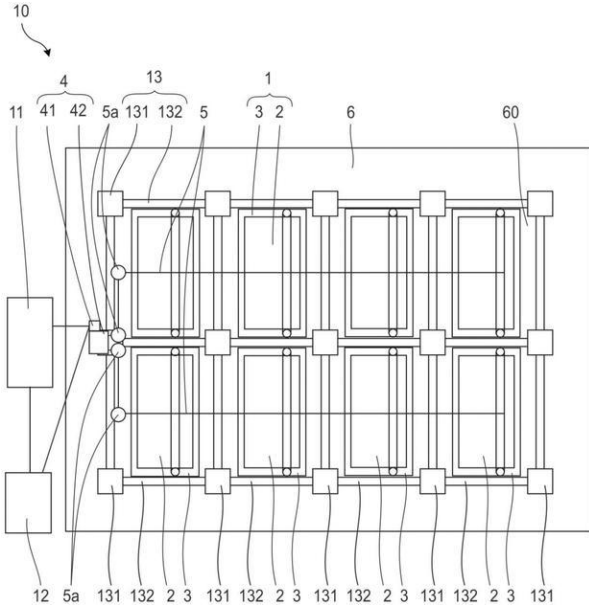
10

20

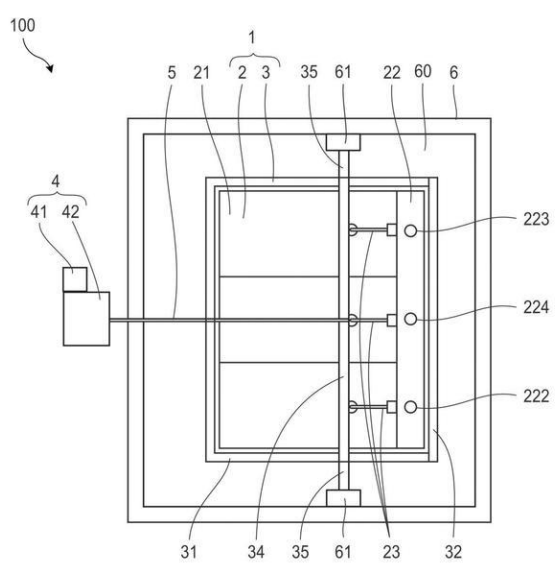
30

40

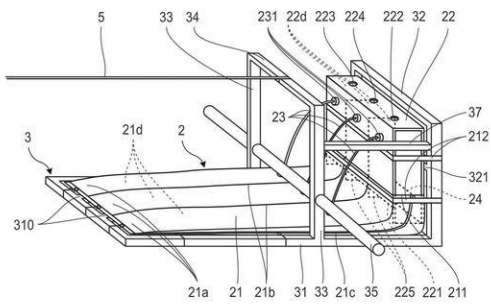
【図 1】



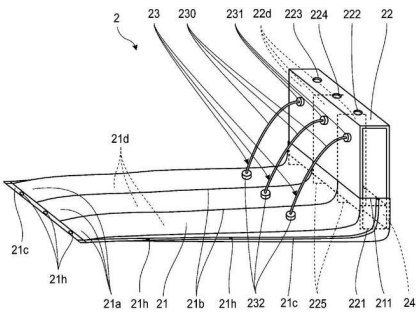
【図 2】



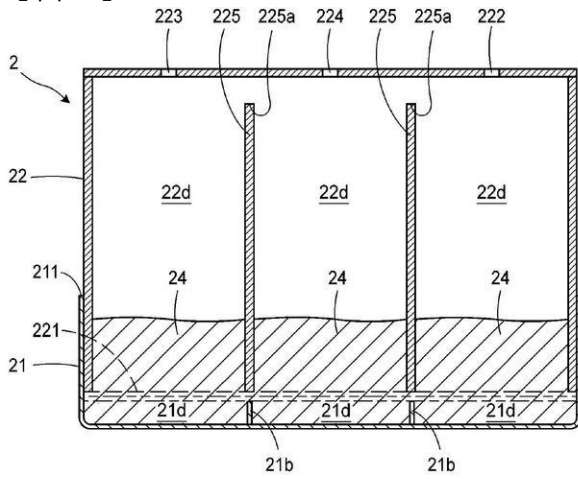
【図 3】



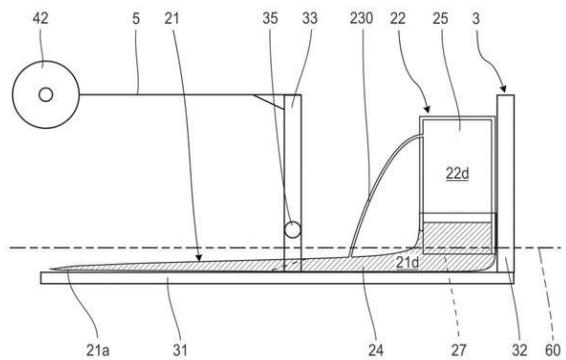
【図 4】



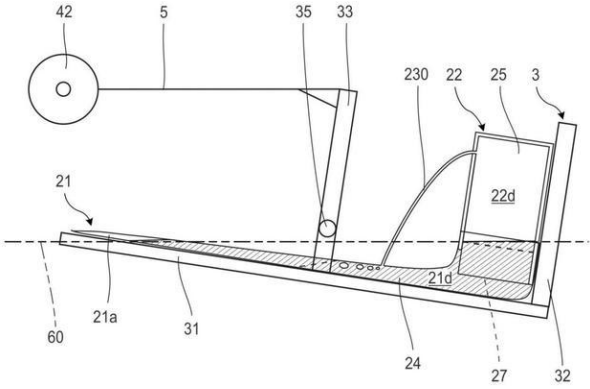
【図 5】



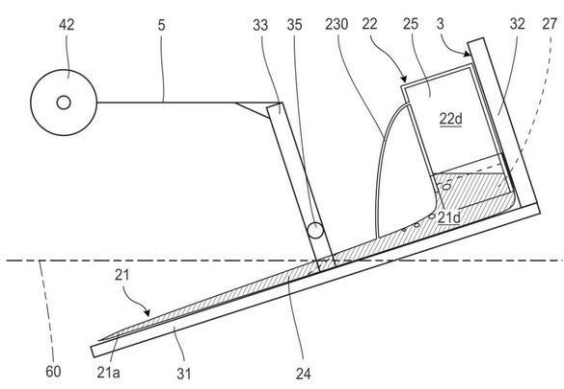
【図 6 a】



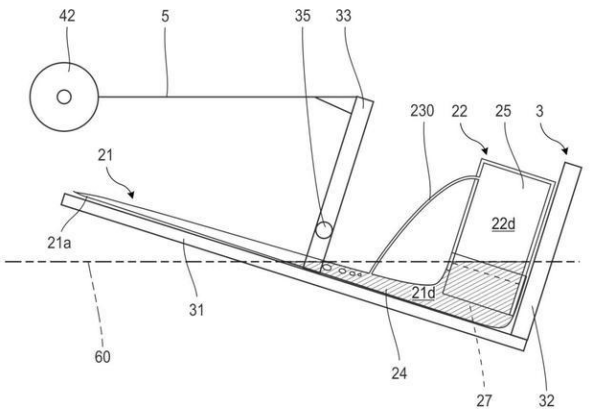
【図 6 b】



【図 6 d】



【図 6 c】



---

フロントページの続き

(72)発明者 堀内 秀治

東京都港区港南1丁目2番70号品川シーズンテラス19F 株式会社丹青社内

(72)発明者 戸松 千秋

神奈川県鎌倉市植木501-62

審査官 三須 大樹

(56)参考文献 国際公開第2019/198238(WO, A1)

実開平03-123528(JP, U)

中国特許出願公開第106635739(CN, A)

米国特許出願公開第2011/0287544(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C12M

C12N

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)