

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5658938号  
(P5658938)

(45) 発行日 平成27年1月28日(2015.1.28)

(24) 登録日 平成26年12月5日(2014.12.5)

(51) Int.Cl. F1  
C12M 1/00 (2006.01) C12M 1/00 E

請求項の数 8 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-169532 (P2010-169532)                  (22) 出願日 平成22年7月28日 (2010.7.28)                  (65) 公開番号 特開2012-29578 (P2012-29578A)                  (43) 公開日 平成24年2月16日 (2012.2.16)                  審査請求日 平成25年7月12日 (2013.7.12)</p>	<p>(73) 特許権者 504036279                  バイオジェニック株式会社                  東京都中央区日本橋人形町2丁目3番5号                  号 DJK人形町ビル2F                  (74) 代理人 100088155                  弁理士 長谷川 芳樹                  (74) 代理人 100128381                  弁理士 清水 義憲                  (74) 代理人 100124062                  弁理士 三上 敬史                  (72) 発明者 幹 渉                  三重県津市上浜町1-92-2                  審査官 幸田 俊希</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 藻類培養装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定方向に並ぶ複数の可視光LEDと、  
 前記複数の可視光LEDを収容すると共に前記可視光LEDが出力する光を透過する部分を有しかつ前記所定方向に伸びる筒状の筐体と、  
 前記筐体の前記光を透過する部分と少なくとも接するように前記筐体の外周面にらせん状に巻きつけられた透明な管路と、  
 藻類培養液を貯留する容器と、  
 前記管路と、前記容器との間で、前記藻類培養液を循環させる循環部と、  
 を備える藻類培養装置。

【請求項2】

前記筒状の筐体内に、前記所定方向に伸びる基板をさらに備え、前記基板の両面にそれぞれ、前記所定方向に並ぶ複数の可視光LEDが設けられている、請求項1に記載の藻類培養装置。

【請求項3】

前記複数の可視光LEDと前記筐体との組合せを複数有し、  
 前記各筐体の軸は互いに平行に配置され、  
 前記各筐体は、前記光を透過する部分とは反対側にヒートシンク部を有し、  
 前記各筐体は、前記ヒートシンク部同士が向き合うように配置され、  
 前記透明の管路は、前記各筐体の前記光が透過する部分と少なくとも接するように前記

複数の筐体を一つの軸としてらせん状に巻きつけられた、請求項 1 に記載の藻類培養装置。

【請求項 4】

前記複数の筐体の軸は上下方向に配置されている、請求項 3 に記載の藻類培養装置。

【請求項 5】

前記複数の筐体のヒートシンク部に囲まれた部分に送風する送風機をさらに備えた、請求項 3 又は 4 に記載の藻類培養装置。

【請求項 6】

前記容器を収容する恒温槽をさらに備える、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の藻類培養装置。

10

【請求項 7】

前記可視光 LED が出力する光の強度を調節する調光部をさらに備える、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の藻類培養装置。

【請求項 8】

前記循環部は、前記透明な管路内の前記藻類培養液の流速を 10 ~ 20 cm / s とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の藻類培養装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、藻類培養装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

藻類は、タンパク質、多糖類、脂肪酸、色素類等の有用物質を生産するため、藻類を培養してこれらの有用物質を獲得すべく、藻類を効率的に培養する方法が従来から研究されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 ~ 3 は、省スペース化、省エネルギー化のためにらせん状に巻かれた透光性の管路内で藻類を培養する方法を開示している。該らせん状に巻かれた透明な管路に光が照射され、藻類は管路内で光合成反応を行なう。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 61086 号公報

【特許文献 2】特開平 09 - 121835 号公報

【特許文献 3】特開昭 62 - 282591 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 ~ 3 の方法では、光源と管路までの距離が遠かったり、反射光を照射していたりすることから、管路に照射される光の強度が十分でなく、その結果、管路内を流通する藻類全体にわたって光を照射することが困難で、藻類を効率良く培養することはできなかった。一方、光源を、管路に近接するように配置すると、光源から発生される熱により、管路内を流通する藻類培養液の温度が上昇し、藻類が生育しにくいことが判明した。

40

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、管路内の藻類培養液の温度上昇を抑制しつつ、管路内で光を効率よく藻類培養液に照射することができる藻類培養装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

本発明にかかる藻類培養装置は、複数の可視光LEDと、筐体と、管路と、容器と、循環部とを備える。

複数の可視光LEDは、所定方向に並んでいる。

筐体は、複数の可視光LEDを収容すると共に可視光LEDが出力する光を透過する部分を有しかつ上記所定方向に伸びる筒状である。

管路は、透明であり、上記筐体の上記光が透過する部分と少なくとも接するように上記筐体の外周面にらせん状に巻きつけられている。

容器は、藻類培養液を貯留する。

循環部は、上記管路と、上記容器との間で、上記藻類培養液を循環させる。

#### 【0008】

本発明によれば、可視光LEDが出力する光は赤外線をほとんど含まず、筐体の光が透過する部分の温度の上昇を抑えることができる。そして、藻類培養液を流通させる透明な管路を筐体の光が透過する部分に接触するように筐体にらせん状に巻きつけることにより、管路を可視光LEDに近づけることができ、藻類培養液の温度上昇を抑制しつつ管路内の藻類全体に対して光を効率よく照射することができる。

#### 【0009】

上述の発明において、筒状の筐体内に、上記所定方向に伸びる基板をさらに備え、上記基板の両面にそれぞれ、上記所定方向に並ぶ複数の可視光LEDが設けられていることが好ましい。これにより、基板の片面方向だけでなく、両面方向から可視光LEDの光が射出されるため、筐体の光が透過する部分の面積が増え、その結果、筐体に接触する管路についても光が照射される面積が増加し、一層効率的な培養が可能となる。

#### 【0010】

また、藻類培養装置が、上記複数の可視光LEDと上記筐体との組合せを複数有していることが好ましい。この場合、上記各筐体の軸は互いに平行に配置され、上記各筐体は、上記光を透過可能な部分とは反対側にヒートシンク部を有し、上記各筐体は、上記ヒートシンク部同士が向き合うように配置され、上記透明の管路は、上記各筐体の上記光が透過する部分と少なくとも接するように上記複数の筐体を一つの軸としてらせん状に巻きつけられている。

#### 【0011】

これにより、管路は、複数の筐体のヒートシンク部に接することなく、かつ、複数の筐体の光を透過する部分に接するので、管路の光が照射される面積が増える。よって、より一層、藻類培養液の温度上昇を抑制しつつ光を効率よく藻類培養液に照射することができる。さらに、筐体が複数であることから、筐体の周囲に巻き付ける管路の長さを長くすることができ、その分培養する藻類の量を増やすことができる。

#### 【0012】

藻類培養装置が、上記複数の可視光LEDと上記筐体との組合せを複数有している場合、上記複数の筐体は上下方向に配置されていることが好ましい。上下方向に配置されていることにより、複数の筐体のヒートシンク部からの放熱により加熱された空気が自然対流によって下から上へと抜けていき、複数の筐体のヒートシンク部に囲まれた部分の空気の温度上昇が防がれる。また、複数の筐体のヒートシンク部に囲まれた部分の空気の温度上昇を防ぐためには、複数の筐体のヒートシンク部に囲まれた部分に送風する送風機をさらに備えていることも好ましい。

#### 【0013】

また、本発明の藻類培養装置は、容器を収容する恒温槽をさらに備えることが好ましい。これにより、容器内の藻類培養液の温度を所定の温度範囲により維持しやすい。

#### 【0014】

また、本発明の藻類培養装置は、可視光LEDが出力する光の強度を調節する調光部をさらに備えることが好ましい。これにより、藻類に明期と暗期の光合成周期を創出することができるし、暗期には、消灯して電力を節約できる。また、培養する藻類の種類や用途に応じて、例えば、強光条件にする等の環境条件を変化させることもできる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

上記循環部は、上記透明な管路内の上記藻類培養液の流速を10～20cm/sとすることが好ましい。上記範囲の流速であれば、藻類細胞間で摩擦が起こることによる機械的損傷や、藻類の細胞に外力がかかることによる藻類の増殖速度が低下する現象、または藻類が管路内で詰まったり、管壁に付着したりする問題が生じにくくなる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 6 】

本発明によれば、管路内の藻類培養液の温度上昇を抑制しつつ、光を効率よく藻類培養液に照射することができる藻類培養装置が提供される。

## 【 図面の簡単な説明 】

10

## 【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の実施形態に係る藻類培養装置を示す一部断面概略構成図である。

【 図 2 】 図 2 の ( a ) は、図 1 の藻類培養装置の筐体 2 0 の近傍の径方向の断面図であり、図 2 の ( b ) は、他の実施形態にかかる筐体 2 0 の近傍の径方向の断面図である。

【 図 3 】 図 3 の ( a ) は、さらに他の実施形態にかかる、筐体 2 0 の近傍の斜視図であり、図 3 の ( b ) は、図 3 の ( a ) の筐体 2 0 の径方向の断面図である。

【 図 4 】 図 4 は、藻類培養システムの一例の概略斜視図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 8 】

20

以下、必要に応じて図面を参照しつつ、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面中、同一要素には同一符号を付すこととし、重複する説明は省略する。図面の寸法比率は図示の比率に限られるものではない。

## 【 0 0 1 9 】

図 1 は、本発明に係る実施形態の一例にかかる藻類培養装置 1 0 0 の基本構成を示す概略構成図である。図 2 の ( a ) は、図 1 の筐体 2 0 の近傍における、筐体 2 0 の軸に垂直な断面図である。

## 【 0 0 2 0 】

本発明に係る藻類培養装置 1 0 0 は、主として、複数の可視光 LED 2 1 と、複数の可視光 LED 2 1 を収容する筒状の筐体 2 0 と、透明な管路 1 0 と、藻類培養液を貯留する容器 4 0 と、藻類培養液を循環させる循環部 5 0 と、を備えた密閉型の培養装置である。

30

## 【 0 0 2 1 】

可視光 LED 2 1 は、X 方向に延びる細長い基板 2 2 の上に、同じ X 方向 ( 所定方向 ) に複数並んで配置されており、X 方向に伸びる LED 列 2 1 L を形成している。本実施形態では、可視光 LED 2 1 が X 方向に並んだ LED 列 2 1 L を、基板 2 2 の上に Y 方向、すなわち、基板 2 2 の幅方向に 2 列有するが、一列でもよく、また、3 列以上でもよい。好ましくは、各 LED 列 2 1 L が有する可視光 LED 2 1 の個数は 1 0 ～ 6 0 0 個、LED 列 2 1 L の数は 1 ～ 2 0 である。このような数にすることで、藻類の光合成反応に必要な光を十分に供給できる。なお、基板 2 2 は必ずしも必要ではなく、可視光 LED 2 1 が筐体 2 0 に直接設けられていてもよい。本実施形態では、この可視光 LED 2 1 は、その

40

## 【 0 0 2 2 】

筐体 2 0 は、LED 列 2 1 L において複数の可視光 LED 2 1 が並ぶ X 方向と同じ X 方向に伸びる円筒状の形態であり、複数の可視光 LED 2 1 を収容する中空体である。筐体 2 0 の両端部は口金 2 6 で閉じられており、一方の口金 2 6 には端子 2 4 が接続されている。各口金 2 6 は、ソケット 2 5 に差し込まれて固定されている。筐体 2 0 は、可視光 LED 2 1 が出力する光を外部に透過可能となるように側面の少なくとも一部 2 0 t ( 本実施形態では上面 ) は透明である。透明な筐体 2 0 の一部 2 0 t を形成する材料としては、可視光の光透過性に優れていれば、いかなる素材でも使用可能であり、例えば、アクリル、PET ( ポリエチレンテレフタレート )、ビニール等の樹脂やプラスチック、ガラス等

50

を好適に使用できる。筐体 20 は、好適な数の可視光 LED 21 を収容し、かつ、可視光 LED 21 と管路 10 との距離を近接させるために、軸方向 (X 方向) の長さが 80 ~ 180 cm であることが好ましく、外径が 0.8 ~ 1.4 cm、厚みが 0.5 ~ 2 mm であることが好ましい。可視光 LED 21 は、発光時に熱を発生するため、この熱を基板 22 を介して筐体 20 の軸方向 (X 方向) に流し、口金 26 や端子 24 から除熱することが好ましい。この場合、管路 10 は、口金 26 とは接触しないことが好ましい。また、可視光 LED 21 として水冷式の LED を使用して除熱することも可能である。

#### 【0023】

管路 10 は、透明であり、筐体 20 の光が透過する部分 20 t (上面) と少なくとも接するように筐体 20 の外周面にらせん状に巻き付けられている。管路 10 の内径は、培養する藻類の種類にもよるが、好ましくは 6 ~ 12 mm である。特に、藻類として、ヘマトコッカス藻 (*Haematococcus pluvialis*) を培養する場合、管路 10 の内径は、7 ~ 10 mm であることが好ましい。管路 10 の内径が 6 mm より小さい場合、藻類が管路 10 内で詰まったり、管壁に付着したりする可能性があり、管路 10 の内径が 12 mm より大きい場合、管路 10 を流通する藻類の全体には、光が照射されない可能性がある。なお、光を透過させる観点から、管路 10 の管壁の厚さは 0.5 ~ 1.6 mm であることが好ましい。図 1 のように、管路 10 は筐体 20 の外周面にらせん状に、隣接する管路 10 間に隙間がないように巻きつけられていることが好ましい。管路 10 において、筐体 20 に巻きつけられている部分の全長は、200 ~ 2000 cm とすることができる。管路 10 を形成する材料としては、可視光の光透過性に優れていれば、いかなる素材でも使用可能であり、例えば、アクリル、PET、ビニール等の樹脂やプラスチック、ガラス等を好適に使用できる。筐体 20 に管路 10 を巻きつけることから、管路 10 を形成する材料は可撓性を有していることが好ましい。

#### 【0024】

容器 40 は、藻類を含む藻類培養液 C を貯留する。容器 40 は、上端に開口を有し、開口は蓋 40 c でシールされている。容器 40 は、藻類の様子を外部から観察可能とし、また、容器 40 においても光合成反応を可能とする観点から、透明であることが好ましい。また、容器 40 の蓋 40 c は開閉可能であることが好ましい。この蓋 40 c を開けて、適宜、藻類培養液 C を供給や、抜き出しをすることができる。

#### 【0025】

管路 10 の一端部 10 a にはポンプ 50 が接続され、さらに、一端部 10 a の先端 10 a e は蓋 40 c を貫通して容器 40 内の底部にまで挿入されている。また、管路 10 の他端部 10 b の先端 10 b e は蓋 40 c を貫通して容器 40 内の上部に挿入されており、先端 10 a e は先端 10 b e よりも低い位置にある。

#### 【0026】

ポンプ 50 は、管路 10 と容器 40 との間で、藻類培養液 C を循環させる循環部を構成する。ポンプ 50 は特に限定されず、公知の種々のポンプを使用できる。

#### 【0027】

容器 40 の蓋 40 c には、さらに、ノズル 31 とノズル 32 とが挿入されている。ノズル 31 には、空気を供給するブローア 36 がライン L1 を介して接続され、ライン L1 には、二酸化炭素ガスポンベ 34 がライン L2 を介して接続されている。ライン L2 には、二酸化炭素ガスポンベ 34 からの二酸化炭素供給量を調節すべく、バルブ 35 が接続されている。ノズル 31 の下端 31 e は、管路 10 の一端部 10 a の先端 10 a e と同様に、容器 40 内の底部にまで挿入されている。

#### 【0028】

ノズル 32 は、容器 40 の内外を連通するものであり、ノズル 32 の外部にはフィルター 33 が設けられている。このフィルター 33 は、他の微生物や夾雑物等による藻類培養液 C のコンタミネーションを防ぐ。ノズル 32 の下端 32 e は、容器 40 内の上部に挿入されており、藻類培養液 C の液面よりも上となり容器 40 内のガスが排出できるようにされている。藻類培養液 C から藻類の光合成反応により生じた酸素が、ノズル 32 を介して

10

20

30

40

50

容器 40 から外界へと放出される。なお、本発明の藻類培養装置 100 は、このフィルター付きノズル 32 を除いて密閉されており、他の微生物や夾雑物等が入らないようになっている。

【0029】

容器 40 は、恒温槽 80 に收容されることが好ましい。恒温槽 80 は、例えば水、油等の伝熱媒体 D を貯留する槽 81 と、槽 81 内に貯留する伝熱媒体 D の加温又は冷却をして藻類培養液 C の温度を所望の温度に維持する温度コントローラ 82 とを有し、伝熱媒体 D が加温又は冷却された上で容器 40 の周囲を循環する。その結果、容器 40 内の藻類培養液 C の温度を所定の温度範囲に維持しやすい。

【0030】

ソケット 25 には、可視光 LED 21 が出力する光の強度を調節する調光部 23 が接続されている。調光部 23 は、可視光 LED 21 に供給する電流を制御して点灯、消灯を切り替えると共に、可視光 LED 21 が出力する光の強度を調節する。調光部 23 は、可視光 LED 21 を所定時間ごとに消灯、点灯することが好ましい。

【0031】

次に、本実施形態の藻類培養装置 100 を用いて藻類を培養する方法について説明する。

【0032】

容器 40 の蓋部 40c を開けて培養する藻類を含む藻類培養液 C を注入する。注入する藻類培養液 C の分量としては、液面がノズル 31 の下端 31e 及び管路 10 の一端部 10a の先端 10ae よりも上になり、ノズル 32 の下端 32e 及び管路 10 の他端部 10b の先端 10be より下となる程度の量であればよい。

【0033】

ここで、培養する藻類は、特に限定されないが、例えば、クロレラ、ナンノクロロプシス、ドゥナリエラ、スピルリナ、ヘマトコッカス等を好適に培養することができる。特に、ヘマトコッカス藻は、栄養細胞から休眠状態であるシスト細胞に形態変化した後に、多量のアスタキサンチンをシスト細胞中に蓄積する藻類であり、アスタキサンチン生産に有用である。

【0034】

次に、プロア 36 及び二酸化炭素ボンベ 34 からの二酸化炭素を含んだ空気をノズル 31 から容器 40 内に供給する。空気が供給されることにより、藻類培養液 C が適度に攪拌されて、溶存二酸化炭素濃度が十分に維持され、また、藻類の沈殿による堆積等が起こりにくくなり、より藻類が培養されやすい環境となる。供給する空気中の二酸化炭素濃度は、2 ~ 20 vol / vol % 程度とすることが藻類の培養には好ましい。この二酸化炭素を含んだ空気は、藻類培養液 C の pH を調節し、かつ、藻類が光合成反応を行うのに必要な二酸化炭素供給源となる。容器 40 が透明である場合、外界から照射される光が透過し、容器 40 においても藻類が光合成反応をすることができる。

【0035】

藻類培養液 C から藻類の光合成反応により生じた酸素は、ノズル 32 を介して容器 40 から外界へと適度に放出されるため、溶存酸素の過剰による光合成阻害が抑制される。なお、光合成反応により生じた酸素は、適宜、藻類の呼吸にも用いられる。

【0036】

次に、調光部 23 により、可視光 LED 21 を点灯する。可視光 LED 21 は、藻類が光合成を行うのに必要な光を出力する。藻類が光合成を行うのに必要な光とは、培養する藻類の種類によっても異なるが、例えば、藻類としてヘマトコッカス藻を培養する場合、好ましくは 360 ~ 700 nm の波長を含む光である。可視光 LED 21 が出力する光は、この範囲の波長の光を含んでいればよく、可視光の全波長域にわたるスペクトルを有していなくてもよい。例えば、可視光の全波長域にわたるスペクトルを有している白色 LED を使用すると、培養する藻類の種類に関わらず光合成を行わせることが可能となる。

【0037】

10

20

30

40

50

次に、循環部50を駆動させ、容器40内の藻類を含む藻類培養液Cを、管路10を通過させて再び容器40に戻す。これにより、藻類培養液Cは、筐体20に巻きついた管路10内を筐体20の一端から他端へと移動し、その間、藻類培養液Cに含まれる藻類が、可視光LED21からの光を浴び、これにより藻類が光合成をすることができる。循環部50は、管路10内の藻類培養液Cの流速を10~20cm/sとすることが好ましい。この範囲の流速であれば、藻類細胞間で摩擦が起こることによる機械的損傷、藻類の細胞に外力がかかることによる藻類の増殖速度が低下する現象、または藻類が管路10内で詰まったり、管壁に付着したりする問題を防ぐことができ、藻類を適正な濃度に保ったまま、管路10内を流通させることができる。

【0038】

10

容器40と管路10との間での藻類培養液Cの循環を続けた後、容器40内の藻類培養液Cは、培養の目的に応じて、藻類の成長度合いや濃度あるいは藻類が生産した有用物質の濃度が、好ましい程度に達していれば、適宜容器40から回収されて、その後の使用に供される。好ましい程度に達していない場合、藻類培養液Cは回収されず、再び同じように管路10を循環し、培養される。

【0039】

なお、ヘマトコッカス藻は、強光条件や栄養飢餓条件に置かれることで、光合成反応を行う栄養細胞からアスタキサンチンを生産できるシスト細胞に変化する。藻類としてヘマトコッカス藻を培養する場合、増殖させるために光合成を活発に行わせる際には、可視光LED21の光強度は、管路10に照射される光強度が光合成有効量子束密度で20~1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ となるように調節することが好ましい。また、栄養細胞からシスト細胞に変化させるために強光条件を創出する際には、可視光LED21の光強度は、管路10に照射される光強度が光合成有効量子束密度で50~100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ となるように調節することが好ましい。

20

【0040】

次に、本実施形態の藻類培養装置100における作用について説明する。

【0041】

本実施形態によれば、可視光LED21から出射する光は、赤外線をほとんど含まないため、筐体20の光が透過する部分20tの温度の上昇を抑えることができる。そして、筐体20の光が透過する部分20tと透明な管路10とを接触させることにより、管路10と可視光LED21との距離を近接できることから、可視光LED21が出力する光は、管路10の筐体20と接していない反対側の部分にまで十分に届くことができ、藻類に対して満遍なく光を与えることが容易となる。よって、管路10内の藻類培養液Cの温度上昇を抑制しつつ、管路10内で光を効率よく藻類培養液Cに照射することができ、藻類培養液Cに含まれる藻類に活発に光合成を行わせることができる。

30

【0042】

また、管路10が筐体20に対して、隣接する管路10間に隙間が無いようにならせた状態で巻きつけられている場合、筐体20を透過した光の光エネルギーのうち、管路10に照射されずに外界へ放射されて失われてしまう分の光エネルギーの損失を十分に防ぐことができる。

40

【0043】

また、可視光LED21は、同じ電力を用いた場合、白熱電球や蛍光灯等の人工光源に比べて所望の波長の光を効率よく得ることができ、省エネルギー化が図れる。

【0044】

また、調光部23は、培養する藻類の種類や量に応じて、藻類の光補償点以上の強度の光を出力するよう可視光LED21からの光の強度を調節できる。また、調光部23によって可視光LED21を周期的に消灯、点灯することにより、明期と暗期のサイクルを創出することができ、培養する藻類の種類によっては、培養効率をより高めることができる。

【0045】

50

さらに、ヘマトコッカス藻を培養する場合、調光部 23 により、光合成反応に適した光の強度と、強光条件の光の強度とに、光強度を調整できることは、ヘマトコッカス藻を増殖させ、アスタキサンチンを生産させるのに有利である。

【0046】

図 2 の (b) は、他の実施形態における、筐体 20 の径方向の断面図である。上記実施形態では、図 2 の (a) に示すように、可視光 LED 21 を、基板 22 の片面のみに設けている構成であるが、本実施形態では、図 2 の (b) に示すように、可視光 LED 21 を基板 22 の両面に設けている。可視光 LED 21 を基板 22 の両面に設けることで、基板の片面方向だけでなく、両面方向から可視光 LED 21 の光が出射されるため、筐体 20 の光が透過する部分の面積が増え、その結果、筐体 20 に接触する管路 21 についても光が照射される面積が増加し、より一層効率よく藻類を培養できる。

10

【0047】

図 3 の (a) 及び (b) に、さらに別の実施形態を示す。上記の図 1 等の実施形態では、藻類培養装置 100 一個あたり、複数の可視光 LED 21 と筒状の筐体 20 との光源ユニット (組合せ) 29 は一つしか含まれていなかったが、この光源ユニット 29 を複数にしても実施は可能である。図 3 の本実施形態では、複数の光源ユニット 29 に対して一つの管路 10 がらせん状に巻きついている。具体的には、図 3 の (a) では、各光源ユニット 29 を構成する筐体 20 の軸が互いに平行に配置され、複数の筐体 20 を一つの軸として管路 10 がらせん状に巻きついている。図 3 の (b) は、その複数の光源ユニット 29 の径方向の断面図である。各可視光 LED 21 が高出力である場合や、可視光 LED 21 の配置密度が高い場合には、可視光 LED 21 の発熱量が多くなるため、その熱を光が出射する方向とは反対側から逃がすべく、筐体 20 が、光を透過可能な部分 20t とは反対側にヒートシンク部 20h を有することが好ましい。ヒートシンク部 20h は、例えば、基板 22 と接するアルミニウム等の金属材料である。ヒートシンク部 20h は、フィン形状を有してもよい。

20

【0048】

筐体 20 がヒートシンク部 20h を有している場合、図 1 のように、一本の筐体 20 のみに管路 10 をらせん状に巻きつける実施形態では、管路 10 の一部がヒートシンク部 20h と接することから管路 10 内の藻類培養液 C の温度がかなり上昇する可能性がある。しかしながら、本実施形態では、各筐体 20 のヒートシンク部 20h 同士が互いに向き合うように配置され、各筐体 20 の光を透過する部分 20t が互いに外側を向くように配置され、さらに、管路 10 が、各筐体 20 の光が透過する部分 20t と少なくとも接するように複数の筐体 20 を一つの軸としてらせん状に巻きついている。このため、管路 10 を、ヒートシンク部 20h と接触させることなく、複数の筐体 20 の光を透過可能な部分 20t にそれぞれ接触させることができ、管路 10 の光が照射される面積が増える。これにより、藻類培養液の温度上昇を抑制しつつ光をより一層効率よく藻類培養液に照射することができる。さらに、筐体 20 が複数であることから、筐体 20 の周囲に巻き付ける管路 10 の長さを長くすることができ、その分培養する藻類の量を増やすことができる。

30

【0049】

なお、この実施形態において、複数の筐体 20 に囲まれた部分 A の空気の温度は、ヒートシンク部 26 からの放熱により上昇しやすい。空気の温度上昇による藻類培養液の温度上昇を防ぐために、図 3 の (a) に示すように、複数の筐体 20 を上下方向に縦置きに配置することが好ましい。縦置きにすることで、加熱された空気が下方から上方に向かって抜けていく自然対流が起こり、複数の筐体 20 に囲まれた部分 A の空気の温度上昇が防がれる。

40

【0050】

また、複数の筐体 20 を上下方向に縦置きに配置せずとも、複数の筐体 20 に囲まれた部分 A に送風する送風機 60 を設けてもよい。送風機からの強制対流により、複数の筐体 20 に囲まれた部分 A の空気の温度上昇が防がれる。なお、送風機 60 は、複数の筐体 20 を上下方向に縦置きに配置した場合にも、図 3 の (a) に示すように、複数の筐体 20

50



の下方に設けてもよい。この場合、自然対流に加え、送風機からの強制対流により、加熱された空気が複数の筐体 20 に囲まれた部分 A からより強力に排気される。

【0051】

また、自然対流や強制対流によらずとも、複数の筐体 20 に囲まれた部分 A を貫通し、各ヒートシンク部 20 h に接触するパイプを設け、そのパイプに水冷液を流通させてもよい。パイプを水冷液が流通することにより、複数の筐体 20 に囲まれた部分 A の温度上昇が防がれる。また、このパイプは各ヒートシンク部 20 h ごとに設けられていてもよい。また、熱を吸収する水冷液を筐体 20 の内部に導入し、水冷式にして可視光 LED 21 自体からの熱を除熱することも可能である。

【0052】

図 4 は、上記実施形態に係る藻類培養装置 100 を複数備える藻類培養システム 300 の一例を示す図である。

この藻類培養システム 300 では、10 個の藻類培養装置 100 が、一つの藻類培養システム 300 を構成している。この藻類培養システム 300 は、底板 92 上に、4 つの支持棒 91 が固定され、この支持棒 91 には中間板 92'、恒温槽 80 及び天板 93 が固定されている。底板 92 上には、4 個の光源ユニット 29 が配置されている。中間板 92' 上には、6 個の光源ユニット 29 が配置されている。10 個の容器 40 は、一つの恒温槽 80 内に一緒に収容されている。コンタミネーションを防ぐため、各藻類培養装置 100 は他の藻類培養装置 100 と独立であり、一つの藻類培養装置 100 の藻類培養液 C が、他の藻類培養装置 100 の藻類培養液 C と混合することはない。そして、二酸化炭素ガスポンプ 34 とブローア 36 とから、ライン L1 及び L2 を介して、各藻類培養装置 100 に対して、二酸化炭素を含んだ空気が供給される。藻類培養システム 300 は、さらに上下に複数段に段積みすることが可能である。このような藻類培養システム 300 によれば、藻類を大量培養する際に従来用いられていた大型培養槽や培養プール等を用いる場合に比べて、省スペース化を図りつつ、大量に藻類を効率よく培養することができる。また、それぞれの藻類培養装置 100 を小型に設計することができ、かつそれぞれの藻類培養装置 100 について整備・保守・点検を行えることから、大型培養槽や培養プール等に比べて、整備・保守・点検が容易となり、省力化を図ることができる。

【0053】

なお、本発明は上記実施形態に限定されず様々な変形態様が可能である。

例えば、上記実施形態では、筐体 20 の形状は円筒であるが、筒状であれば特に円筒には限定されない。

【0054】

また、容器 40 や蓋 40 c の形状や、容器 40 と管路 10 との接続方法も、特に上記実施形態に限定されない。また、調光部 23 を有さずに、可視光 LED を常時一定強度で点灯しても実施は可能である。

【符号の説明】

【0055】

10 ... 管路、21 ... 可視光 LED、22 ... 基板、23 ... 調光部、24 ... 端子、25 ... ソケット、31, 32 ... ノズル、33 ... フィルタ、34 ... 二酸化炭素ガスポンプ、35 ... バルブ、36 ... ブローア、40 ... 容器、50 ... 循環部、60 ... 送風機、70 ... 恒温槽、71 ... 温度コントローラ、80 ... コンテナ、100 ... 藻類培養装置。

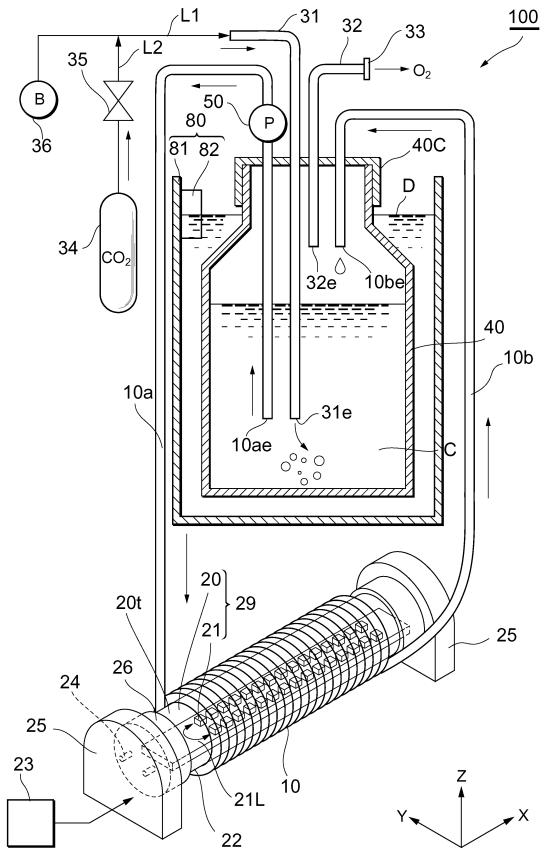
10

20

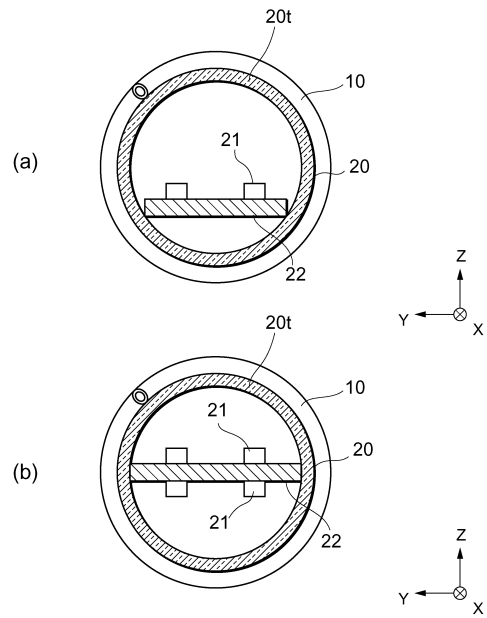
30

40

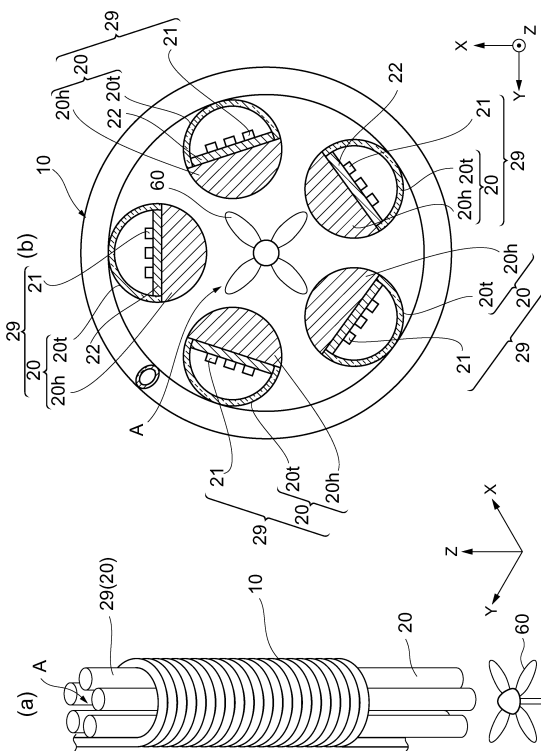
【図1】



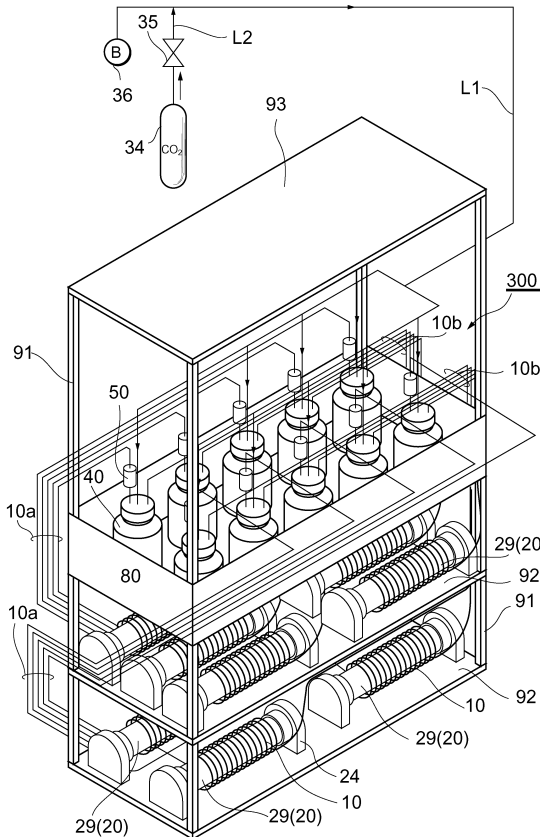
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-282591(JP,A)  
特開平03-191775(JP,A)  
特開平09-121835(JP,A)  
特開平10-113164(JP,A)  
特開平11-089555(JP,A)  
特開2002-000256(JP,A)  
特開2007-061086(JP,A)  
特開2008-237067(JP,A)  
登録実用新案第3143087(JP,U)  
登録実用新案第3151710(JP,U)  
特開2010-004868(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C12M 1/00