

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-131511

(P2016-131511A)

(43) 公開日 平成28年7月25日(2016.7.25)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C 1 2 M 1/00 (2006.01)	C 1 2 M 1/00	E 4 B 0 2 9
C 1 2 N 1/12 (2006.01)	C 1 2 N 1/12	A 4 B 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-6897 (P2015-6897)
 (22) 出願日 平成27年1月16日 (2015.1.16)

(71) 出願人 504171134
 国立大学法人 筑波大学
 茨城県つくば市天王台一丁目1番1
 (71) 出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 110000578
 名古屋国際特許業務法人
 (72) 発明者 渡邊 信
 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立
 大学法人筑波大学内
 (72) 発明者 近藤 弘
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

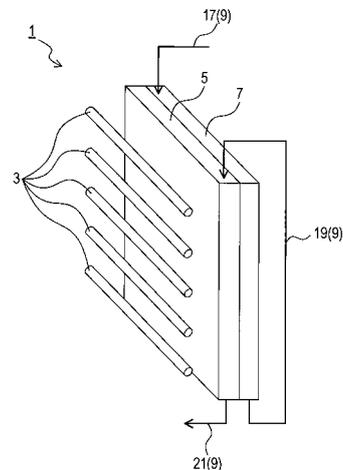
(54) 【発明の名称】 藻類培養装置及び藻類培養方法

(57) 【要約】

【課題】 藻類を効率的に培養できる藻類培養装置及び藻類培養方法を提供すること。

【解決手段】 1又は複数の光源(3)と、前記光源が射出する光の光路上に直列に配列した複数の槽(5、7)と、を備え、前記複数の槽のうち、少なくとも、前記光源から最も遠い槽以外の槽は、前記光の少なくとも一部を透過させ、前記光の少なくとも一部は、前記複数の槽それぞれの内部に到達することを特徴とする藻類培養装置(1)。 前記複数の槽の少なくとも一部の槽に収容された培養液を、その槽よりも前記光源に近い前記槽に移送する移送移動(9)を備えることが好ましい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1 又は複数の光源 (3) と、
前記光源が射出する光の光路上に直列に配列した複数の槽 (5、7) と、
を備え、
前記複数の槽のうち、少なくとも、前記光源から最も遠い槽以外の槽は、前記光の少なくとも一部を透過させ、
前記光の少なくとも一部は、前記複数の槽それぞれの内部に到達することを特徴とする藻類培養装置 (1) 。

【請求項 2】

前記複数の槽の少なくとも一部の槽に収容された培養液を、その槽よりも前記光源に近い前記槽に移送する移送手段 (9) を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の藻類培養装置。

【請求項 3】

前記槽中で培養される藻類の培養フェーズを検出する検出手段 (10) を備え、
前記移送手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて動作することを特徴とする請求項 2 に記載の藻類培養装置。

【請求項 4】

前記複数の槽の少なくとも一部の槽が前記光源により近くなるように、前記配列の順番を変更する配列変更手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の藻類培養装置。

【請求項 5】

前記槽中で培養される藻類の培養フェーズを検出する検出手段を備え、
前記配列変更手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて動作することを特徴とする請求項 4 に記載の藻類培養装置。

【請求項 6】

前記複数の槽の少なくとも一部は、前記光源側に反射防止膜 (11) を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の藻類培養装置。

【請求項 7】

前記光路上において、前記複数の槽よりも前記光源から遠い位置に前記光を反射する反射手段 (15) を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の藻類培養装置。

【請求項 8】

前記複数の槽が、互いに直径が異なる円筒形の槽であり、
前記光源の周囲に同心円上に配列されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の藻類培養装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の藻類培養装置を用いて藻類を培養する藻類培養方法。

【請求項 10】

前記藻類の培養フェーズが進むにつれて、前記複数の槽のうちの少なくとも一部の槽に収容されている培養液を、その槽よりも前記光源に近い槽へ移送することを特徴とする請求項 9 に記載の藻類培養方法。

【請求項 11】

前記藻類の培養フェーズが進むにつれて、前記複数の槽のうちの少なくとも一部の槽が、前記光源により近くなるように、前記配列の順番を変更することを特徴とする請求項 9 に記載の藻類培養方法。

【請求項 12】

前記藻類が、ボトリオコックス、ヘマトコッカス、及びシュードコリスティスのうちの 1 以上であることを特徴とする請求項 9 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の藻類培養方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は藻類培養装置及び藻類培養方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、藻類が生産する色素やオイル等の有用物質の利活用が注目されている。有用物質の生産性を高めるためには、藻類を効率よく培養する必要がある。藻類の培養効率を高めるために、藻類への光の供給方法に関する提案がなされている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開昭58-212776号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

藻類の培養に適した光の強度は、藻類の種類と生成物とによって異なる場合がある。例えば、有用物質であるアスタキサンチン（赤色色素）を生成、蓄積することで知られるヘマトコッカスは、弱い光の下で培養すると、藻自体は増殖するものの、アスタキサンチンを生成せず、一方、強い光の下で培養すると、アスタキサンチンを生成することが知られている。

【0005】

また例えば、有用物質であるオイルを生成、蓄積することで知られるボトリオコッカスは、弱い光の下で培養するより、強い光の下で培養する方が効率よくオイルを生成、蓄積する。つまり、藻自体を効率よく増殖させる光の強度と、目的とする有用物質を効率よく生成、蓄積させる光の強度とは異なり、それら双方の光の強度を実現できる培養装置が必要である。

【0006】

本発明は以上の点に鑑みなされたものであり、藻類の培養と有用物質の生成とを効率的に行える藻類培養装置及び藻類培養方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の藻類培養装置は、1又は複数の光源と、光源が射出する光の光路上に直列に配列した複数の槽とを備え、複数の槽のうち、少なくとも、光源から最も遠い槽以外の槽は、光の少なくとも一部を透過させ、光の少なくとも一部は、複数の槽それぞれの内部に到達することを特徴とする。

【0008】

本発明の藻類培養装置によれば、藻類の特性に応じて、光源を効率的に使用し、藻類を培養することができる。すなわち、複数の槽は、光源が射出する光の光路上に直列に配列されているので、光源で、複数の槽に光を照射し、複数の槽で藻類を培養することができる。

【0009】

そして、例えば、強い光の下で有用物質を効率よく生成する藻類の培養の場合、最初に、複数の槽のうち、光源から遠い槽（光強度が低い槽）内で培養を行うことで、藻類自体を効率的に増殖させ、次に、光源に近い槽（光強度が高い槽）内で培養を行うことで、有用物質の生成を効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】藻類培養装置1の構成を表す斜視図である。

【図2】藻類培養装置1の構成を表す断面図である。

【図3】藻類の培養において供給する光の光強度と藻類の成長効率との関係を表すグラフ

10

20

30

40

50

である。

【図4】藻類の培養において供給する光の光強度と藻類のオイル含有率との関係を表すグラフである。

【図5】藻類培養装置101の構成を表す斜視図である。

【図6】藻類培養装置101の構成を表す断面図である。

【図7】藻類培養装置101の別形態を表す斜視図である

【図8】藻類培養装置201の構成を表す斜視図である。

【図9】藻類培養装置201の構成を表す断面図である。

【図10】藻類培養装置301の構成を表す断面図である。

【図11】藻類培養装置401の構成を表す斜視図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の実施形態を図面に基づき説明する。

<第1の実施形態>

1. 藻類培養装置1の構成

藻類培養装置1の構成を図1～図3に基づき説明する。藻類培養装置1は、図1及び図2に示すように、光源3と、2つの槽5、7と、培養液移送ユニット（移送手段の一実施形態）9と、培養フェーズ検出センサ（検出手段の一実施形態）10とを備える。また、藻類培養装置1は、その他にも、周知の培養装置と同様に、槽5、7にCO₂を連続供給する手段、槽5、7の温度を制御する手段（いずれも図示略）等を備えている。

20

【0012】

光源3は、直管形状の蛍光灯が5本平行に並んだものである。槽5、7は、光源3が射出する光の光路（図2において光源3から右に向う光路）上に直列に配列している。すなわち、光源3が射出した光は、まず、槽5を透過し、次に、槽7に到達する。

【0013】

槽5、槽7は、それぞれ、透明なガラスから成る中空直方体形状の槽である。槽5における光源3とは反対側の壁面と、槽7における光源3側の壁面とは、一体で構成されている。よって槽5、7は、光源3が射出した光を透過可能である。また、光源3と槽7との間に槽5が存在しても、光源3が射出した光は、槽7の内部に到達する。

30

【0014】

槽5の外表面のうち、光源3に対向する面5Aには反射防止膜11が設けられている。反射防止膜11は、光源3が射出した光が面5Aで反射することを抑制し、面5Aを透過する光の割合を増加させる。この反射防止膜11は、MgF₂から成る単層膜であり、ディッピングの方法で形成される。なお、反射防止膜11は、TiO₂、SiO₂等から成る多層膜であってもよい。また、反射防止膜11は、スパッタで形成してもよいし、フィルムを貼り付ける方法で形成してもよい。

【0015】

また、槽7の外表面のうち、光源3とは反対側の面7Bには、光を反射する反射膜（反射手段の一実施形態）15が設けられている。反射膜15は、槽7を透過した光を、槽7の内側方向に反射する。反射膜15は、アルミニウム等の金属膜であって、スパッタ等の方法で形成できる。

40

【0016】

培養液移送ユニット9は、培養液を移送する配管17、19、21と、それら配管を通して培養液を送るポンプ（図示略）とから成る。配管17は、外部と槽7の上端とを接続し、培養液を外部から槽7内に送ることができる。配管19は、槽7の下端と槽5の上端とを接続し、槽7から排出された培養液を槽5に送ることができる。配管21は、槽5の下端と外部とを接続し、槽5から培養液を外部に排出することができる。

【0017】

培養フェーズ検出センサ10は、図2に示すように、槽5、7それぞれの内部に設置されており、槽5、7に培養液を入れたとき、培養液中に浸漬される。培養フェーズ検出セ

50

ンサ10は、槽5、7における光源3とは反対側の壁面の内側に配置されたフォトランジスタである。また、槽5における光源3側の壁面の内側に、フォトランジスタから成る、培養フェーズ検出用リファレンスセンサ10Bが配置されている。

【0018】

槽5、7に培養液を入れ、そこで藻類を培養している場合、光源3から射出された光は、培養液で減衰されることなく、培養フェーズ検出用リファレンスセンサ10Bに入射し、培養液で減衰された光が培養フェーズ検出センサ10に入射する。培養フェーズ検出センサ10で検出される光は、培養液中の藻類の濃度（培養液の単位体積当りに含まれる藻類の個体数）が高いほど、弱くなる。よって、培養フェーズ検出用リファレンスセンサ10Bで検出された光の強さと、培養フェーズ検出センサ10で検出した光の強さとの差から、培養液中の藻類の濃度（培養フェーズの一例）を検出することができる。培養フェーズ検出センサ10及び培養フェーズ検出用リファレンスセンサ10Bの出力信号は、図示しない信号線により、外部に出力される。

10

【0019】

2. 藻類の培養方法

藻類培養装置1を用いて藻類を培養する方法を説明する。まず、藻類を含む培養液を、配管17を通して槽7内に供給する。藻類は、微細藻類の1種であるボトリオコックスである。槽7の内部には、光源3の光が照射される。なお、槽7内に到達する光は、槽5を透過しているため、槽5内の光よりも弱い。

【0020】

また、槽7内にCO₂を連続的に供給し、槽7内の温度を藻類の培養に適した温度に維持する。槽7内で藻類の濃度は時間の経過とともに増加する。槽7内の培養フェーズ検出センサ10で検出した藻類の濃度が所定の基準濃度T₁に達すると、槽7内に収容されている培養液を、配管19を通して、槽5に移送する。

20

【0021】

移送後の槽5の内部にも、光源3の光が照射される。なお、槽5内の光は、槽7内に到達する光よりも強い。また、槽5内にCO₂を連続的に供給し、槽5内の温度を藻類の培養に適した温度に維持する。槽5内で藻類の濃度は時間の経過とともに増加する。槽5内の培養フェーズ検出センサ10で検出した藻類の濃度が所定の基準濃度T₂に達すると、槽5内の培養液を、配管21を通して、外部に排出する。槽5から排出された培養液から藻類を取り出し、その藻類から、オイルを抽出することができる。

30

【0022】

一方、培養液を槽5に移送した後の槽7には、配管17を通して、藻類を含む培養液を新たに供給する。そして、上記と同様に、藻類の濃度が所定の基準濃度T₁に達するまで槽7内で培養を行い、その後、槽7内の培養液を、配管19を通して、槽5に移送する。

【0023】

以下、同様の工程を繰り返す。すなわち、藻類を含む培養液を、最初に槽7内に供給し、そこで藻類の濃度が基準濃度T₁に達するまで培養してから、槽5内に移送し、そこで藻類の濃度が基準濃度T₂に達するまで培養してから、外部に排出する、というサイクルを連続して行う。培養液の供給、移送、及び排出は、培養フェーズ検出センサ10の検出結果に基づき、自動で実行してもよいし、作業者が行ってもよい。また、各工程で培養液を移送する方法は、各槽内の培養液の全量を一度に移送する方法であってもよいし、各槽内の培養液を一部ずつ移送する方法であってもよいし、連続的に移送する方法であってもよい。

40

【0024】

3. 藻類培養装置1及び藻類培養方法が奏する効果

藻類培養装置1及び上述した藻類培養方法によれば、以下の効果を奏することができる。

【0025】

(1) 藻類は、一般的に、図3の例に示すように、藻類に照射する光の光強度が低い方

50

が、成長光エネルギー効率が低い。ここで、成長光エネルギー効率とは、単位投入光エネルギー当たりの藻の増殖量を意味する。一方、図4に示すように、藻類が含有するオイルの比率（オイル含有率）は、光の強度が強いほど、高くなる。

【0026】

上述した培養方法では、これらの藻類の特性に応じて、一組の光源3を効率的に使用し、藻類を効率的に培養することができる。

すなわち、槽5、7は、光源3が射出する光の光路上に直列に配列されているので、一組の光源3で、槽5、7の両方に光を照射し、槽5、7の両方で藻類を培養することができる。

【0027】

そして、最初に、光強度が低い槽7内で培養を行うことで、藻類自体を効率的に増加させ、次に光強度が高い槽5で培養を行うことで、藻類のオイル含有率を高めることができる。その結果、光源3の光エネルギーを効率的に利用し、オイルを製造することができる。また、槽5、7の両方に強い光を供給する場合に比べて、光源3で消費するエネルギーを低減することができる。

【0028】

(2)藻類培養装置1は、培養フェーズ検出センサ10を備え、槽5、7における藻類の濃度を検出することができる。その結果、培養液を移送するタイミングを適切に設定することができる。

【0029】

(3)槽5は反射防止膜11を備える。そのため、光源3の光を藻類の培養に効率よく使用することができる。

(4)藻類培養装置1は反射膜15を備える。槽7を透過する光は少量だが、それを反射膜15で反射して、再び槽7内に戻す。そのため、光源3の光を藻類の培養に効率よく使用することができる。

【0030】

4.変形例

培養液を槽5、7間で移送する代わりに、槽5、7を移動させ、それらの配列の順序を変えてもよい。この場合、槽5と槽7とを、分離したものとする。すなわち、槽5における光源3とは反対側の壁面と、槽7における光源3側の壁面とを別々に構成する。これらの壁面に反射防止膜を設けてもよい。例えば、槽5内で藻類のオイル含有率が十分高まるとともに、槽7内で藻類の濃度が基準濃度 T_1 に達したとき、槽5は藻類培養装置1から取り外し、それまで槽5があった位置（光源3に隣接する位置）に槽7を移動させる（すなわち、光源3により近くなるように、槽7の配列の順番を変更する）。さらに、それまで槽7があった位置に、別の槽（新たな培養液及び藻類を含む槽）をもってくる。

【0031】

取り出した槽5から藻類を取り出し、その藻類から、オイルを抽出する。また、光源3に隣接する位置に移動した槽7では、藻類の培養を継続し、藻類のオイル含有率を高める。そして、以上のサイクルを繰り返し行う。

【0032】

上記の槽配列の順序変更は、ロボット（配列変更手段の一実施形態）で自動的に行ってもよいし、作業者が行ってもよい。ロボットで行う場合、槽配列の順序変更は、培養フェーズ検出センサ10の検出結果に基づき動作するロボットで、自動的に行うことができる。

<第2の実施形態>

1.藻類培養装置101の構成

藻類培養装置101の構成を図5、図6に基づき説明する。藻類培養装置101は、第1ユニット29、第2ユニット31、第3ユニット33、及び第4ユニット35を備える。これらは、それぞれ、前記第1の実施形態における藻類培養装置1（ただし培養液移送ユニット9を除く）と同様に、光源3、槽5、7、培養フェーズ検出センサ10、及び培

10

20

30

40

50

養フェーズ検出用リファレンスセンサ 10B を備えている。また、第 1 ユニット 29、第 2 ユニット 31、第 3 ユニット 33、及び第 4 ユニット 35 はそれぞれ、槽 5、7 に CO_2 を連続供給する手段、槽 5、7 の温度を制御する手段（いずれも図示略）等を備えている。

【0033】

また、藻類培養装置 101 は、培養液移送ユニット 37 を備えている。培養液移送ユニット 37 は、培養液を移送する配管 39、41、43、45、47、49、51、53、55 と、それら配管を通して培養液を送るポンプ（図示略）とから成る。

【0034】

配管 39 は、外部と第 1 ユニット 29 における槽 7 の上端とを接続し、培養液を外部から第 1 ユニット 29 における槽 7 内に送ることができる。

10

配管 41 は、第 1 ユニット 29 における槽 7 の下端と第 2 ユニット 31 における槽 7 の上端とを接続し、第 1 ユニット 29 における槽 7 から排出された培養液を第 2 ユニット 31 における槽 7 に送ることができる。

【0035】

配管 43 は、第 2 ユニット 31 における槽 7 の下端と第 3 ユニット 33 における槽 7 の上端とを接続し、第 2 ユニット 31 における槽 7 から排出された培養液を第 3 ユニット 33 における槽 7 に送ることができる。

【0036】

配管 45 は、第 3 ユニット 33 における槽 7 の下端と第 4 ユニット 35 における槽 7 の上端とを接続し、第 3 ユニット 33 における槽 7 から排出された培養液を第 4 ユニット 35 における槽 7 に送ることができる。

20

【0037】

配管 47 は、第 4 ユニット 35 における槽 7 の下端と第 4 ユニット 35 における槽 5 の上端とを接続し、第 4 ユニット 35 における槽 7 から排出された培養液を第 4 ユニット 35 における槽 5 に送ることができる。

【0038】

配管 49 は、第 4 ユニット 35 における槽 5 の下端と第 3 ユニット 33 における槽 5 の上端とを接続し、第 4 ユニット 35 における槽 5 から排出された培養液を第 3 ユニット 33 における槽 5 に送ることができる。

30

【0039】

配管 51 は、第 3 ユニット 33 における槽 5 の下端と第 2 ユニット 31 における槽 5 の上端とを接続し、第 3 ユニット 33 における槽 5 から排出された培養液を第 2 ユニット 31 における槽 5 に送ることができる。

【0040】

配管 53 は、第 2 ユニット 31 における槽 5 の下端と第 1 ユニット 29 における槽 5 の上端とを接続し、第 2 ユニット 31 における槽 5 から排出された培養液を第 1 ユニット 29 における槽 5 に送ることができる。

【0041】

配管 55 は、第 1 ユニット 29 における槽 5 の下端と外部とを接続し、第 1 ユニット 29 における槽 5 から培養液を外部に排出することができる。

40

2. 藻類の培養方法

藻類培養装置 101 を用いて藻類を培養する方法を説明する。まず、藻類を含む培養液を、配管 39 を通して第 1 ユニット 29 における槽 7 内に供給する。藻類は微細藻類の 1 種であるボトリオコックスである。第 1 ユニット 29 における槽 7 の内部には、光源 3 の光が照射される。なお、槽 7 内に到達する光は、槽 5 を透過しているため、槽 5 内の光よりも弱い。また、槽 7 内に CO_2 を連続的に供給し、槽 7 内の温度を藻類の培養に適した温度に維持する。槽 7 内で藻類の濃度は時間の経過とともに増加する。

【0042】

槽 7 内の培養フェーズ検出センサ 10 で検出した藻類の濃度が所定の基準濃度 A_1 に達

50

すると、第1ユニット29における槽7内の培養液を、配管41を通して、第2ユニット31における槽7に移送する。この第2ユニット31における槽7でも、第1ユニット29における槽7と同様に、培養が行われる。

【0043】

以下同様に、藻類の濃度が、各槽ごとに決められた基準濃度に達するごとに、培養液は、第3ユニット33における槽7、第4ユニット35における槽7、第4ユニット35における槽5、第3ユニット33における槽5、第2ユニット31における槽5、及び第1ユニット29における槽5に順次移送され、各槽で藻類の培養が行われる。なお、この移送の経路を、以下では移送経路とする。

【0044】

第1ユニット29における槽5での培養が終了すると、培養液を、配管55を通して、外部に排出する。この槽5から排出された培養液から藻類を取り出し、その藻類から、オイルを抽出することができる。

【0045】

培養液を移送経路における次の槽に移送した後の各槽には、次の培養液を供給し、その培養液についても上記と同様に、移送経路に沿って移送しながら、各槽で培養を行い、最後は第1ユニット29における槽5から排出する。なお、培養液の供給、移送、及び排出は、培養フェーズ検出センサ10の検出結果に基づき、自動で実行してもよいし、作業者が行ってもよい。

【0046】

3. 藻類培養装置101及び藻類培養方法が奏する効果

藻類培養装置101及び上述した藻類培養方法によれば、前記第1の実施形態と略同様の効果を奏することができる。

【0047】

また、藻類培養装置101は、槽5、及び槽7をそれぞれ複数備え、それらの間で培養液を移送しながら藻類の培養を行うことができるので、藻類の培養効率が一層向上する。

4. 変形例

培養液を槽同士の間で移送する代わりに、図7に示すように、各槽を取り外し可能として、各槽の配列の順番を変更可能とすることができる。例えば、第1ユニット29における槽7内で藻類の濃度が基準濃度に達すると、その槽を、それまで、第2ユニット31における槽7があった位置に移動させることができる。その他の槽も、それぞれ、移送経路における次の槽の位置に移動させることができる。

【0048】

上記の槽配列の順序変更は、ロボットで自動的に行ってもよいし、作業者が行ってもよい。ロボットで行う場合、槽配列の順序変更は、培養フェーズ検出センサ10の検出結果に基づき、自動で行うことができる。

<第3の実施形態>

1. 藻類培養装置201の構成

藻類培養装置201の構成を図8、図9に基づき説明する。藻類培養装置201は、光源3と、3つの槽5、7、8と、培養液移送ユニット9と、培養フェーズ検出センサ10とを備える。また、藻類培養装置201は、その他にも、周知の培養装置と同様に、槽5、7、8にCO₂を連続供給する手段、槽5、7、8の温度を制御する手段(いずれも図示略)等を備えている。

【0049】

光源3は、直管形状の蛍光灯である。槽5、7、8は、互いに直径が異なる中空円筒形の槽である。槽5が最も内側にあり、槽8が最も外側にあり、槽7がそれらの中間にある。槽5、7、8は、同心に配列されており、光源3は、それらの中心に位置する。すなわち、槽5、7、8は、光源3の周囲に同心円上に配列されている。

【0050】

また、槽5、7、8は、光源3が射出する光の光路(図9において光源3から右方向又

10

20

30

40

50

は左方向に向う光路)上に直列に配列している。すなわち、光源3が射出した光は、まず、槽5を透過し、次に槽7を到達し、次に槽8に到達する。

【0051】

槽5、7、8は、それぞれ、透明なガラスから成る。槽5の外側の壁面と槽7の内側の壁面とは一体として構成される。また、槽7の外側の壁面と槽8の内側の壁面とは一体として構成される。よって槽5、7、8は、光源3が射出した光を透過可能である。また、光源3と槽7との間に槽5が存在しても、光源3が射出した光は、槽7の内部に到達し、光源3と槽8との間に槽5、7が存在しても、光源3が射出した光は、槽8の内部に到達する。

【0052】

槽5の内周面には反射防止膜11が設けられている。反射防止膜11の機能及び構造は前記第1の実施形態と同様である。

また、槽8の外周面には反射膜15が設けられている。反射膜15の機能及び構造は前記第1の実施形態と同様である。

【0053】

培養液移送ユニット9は、培養液を移送する配管57、59、61、63と、それら配管を通して培養液を送るポンプ(図示略)とから成る。配管57は、外部と槽8の上端とを接続し、培養液を外部から槽8内に送ることができる。配管59は、槽8の下端と槽7の上端とを接続し、槽8から排出された培養液を槽7に送ることができる。配管61は、槽7の下端と槽5の上端とを接続し、槽7から排出された培養液を槽5に送ることができる。配管63は、槽5の下端と外部とを接続し、槽5から培養液を外部に排出することができる。培養フェーズ検出センサ10及び培養フェーズ検出用リファレンスセンサ10Bの構成及び機能は前記第1の実施形態と同様である。

【0054】

2. 藻類の培養方法

藻類培養装置201を用いて藻類を培養する方法を説明する。まず、藻類を含む培養液を、配管57を通して槽8内に供給する。藻類は微細藻類の1種であるボトリオコックスである。槽8の内部には、光源3の光が照射される。なお、槽8内に到達する光は、槽5、7を透過しているため、槽5、7内の光よりも弱い。

【0055】

また、槽8内にCO₂を連続的に供給し、槽8内の温度を藻類の培養に適した温度に維持する。槽8内で藻類の濃度は時間の経過とともに増加する。槽8内の培養フェーズ検出センサ10で検出した藻類の濃度が所定の基準濃度B₁に達すると、槽8内の培養液を、配管59を通して、槽7に移送する。

【0056】

移送後の槽7の内部にも、光源3の光が照射される。なお、槽7内の光は、槽8内に到達する光よりも強く、槽5内に到達する光よりも弱い。また、槽7内にCO₂を連続的に供給し、槽7内の温度を藻類の培養に適した温度に維持する。槽7内で藻類の濃度は時間の経過とともに増加する。槽7内の培養フェーズ検出センサ10で検出した藻類の濃度が所定の基準濃度B₂に達すると、槽7内の培養液を、配管61を通して、槽5に移送する。

【0057】

移送後の槽5の内部にも、光源3の光が照射される。なお、槽5内の光は、槽7内に到達する光よりも強い。また、槽5内にCO₂を連続的に供給し、槽5内の温度を藻類の培養に適した温度に維持する。槽5内で藻類の濃度は時間の経過とともに増加する。槽5内の培養フェーズ検出センサ10で検出した藻類の濃度が所定の基準濃度B₃に達すると、槽5内の培養液を、配管63を通して、外部に排出する。槽5から排出された培養液から藻類を取り出し、その藻類から、オイルを抽出することができる。

【0058】

一方、培養液を槽7に移送した後の槽8には、配管57を通して、藻類を含む培養液を

10

20

30

40

50

新たに供給する。そして、この培養液についても、藻類の濃度が、各槽ごとに決められた基準濃度に達するごとに、槽 8、槽 7、槽 5 に順次移送し、各槽で藻類の培養を行う。培養液の供給、移送、及び排出は、培養フェーズ検出センサ 10 の検出結果に基づき、自動で実行してもよいし、作業者が行ってもよい。

【0059】

3. 藻類培養装置 201 及び藻類培養方法が奏する効果

藻類培養装置 201 及び上述した藻類培養方法によれば、前記第 1 の実施形態と略同様の効果を奏することができる。

【0060】

また、藻類培養装置 201 は、3つの槽 5、7、8 を備え、それらの間で培養液を移送しながら藻類の培養を行うことができるので、藻類の培養効率が一層向上する。

また、槽 5、7、8 の形状が円筒形であり、それらの中心に光源 3 が位置するので、光源 3 が射出する光を効率的に利用することができる。

< 第 4 の実施形態 >

1. 藻類培養装置 301 の構成

藻類培養装置 301 の構成を図 10 に基づき説明する。藻類培養装置 301 は、光源 3 と、3つの槽 5、7、8 と、培養液移送ユニット 9 と、培養フェーズ検出センサ 10 とを備える。また、藻類培養装置 301 は、その他にも、周知の培養装置と同様に、槽 5、7、8 に CO_2 を連続供給する手段、槽 5、7、8 の温度を制御する手段（いずれも図示略）等を備えている。

【0061】

光源 3 は、直管形状の蛍光灯が 5 本平行に並んだものである。槽 5、7、8 は、それぞれ、透明なガラスから成る中空直方体形状の槽である。よって槽 5、7、8 は、光源 3 が射出した光を透過可能である。また、光源 3 と槽 8 との間に槽 5、7 が存在しても、光源 3 が射出した光は、槽 8 の内部に到達し、光源 3 と槽 7 との間に槽 5 が存在しても、光源 3 が射出した光は、槽 7 の内部に到達する。

【0062】

また、槽 5、7、8 は、光源 3 が射出する光の光路（図 10 において光源 3 から右に向う光路）上に直列に配列している。すなわち、光源 3 が射出した光は、まず、槽 5 を透過し、次に槽 7 を到達し、次に槽 8 に到達する。

【0063】

槽 5 の外表面のうち、光源 3 に対向する面には反射防止膜 11 が設けられている。反射防止膜 11 の機能及び構造は前記第 1 の実施形態と同様である。

また、槽 8 の外表面のうち、光源 3 とは反対側の面には反射膜 15 が設けられている。反射膜 15 の機能及び構造は前記第 1 の実施形態と同様である。

【0064】

培養液移送ユニット 9 は、培養液を移送する配管 65、67、69、71 と、それら配管を通して培養液を送るポンプ（図示略）とから成る。配管 65 は、外部と槽 8 の上端とを接続し、培養液を外部から槽 8 内に送ることができる。配管 67 は、槽 8 の下端と槽 7 の上端とを接続し、槽 8 から排出された培養液を槽 7 に送ることができる。配管 69 は、槽 7 の下端と槽 5 の上端とを接続し、槽 7 から排出された培養液を槽 5 に送ることができる。配管 71 は、槽 5 の下端と外部とを接続し、槽 5 から培養液を外部に排出することができる。培養フェーズ検出センサ 10 及び培養フェーズ検出用リファレンスセンサ 10B の構成及び機能は前記第 1 の実施形態と同様である。

【0065】

2. 藻類の培養方法

藻類培養装置 301 を用いて藻類を培養する方法を説明する。まず、藻類を含む培養液を、配管 65 を通して槽 8 内に供給する。藻類は微細藻類の 1 種であるボトリオコックスである。槽 8 の内部には、光源 3 の光が照射される。なお、槽 8 内に到達する光は、槽 5、7 を透過しているため、槽 5、7 内の光よりも弱い。

10

20

30

40

50

【0066】

また、槽8内にCO₂を連続的に供給し、槽8内の温度を藻類の培養に適した温度に維持する。槽8内で藻類の濃度は時間の経過とともに増加する。槽8内の培養フェーズ検出センサ10及び培養フェーズ検出用リファレンスセンサ10Bで検出した藻類の濃度が所定の基準濃度C₁に達すると、槽8内の培養液を、配管67を通して、槽7に移送する。

【0067】

移送後の槽7の内部にも、光源3の光が照射される。なお、槽7内の光は、槽8内に到達する光よりも強く、槽5内に到達する光よりも弱い。また、槽7内にCO₂を連続的に供給し、槽7内の温度を藻類の培養に適した温度に維持する。槽7内で藻類の濃度は時間の経過とともに増加する。槽7内の培養フェーズ検出センサ10及び培養フェーズ検出用リファレンスセンサ10Bで検出した藻類の濃度が所定の基準濃度C₂に達すると、槽7内の培養液を、配管69を通して、槽5に移送する。

10

【0068】

移送後の槽5の内部にも、光源3の光が照射される。なお、槽5内の光は、槽7内に到達する光よりも強い。また、槽5内にCO₂を連続的に供給し、槽5内の温度を藻類の培養に適した温度に維持する。槽5内で藻類の濃度は時間の経過とともに増加する。槽5内の培養フェーズ検出センサ10及び培養フェーズ検出用リファレンスセンサ10Bで検出した藻類の濃度が所定の基準濃度C₃に達すると、槽5内の培養液を、配管71を通して、外部に排出する。槽5から排出された培養液から藻類を取り出し、その藻類から、オイルを抽出することができる。

20

【0069】

一方、培養液を槽7に移送した後の槽8には、配管65を通して、藻類を含む培養液を新たに供給する。そして、この培養液についても、藻類の濃度が、各槽ごとに決められた基準濃度に達するごとに、槽8、槽7、槽5に順次移送し、各槽で藻類の培養を行う。培養液の供給、移送、及び排出は、培養フェーズ検出センサ10及び培養フェーズ検出用リファレンスセンサ10Bの検出結果に基づき、自動で実行してもよいし、作業者が行ってもよい。

【0070】

3. 藻類培養装置301及び藻類培養方法が奏する効果

藻類培養装置301及び上述した藻類培養方法によれば、前記第1の実施形態と略同様の効果を奏することができる。

30

【0071】

また、藻類培養装置301は、3つの槽5、7、8を備え、それらの間で培養液を移送しながら藻類の培養を行うことができるので、藻類の培養効率が一層向上する。

尚、本発明は前記実施形態になんら限定されるものではなく、本発明を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

【0072】

例えば、前記第1～第4の実施形態で培養する藻類は他の藻類（例えばヘマトコッカス、シュードコリスティス等）であってもよい。

また、前記第1～第4の実施形態における光源3は、蛍光灯以外の光源（例えばLED）であってもよい。また、太陽光を取り込み、光ファイバを介して光源3の位置から太陽光を射出してもよい。

40

【0073】

また、図11に示す藻類培養装置401のように、太陽光（光源3Aの位置から射出）と、蛍光灯等の人工光源（光源3Bの位置から射出）とを同時に、又は切り替えて射出してもよい。

【0074】

太陽光を用いることにより、培養エネルギーを抑えることが可能であり、また、太陽光と人工光とを組み合わせることにより、培養エネルギーを抑えつつ培養時間を短縮でき、藻類培養装置の償却費を抑えることが可能である。

50

【 0 0 7 5 】

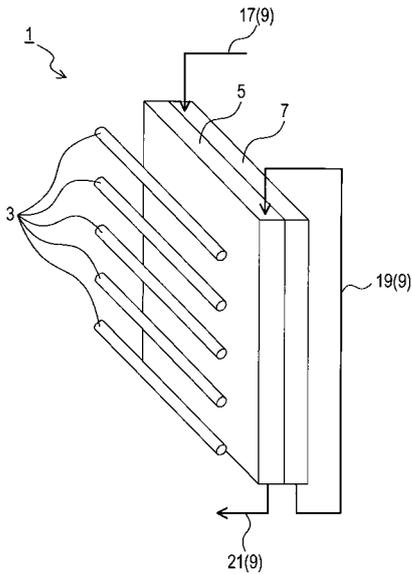
また、前記第 1、3、4 の実施形態における槽の数は、2 又は 3 以外の複数（例えば、4、5、6・・・）であってもよい。また、前記第 2 の実施形態において第 1～第 4 ユニットの備える槽の数は、2 以外の複数（例えば、3、4、5・・・）であってもよい。また、前記第 2 の実施形態におけるユニットの数は、4 以外の複数（例えば、2、3、5、・・・）であってもよい。

【 符号の説明 】

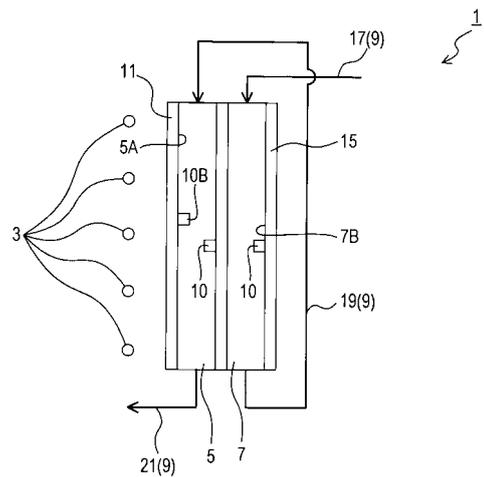
【 0 0 7 6 】

- 1、101、201、301、401 ... 藻類培養装置、
- 3、3A、3B ... 光源、5、7、8 ... 槽、5A、7A、7B ... 面、
- 9、39 ... 培養液移送ユニット、10 ... 培養フェーズ検出センサ、
- 10B・・・培養フェーズ検出用リファレンスセンサ、
- 11 ... 反射防止膜、15 ... 反射膜、
- 17、19、21、39、41、43、45、47、49、51、53、55、57、59、61、63、65、67、69、71 ... 配管、27 ... フォトトランジスタ、
- 29 ... 第 1 ユニットの、31 ... 第 2 ユニットの、33 ... 第 3 ユニットの、35 ... 第 4 ユニットの

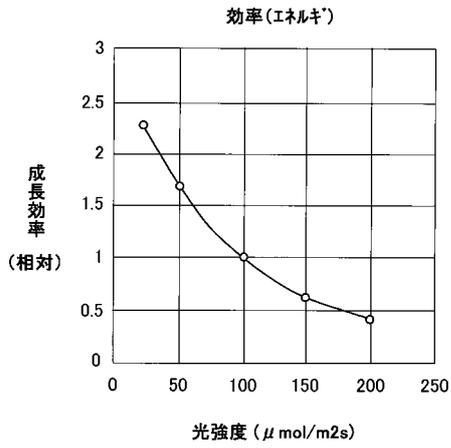
【 図 1 】



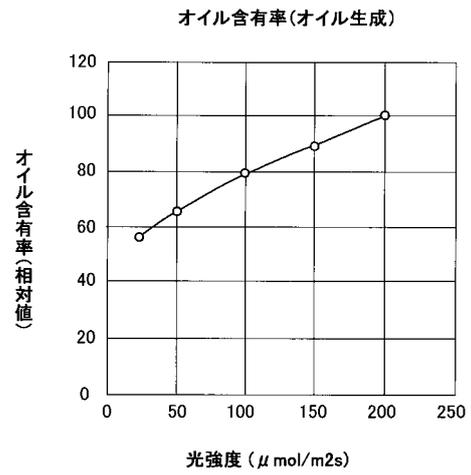
【 図 2 】



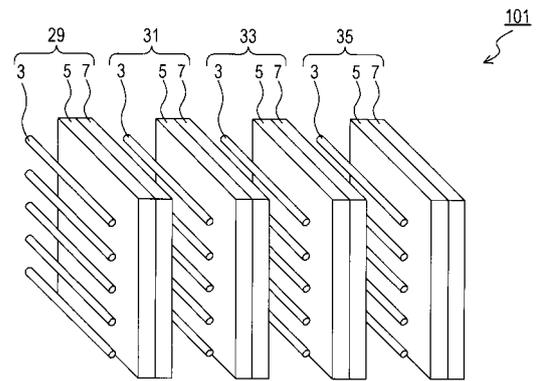
【 図 3 】



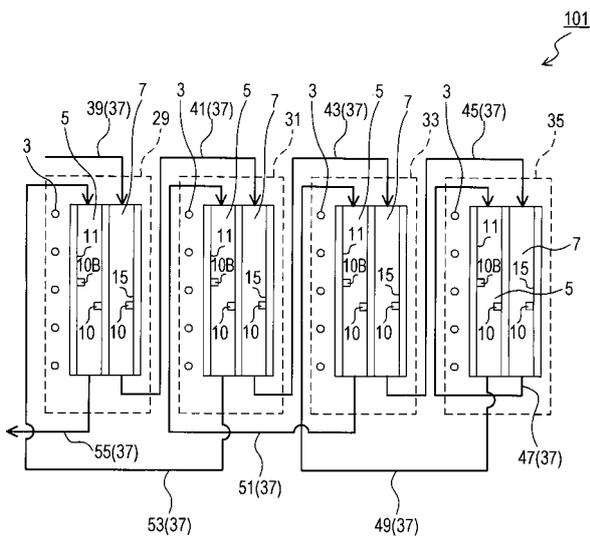
【 図 4 】



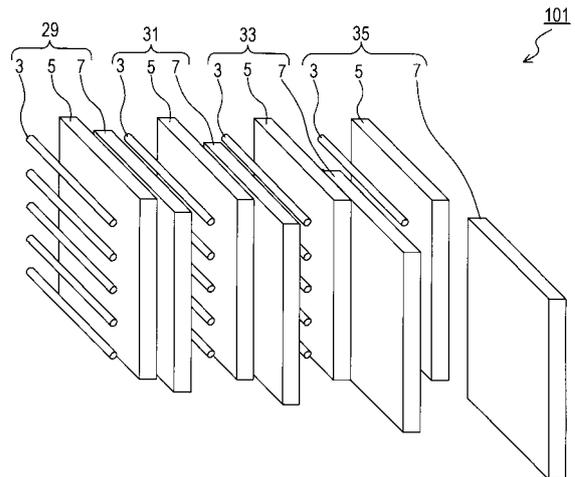
【 図 5 】



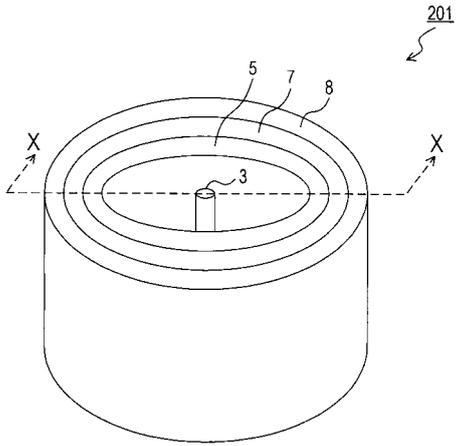
【 図 6 】



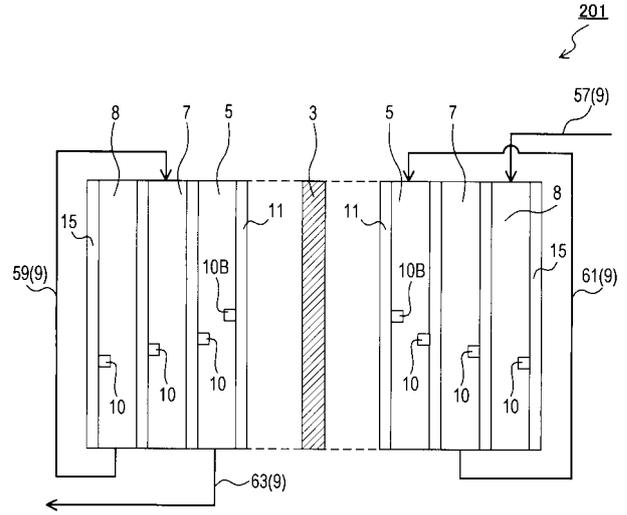
【 図 7 】



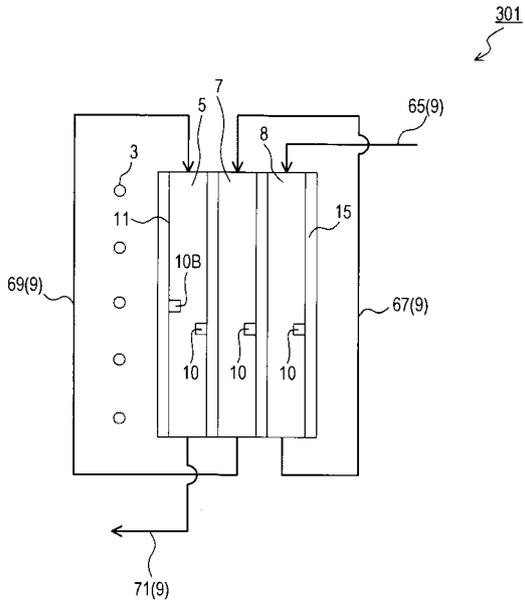
【 図 8 】



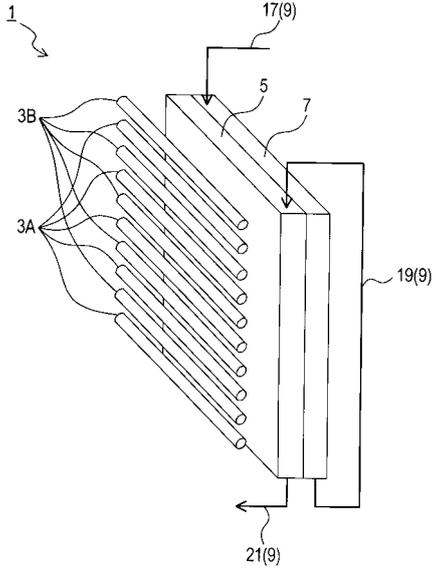
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(72)発明者 渥美 欣也

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 久野 斉

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 4B029 AA02 AA08 BB04 CC01 DA04 FA11

4B065 AA83X AC09 BC11 CA13 CA52 CA54