

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 8 月 20 日(20.08.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/121987 A1

- (51) 国際特許分類:
C12M 1/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053543
- (22) 国際出願日: 2014 年 2 月 14 日(14.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 栗田工業株式会社(KURITA WATER INDUSTRIES LTD.) [JP/JP]; 〒1640001 東京都中野区中野四丁目 10 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 加来 啓憲(KAKU, Hirokazu); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目 10 番 1 号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 早川 裕司, 外(HAYAKAWA, Yuzi et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂六丁目 6 番 15 号 赤坂ウイングビル 4 階 特許業務法人 SANSU I 国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING CULTURED STATE OF MICROALGA, AND METHOD FOR CULTURING MICROALGA

(54) 発明の名称: 微細藻類の培養状態の判断方法及び微細藻類の培養方法

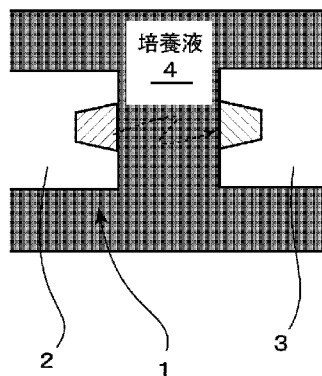


FIG. 1:
4 Culture liquid

(57) Abstract: A culture liquid (4) is irradiated with white light from a light emission unit (2) in a transmission-type color sensor (1), light that penetrates through the culture liquid (4) is received by a light reception unit (3), the light is decomposed by means of a color filter into green light (500 - 570 nm) and red light (620 - 740 nm) and the green light and the red light are detected, and then the growth activity of a microalga is determined from the intensity of the wavelength of the green light and the intensity of the wavelength of the red light. In this manner, the cultured state of a photosynthetic microalga can be monitored with high efficiency and the cultured state of the microalga can be determined.

(57) 要約: 透過型カラーセンサ 1 の発光部 2 から白色光を照射して、培養液 4 を透過してきた光を受光部 3 で受光し、カラー・フィルタで緑色光 (500~570 nm) と赤色光 (620~740 nm) とを分解して検出し、緑色光の波長の強度と赤色光の波長の強度とから微細藻類の増殖活性を判定する。これにより、光合成を行う微細藻類の培養状態を効率よくモニタリングして、その培養状態を判断することができる。



WO 2015/121987 A1

明 細 書

発明の名称：

微細藻類の培養状態の判断方法及び微細藻類の培養方法

技術分野

[0001] 本発明は、光合成を行う微細藻類の培養状態を管理するための判断方法に関する。また、本発明はこの判断方法を利用した光合成を行う微細藻類の培養方法に関する。

背景技術

[0002] 微細藻類は、数 μm ～数十 μm の大きさの単細胞生物であり、このうち光合成を行うものは、太陽エネルギーを効率よく炭化水素に転換して蓄積し、また各種ミネラルや不飽和脂肪酸などを高濃度に含有することから、ディーゼル燃料などの代替燃料として用いたり、クロレラに代表されるようにそれ自身を健康食品としたり、体内に生産された脂質や油分を燃料原料としたり、不飽和脂肪酸などのサプリメント原料となる機能物質を回収したりするなどの種々の用途に用いる目的で人工培養されている。

[0003] このように微細藻類から燃料を生産するプロセスや、健康食品としたりサプリメント原料としたりするための生産プロセスにおいて、安定して微細藻類の生産を行うためには、微細藻を安定して培養することが重要である。ここで微細藻類の培養は、現状では培養コストを削減するためオープンポンドと呼ばれる屋外開放型の培養池で行われることが多い。このオープンポンドでは、バクテリアやカビなどの混入（コンタミネーション）により微細藻類が死滅してしまう虞があり課題となっている。

[0004] そこで、培養液のpHを酸性やアルカリ性に調整したり、殺菌剤を添加したりしてコンタミネーションの回避が試みられているが、決定的な解決策は見出されていない。一方、実用化時のオープンポンドは数千ha規模となることが予想され、広大な培養池における培養状態を培養液の光線の透過などに基づき効率よくモニタリングする手法が望まれている。

[0005] このような培養液の状態を光線の透過などにに基づきモニタリングする方法として、濁度計による培養液の濁度に基づき判断する手法が提案されている。また、特許文献1には、培養液の蛍光度を検出して、これに基づき微細藻類の増殖活性を測定する方法が開示されている。さらに、特許文献2、3には、可視光と近赤外線とを組み合わせ、微細藻類の培養状態を判断する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-283946号公報

特許文献2：特許3276760号公報

特許文献3：特開平6-261793号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、濁度計を用いて微細藻類の増殖活性を測定する方法や特許文献1に記載されているように蛍光度計を用いて微細藻類の増殖活性を測定する方法では、計測機器である濁度計や蛍光度計は非常に高価であり、測定範囲も限られるので現実的でないという問題点がある。また、特許文献2、3に記載の技術は、可視光の他に赤外線を測定する必要があるため、検出には高額な分光光度計が必要であり、このため、広範囲をモニタリングするのではコストが嵩むという問題点があった。すなわち、広大な培養池における光合成を行う微細藻類の培養状態を効率よく経済的にモニタリングする技術は従来なかった。

[0008] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、光合成を行う微細藻類の培養状態を効率よくモニタリングして、その培養状態の判断するための方法を提供することを目的とする。また、本発明は、光合成を行う微細藻類の培養状態を判断して、最適化することで微細藻類を効率的に培養する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

- [0009] 上記課題を解決するために、第一に本発明は、微細藻類を含む培養液の色合いから緑色光（500～570nm）と赤色光（620～740nm）とを分解して検出し、緑色光の波長の強度と赤色光の波長の強度とから微細藻類の増殖活性を判断することを特徴とする微細藻類の増殖活性の判定方法を提供する（発明1）。
- [0010] かかる発明（発明1）によれば、微細藻類を含む培養液の色合いを緑色光と赤色光とに分解して検出するが、これには色度をRGBに分けて検出すればよく、安価なカラーセンサを適用することができる。このカラーセンサは可視光のみで衛星写真など広い範囲の色超の変化を感知することができる。これらにより、光合成を行う微細藻類の培養状態を効率よく経済的にモニタリングして、その培養状態を判断することが可能となる。
- [0011] 上記発明（発明1）においては、前記赤色光の吸光度を前記緑色光の吸光度で除した値で微細藻類の増殖活性を判断するのが好ましい（発明2）。
- [0012] かかる発明（発明2）によれば、この赤色光の吸光度と緑色光の吸光度比は、微細藻類の成長差速度と相関性があり、培養状態が悪化すると緑色光の吸光度が小さくなるので、両者の比に基づいて微細藻類の培養状態を簡便に判断することができる。
- [0013] また、第二に本発明は、微細藻類を含む培養液の色合いを緑色光（500～570nm）と赤色光（620～740nm）とに分解して検出し、前記赤色光の吸光度を緑色光の吸光度で除した値を算出し、該値が1.2を下回ったら、（a）前記微細藻類の栄養塩類を添加する、（b）培養を停止し、微細藻類を収穫する、（c）培養液を入れ替える、のいずれかを行うことを特徴とする微細藻類の培養方法を提供する（発明3）。
- [0014] かかる発明（発明3）によれば、微細藻類を含む培養液の色合いを緑色光と赤色光とに分解して検出し、赤色光の吸光度を緑色光の吸光度で除した値を算出しながら監視する。このとき培養状態が悪化するに伴い緑色光の吸光度が大きくなるので、両吸光度の比が1.2を下回ったら、培養状態が悪化

していると見なして、培養を促進する（a）、（b）あるいは（c）の措置を採ることで、微細藻類を良好な状態で培養することができる。

[0015] さらに、第三に本発明は、微細藻類を含む培養液の色合いを緑色光（500～570nm）と赤色光（620～740nm）とに分解して検出し、前記赤色光の吸光度を緑色光の吸光度で除した値を算出し、該値が経時的に低下する傾向を示したら、（a）前記微細藻類の栄養塩類を添加する、（b）培養を停止し、微細藻類を収穫する、（c）培養液を入れ替える、のいずれかを行うことを特徴とする微細藻類の培養方法を提供する（発明4）。

[0016] かかる発明（発明4）によれば、微細藻類を含む培養液の色合いを緑色光と赤色光とに分解して検出し、赤色光の吸光度を緑色光の吸光度で除した値を算出しながら監視する。このとき培養状態が悪化するに伴い緑色光の吸光度が大きくなるので、経時的に低下する傾向を示したら、培養状態が悪化しつつあると見なして、培養を促進する（a）、（b）あるいは（c）の措置を採ることで、微細藻類を良好な状態で培養することができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、微細藻類を含む培養液の色合いから緑色光と赤色光とを分解して検出し、緑色光の波長の強度と赤色光の波長の強度とから微細藻類の増殖活性を判定しているので、安価なカラーセンサを適用することができる。このため可視光のみで衛星写真など広い範囲の色の変化を感知することができる。これらにより、光合成を行う微細藻類の培養状態を効率よく経済的にモニタリングして、その培養状態を判断することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第一の実施形態に係る微細藻類の培養状態の判断方法を実施可能な装置を示す概略図である。

[図2]本発明の第二の実施形態に係る微細藻類の培養状態の判断方法を実施可能な装置を示す概略図である。

[図3]実施例1における微細藻類の培養状態の判断方法における培養期間と吸光度及び比増殖速度との関係を示すグラフである。

[図4]実施例2における微細藻類の培養状態の判断方法における培養期間と吸光度及び比増殖速度との関係を示すグラフである。

[図5]実施例3における微細藻類の培養状態の判断方法における培養期間と吸光度及び比増殖速度との関係を示すグラフである。

[図6]実施例4における微細藻類の培養状態の判断方法における培養期間と吸光度及び比増殖速度との関係を示すグラフである。

[図7]実施例1～4における微細藻類の培養状態の判断方法における吸光度と比増殖速度との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。ただし、本実施形態はいずれも例示であり、本発明はこれに限定されるものではない。

[0020] 本発明は、微細藻類を含む培養液の色合い（色度）から緑色光（500～570nm）と赤色光（620～740nm）とを分解して検出し、緑色光の波長の強度と赤色光の波長の強度とから微細藻類の増殖活性を判定する。ここで、微細藻類として、炭化水素生産能に優れているものが好ましい。

[0021] また、この培養液の色度を検知する手段としては、安価で緑色光、赤色光及び青色光をそれぞれ分けて検出可能であることから、カラーセンサを用いるのが好ましい。このカラーセンサは、測定した色をカラー・フィルタによってRGB成分に分解し、それぞれの色成分の強度をフォトダイオード等により検知する仕組みを有するものである。このカラーセンサは、可視光のみで衛星写真など広い範囲の色調の変化を感知することができる。

[0022] 具体的には、カラーセンサを用いて、以下のようにして微細藻類の培養状態を判断する。すなわち、まず、光の吸収が生じない透明な水（例えば純水）に白色光を照射して、透過した光をカラーセンサで検出する。この白色光は、カラーセンサのカラー・フィルタによってRGB成分に分解されて受光されるので、このときの赤色帯域光（緑色光）R1と緑色帯域光（緑色光）G1とのそれぞれの光強度を計測する。

[0023] 次に微細藻類を含む培養液を同じカラーセンサを用い、同様に白色光を照射して、透過した光をカラーセンサで検出する。この透過光は、カラーセンサのカラー・フィルタによってRGB成分に分解されて受光されるので、このときの赤色帯域光（赤色光） R_2 と緑色帯域光（緑色光） G_2 とのそれぞれの光強度を計測する。

[0024] この赤色帯域光（赤色光）と緑色帯域光（緑色光）とは、例えば、特開2010-151605号公報に記載されている、図1に示すような透過型カラーセンサ1を用いて測定することができる。この透過型カラーセンサ1は、発光部2とカラー・フィルタ（図示せず）を備えた受光部3とを有し、発光部2から白色光を照射して、培養液4を透過してきた光を受光部3で受光し、図示しない制御機構で赤色帯域光（緑色光）と緑色帯域光（緑色光）とのそれぞれの光強度を算出する。

[0025] また、特開2010-181150号公報に記載されている、図2に示すような反射型カラーセンサ11を用いることもできる。この反射型カラーセンサ11は、発光部12とカラー・フィルタ（図示せず）を備えた受光部13と、反射板14とを有し、発光部12から白色光を照射して、反射板14を経由して培養液15を透過してきた光を受光部13で受光し、図示しない制御機構で赤色帯域光（緑色光）と緑色帯域光（緑色光）とのそれぞれの光強度を算出する。

[0026] このようにして、赤色光の吸光度と緑色光の吸光度とを測定したら、下記式により赤色光の吸光度と緑色光の吸光度と両者の比（吸光度比）とを算出する。

$$\text{赤色帯域光吸光度} : A_R = -\log(R_2/R_1)$$

$$\text{緑色帯域光吸光度} : A_G = -\log(G_2/G_1)$$

$$\text{吸光度比} : X = A_R/A_G$$

[0027] 一方、培養液中の微細藻類の重量濃度を測定し、比増殖速度を測定する。この比増殖速度は、例えば、孔径 $1\mu\text{m}$ のガラス繊維ろ紙で培養液の懸濁物質を測定し、重量濃度とする。そして、培養日数 T_1 [日] のときの重量濃

度 $C1$ [mg/L] 及び培養液量 $V1$ [L] と、培養日数 $T2$ [日] のときの重量濃度 $C2$ [mg/L] 及び培養液量 $V2$ [L] とから下記式により比増殖速度 ν [1/日] を算出する。この比増殖速度 ν がマイナス領域となると培養状態が悪化しているといえる。

$$\text{比増殖速度} : \nu = (\ln(m2/m1)) / (T2 - T1)$$

$$(\text{ここで、} m1 = C1 \times V1, m2 = C2 \times V2)$$

[0028] 本発明者の研究によれば、この比増殖速度 ν と吸光度比 X との間には高い相関が認められることがわかった。そして、この相関性を解析した結果、吸光度比 X (赤色光の吸光度を緑色光の吸光度で除した値) が1.0を下回ると、比増殖速度 ν がマイナスの領域であり、培養状態が悪化しているので、培養状態を向上させるための措置を採る。具体的には、(a) 前記微細藻類の栄養塩類を添加する、(b) 培養を停止し、藻類を収穫する、(c) 培養液を入れ替える (遠心分離などで微細藻類を濃縮した後、新しい培養液で希釈する)、のいずれかを行えばよい。上記 (a) ~ (c) の措置は、予防的に吸光度比 X が1.2を下回ったら行うようにしてもよい。

[0029] さらに、この相関性を応用すれば、吸光度比 X (赤色光の吸光度を緑色光の吸光度で除した値) が経時的に低下する傾向を示した時点で培養状態が悪化しつつあると判断して、培養状態を向上させるために同様の措置を採るようにしてもよい。

[0030] 以上、本発明について実施形態に基づき説明してきたが、本発明は前記実施形態に限られず種々の変更実施が可能である。例えば、本実施形態では、緑色光 (500~570 nm) と赤色光 (620~740 nm) とに基づいて、微細藻類の培養状態の判断を行っているが、青色光 (450~490 nm) の吸光度のデータを補助的に用いてもよい。

実施例

[0031] 以下の具体的実施例及び比較例に基づき本発明をさらに詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

(実施例1~4)

[0032] 国立環境研究所微生物系統保存施設より分譲されたイカダモ（NIES-96株）を、pH 6.5～7.5に調整した表1及び表2に示す組成のC培地を用い、このC培地に空気に工業用CO₂を3体積%の濃度で添加したものを通気し、蛍光灯照明（明／暗＝12hr／12hr）で培養を行った。そして、イカダモの重量濃度が1g／Lを超えたら、培養液の一部を抜き取り、培養液を補完する半回分培養を行った。

[0033] [表1]

C培地組成	
組 成 物	量
Ca (NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	15 mg
KNO ₃	10 mg
β-Na2glycerophosphate · 5H ₂ O	5 mg
MgSO ₄ · 7H ₂ O	4 mg
Vitamin B ₁₂	0.01 μg
Biotin	0.01 μg
Thiamine HCl	1 μg
PIV metals*	0.3 mL
Tris(hydroxymethyl)aminomethane	50 mg
Distilled Water	99.7 mL
pH 7.5	

*：表2に示す組成

[0034]

[表2]

P I V metals 組成	
組 成 物	量
$\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1 0 0 m g
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1 9 . 6 m g
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3 . 6 m g
ZnCl_2	1 . 0 4 m g
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0 . 4 m g
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0 . 2 5 m g
Distilled Water	1 0 0 m L

[0035] この微細藻類の培養状態を図1に示すカラーセンサを用いて、以下のようにして判断した。すなわち、ヤマト科学社製純水製造装置「WG270」で製造した純水に白色光を照射して、透過した光をカラーセンサで検出し、赤色帯域光（赤色光）R1と緑色帯域光（緑色光）G1とのそれぞれの光強度を計測した。

[0036] 次に前述したイカダモの培養液を同じカラーセンサを用いて同様に白色光を照射して、透過した光をカラーセンサで検出し、赤色帯域光（赤色光）R2と緑色帯域光（緑色光）G2とのそれぞれの光強度を計測した。これらの赤色光の吸光度と緑色光の吸光度とから吸光度比を算出した。

[0037] 一方、孔径1 μm のガラス繊維ろ紙で培養液中の懸濁物質を採取し、この懸濁物質の質量を測定し、培養液量から重量濃度を算出した。そして、培養日数T1 [日] のときの重量濃度C1 [mg/L] 及び培養液量V1 [L] と、培養日数T2 [日] のときの重量濃度C2 [mg/L] 及び培養液量V2 [L] とから比増殖速度 ν [1/日] を算出した。

[0038] 培養液は、表3に示す4条件（実施例1～4）でそれぞれ半回分培養を行い、比増殖速度 ν 及び吸光度比Xの60日間の経時変化を観測した。結果を図3～図6に示す。さらに、この図3～図6の結果に基づき、吸光度と比増殖速度との関係を整理したグラフを図7に示す。

[0039] [表3]

例No.	培 養 条 件
実施例 1	通常条件 水温 25℃を維持し、C培地を定期的に補充。
実施例 2	窒素欠乏条件 水温 25℃を維持し、C培地から窒素源を除いたものを定期的に補充。
実施例 3	窒素欠乏条件 → 通常条件 窒素欠乏条件で培養し、イカダモの増殖が止まったら通常条件に戻して培養。
実施例 4	加熱ストレス条件 → 通常条件 光照射にあわせて水温を 35℃に上昇させ、イカダモの増殖が低下したら通常条件に戻して培養。

[0040] 図3～図7より明らかとなおり、比増殖速度 ν と吸光度比 X の間には相関関係があり、吸光度比 X が培養状態を判断する指標となりうることを確認された。そして、吸光度比 X が1.0を下回ると比増殖速度がマイナスとなること、あるいは吸光度比 X が低下傾向を示すと比増殖速度が低下することから、これらの状態が確認されたら肥料成分の添加や、培養したイカダモ（微細藻類）を回収（収穫）するなどすればよく、微細藻類の培養を安定化させるためのツールとなりうることを確認された。

産業上の利用可能性

[0041] 上述したような本発明の微細藻類の増殖活性の判定方法によれば、微細藻類を含む培養液の色合いから緑色光（500～570nm）と赤色光（620～740nm）とを分解して検出し、緑色光の波長の強度と赤色光の波長の強度とから微細藻類の増殖活性を判定しているので、カラーセンサなどの安価な検出装置で、微細藻類の培養状態を把握することができる。また、赤色光と緑色光の吸光度比の数値の経時変化を観察することで、適切な肥料成分の追加や微細藻類の回収のタイミングを判定できる。これらにより、微細

藻類の安定培養を実現することができる。

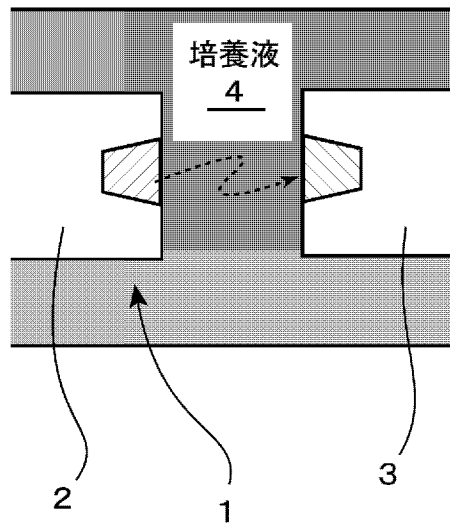
符号の説明

- [0042] 1…透過型カラーセンサ
2…発光部
3…受光部
4…培養液
1 1…反射型カラーセンサ
1 2…発光部
1 3…受光部
1 4…反射板
1 5…培養液

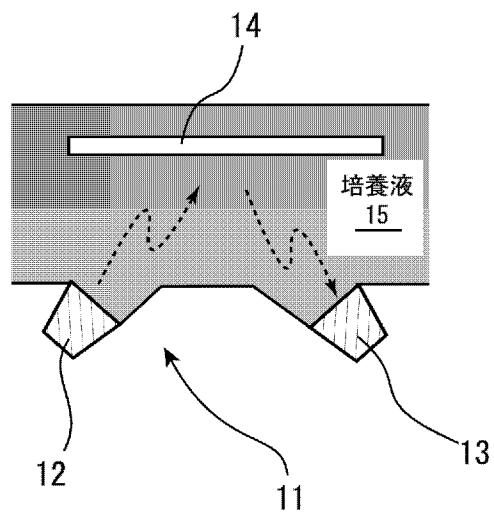
請求の範囲

- [請求項1] 微細藻類を含む培養液の色合いから緑色光（500～570nm）と赤色光（620～740nm）とを分解して検出し、
緑色光の波長の強度と赤色光の波長の強度とから微細藻類の増殖活性を判断することを特徴とする微細藻類の増殖活性の判定方法。
- [請求項2] 前記赤色光の吸光度を前記緑色光の吸光度で除した値で微細藻類の増殖活性を判断することを特徴とする請求項1に記載の微細藻類の増殖活性の判定方法。
- [請求項3] 微細藻類を含む培養液の色合いを緑色光（500～570nm）と赤色光（620～740nm）とに分解して検出し、前記赤色光の吸光度を緑色光の吸光度で除した値を算出し、該値が1.2を下回ったら、下記（a）～（c）のいずれかを行うことを特徴とする微細藻類の培養方法。
- （a）前記微細藻類の栄養塩類を添加する
 - （b）培養を停止し、微細藻類を収穫する
 - （c）培養液を入れ替える
- [請求項4] 微細藻類を含む培養液の色合いを緑色光（500～570nm）と赤色光（620～740nm）とに分解して検出し、前記赤色光の吸光度を緑色光の吸光度で除した値を算出し、該値が経時的に低下する傾向を示したら、下記（a）～（c）のいずれかを行うことを特徴とする微細藻類の培養方法。
- （a）前記微細藻類の栄養塩類を添加する
 - （b）培養を停止し、微細藻類を収穫する
 - （c）培養液を入れ替える

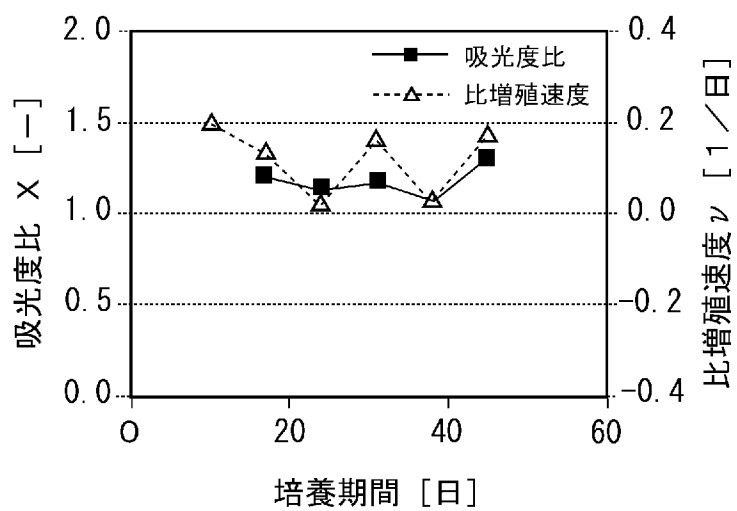
[図1]



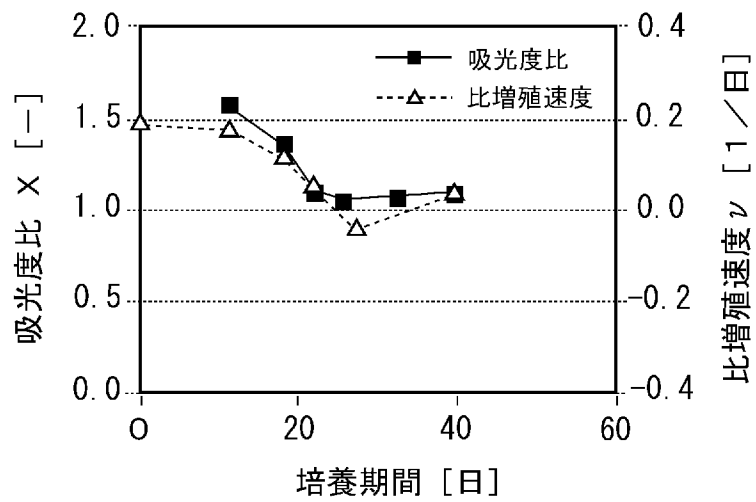
[図2]



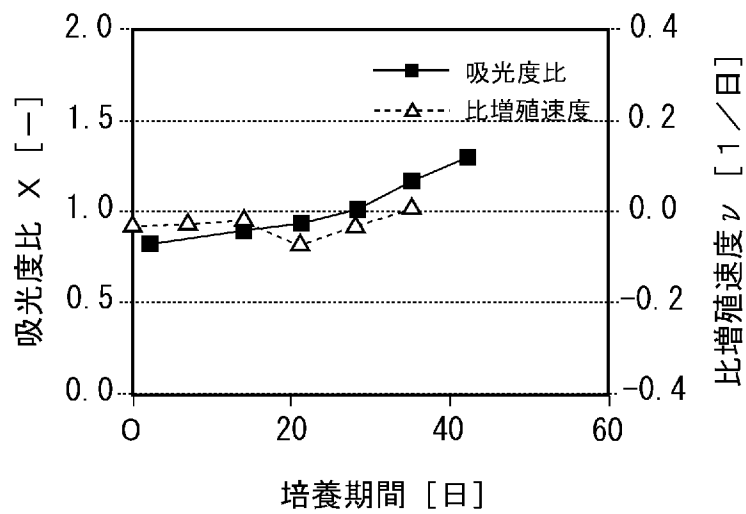
[図3]



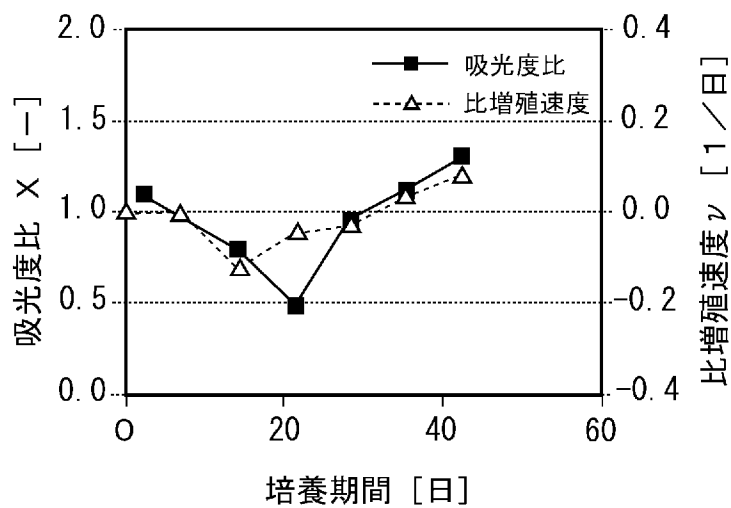
[図4]



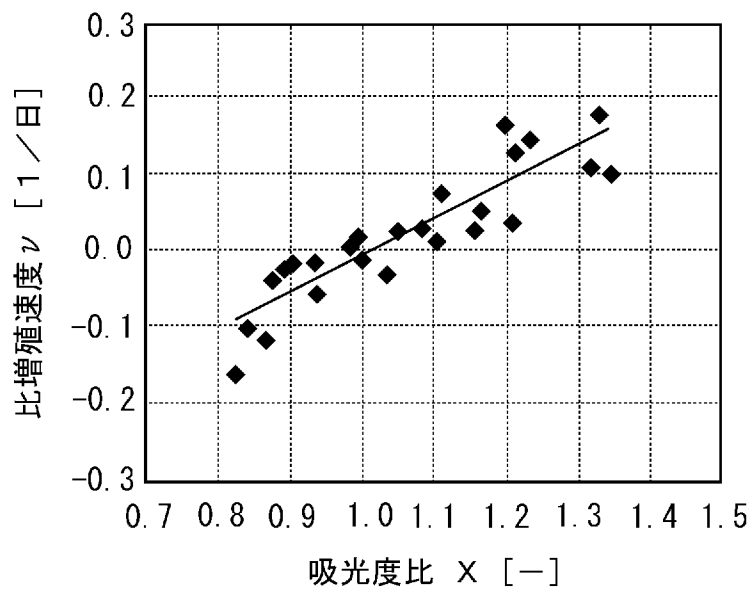
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C12M1/34 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C12M1/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAPLUS/WPIDS/MEDLINE/EMBASE/BIOSIS (STN),
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-283946 A (Yanmar Co., Ltd.), 27 November 2008 (27.11.2008), claims; examples (Family: none)	1-4
A	JP 7-184636 A (Hitachi, Ltd.), 25 July 1995 (25.07.1995), claims; examples (Family: none)	1-4
A	JP 6-261793 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 20 September 1994 (20.09.1994), claims; examples (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 April, 2014 (21.04.14)

Date of mailing of the international search report
20 May, 2014 (20.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053543

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/021675 A1 (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 14 February 2013 (14.02.2013), claims; examples & WO 2013/021676 A & WO 2013/021952 A & TW 201306733 A & TW 201306734 A	1-4
A	JEON, Y.-C., et al., Measurement of microalgal photosynthetic activity depending on light intensity and quality, Biochemical Engineering Journal, 2005, 27, pp.127-131, entire text	1-4
A	MOHSENPOUR, S.F., et al., Spectral conversion of light for enhanced microalgae growth rates and photosynthetic pigment production, Bioresource Technology, 2012, 125, pp.75-81, entire text	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C12M1/34(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C12M1/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

CAplus/WPIDS/MEDLINE/EMBASE/BIOSIS(STN), JSTplus/JMEDplus/JST7580(JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-283946 A（ヤンマー株式会社）2008. 11. 27, 請求の範囲, 実施例（ファミリーなし）	1 - 4
A	JP 7-184636 A（株式会社日立製作所）1995. 07. 25, 請求の範囲, 実施例（ファミリーなし）	1 - 4
A	JP 6-261793 A（川崎重工業株式会社）1994. 09. 20, 請求の範囲, 実施例（ファミリーなし）	1 - 4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 1 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

荒 木 英 則

4 B

9 7 3 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3448

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2013/021675 A1 (昭和電工株式会社) 2013. 02. 14, 請求の範囲, 実施例 & WO 2013/021676 A & WO 2013/021952 A & TW 201306733 A & TW 201306734 A	1 - 4
A	JEON, Y.-C., et al., Measurement of microalgal photosynthetic activity depending on light intensity and quality, Biochemical Engineering Journal, 2005, 27, pp.127-131, 全文	1 - 4
A	MOHSENPOUR, S.F., et al., Spectral conversion of light for enhanced microalgae growth rates and photosynthetic pigment production, Bioresource Technology, 2012, 125, pp.75-81, 全文	1 - 4