

(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
2020年10月22日(22.10.2020)



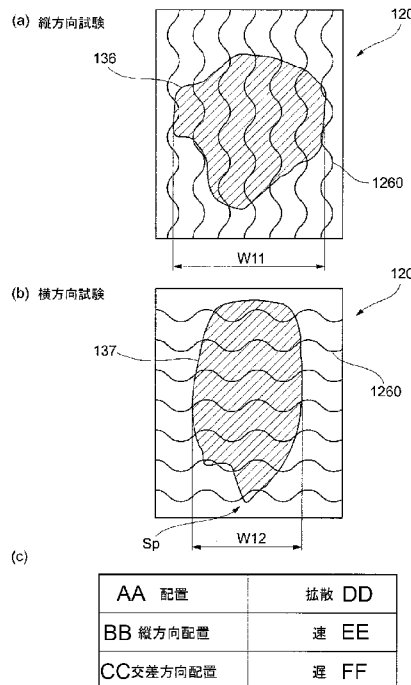
(10) 国際公開番号

WO 2020/213633 A1

- (51) 国際特許分類:
C12M 1/00 (2006.01) C12N 1/12 (2006.01)
C12N 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/016539
- (22) 国際出願日: 2020年4月15日(15.04.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-078903 2019年4月17日(17.04.2019) JP
特願 2019-164057 2019年9月9日(09.09.2019) JP
- (71) 出願人: 日本曹達株式会社(NIPPON SODA CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008165 東京都千代田区大手町2丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 都筑 幹夫(TSUZUKI, Mikio); 〒1008165 東京都千代田区大手町2丁目2番1号 日本曹達株式会社内 Tokyo (JP). 岩越 万里(IWAKOSHI, Banri); 〒1008165 東京都千代田区大手町2丁目2番1号 日本曹達株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 廣田 雅紀(HIROTA, Masanori); 〒1070052 東京都港区赤坂二丁目2番19号 アドレスビル6階 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,

(54) Title: CULTURE DEVICE, CARRIER SUPPORT DEVICE, AND PRODUCTION METHOD OF CULTURE TARGET

(54) 発明の名称: 培養装置、担体支持装置、および培養対象の製造方法



- (a) Vertical direction test
(b) Horizontal direction test
AA Arrangement
BB Vertical direction arrangement
CC Intersecting direction arrangement
DD Expansion
EE Fast
FF Slow

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a culture device which can improve culture efficiency compared with the case of culturing a culture target using only a pool or a tank, for example. This culture device is provided with a carrier on the surface of which and/or inside of which a culture fluid flows downwards, and a supply unit which supplies the culture fluid to the carrier. The carrier comprises a plurality of first fibers arranged oriented along the vertical direction and a plurality of second fibers arranged oriented intersecting with the vertical direction. The diffusion speed of

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the culture fluid in the direction of the second fibers is greater than the diffusion speed of the culture fluid in the direction of the first fibers in the case that the carrier is arranged with the second fibers oriented along the vertical direction.

(57) 要約: 本発明は、例えばプールやタンクのみを用いて培養対象を培養する場合と比較して、培養の効率を向上させることが可能な培養装置などを提供することを課題とする。本発明の培養装置は、培養液が表面および／または内部を流下する担体と、担体に培養液を供給する供給部とを備える、担体は、上下方向に沿う向きに配置される複数の第1繊維と、上下方向と交差する向きに配置される複数の第2繊維とを有し、第2繊維に沿う向きの培養液の拡散速度は、担体が第2繊維が上下方向に沿う向きに配置される場合における、第1繊維に沿う向きの培養液の拡散速度よりも速い培養装置である。

明 細 書

発明の名称：

培養装置、担体支持装置、および培養対象の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、培養装置、担体支持装置、および培養対象の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 地球温暖化対策として、温暖化ガスの排出を可及的に抑える取り組み等が各国の産業界に強く求められている。クロレラ等の微細藻類や光合成細菌などの微生物は、CO₂を排出しないでエネルギー生産が可能な資源その他の産業上利用可能な資源として非常に有望視されており、商業レベルでの活用および効率的な製造に期待が寄せられている。

[0003] 微細藻類をエネルギー資源その他の産業上の利用に供するためには、できるだけ低いコストで生産することが要求される。そして、微細藻類の培養システムとして、大規模なプールやタンクを用いて、微細藻類を水中で大量に培養するシステムが知られている。

[0004] 例えば、特許文献1においては、光合成微細藻類と培養液の混合液を収容する培養槽（又は培養池）において、光合成微細藻類として、光を吸収し二酸化炭素を取り込み光合成を行うことで油を生成する光合成微細藻類を用い、油を生成した光合成微細藻類を、回収手段によって、浮上している状態で回収するようにし、その結果、培養した光合成微細藻類に同伴される培養液を大幅に低減する光合成微細藻類培養装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-239746号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、例えばプールやタンクを用いて培養対象を培養する場合において、培養の効率を向上させることが要求されている。

そこで、本発明は、培養の効率を向上させることが可能な培養装置など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] かかる目的のもと、本明細書に開示される技術は、培養液が表面および／または内部を流下する担体と、当該担体に培養液を供給する供給部とを備える培養装置であって、前記担体は、上下方向に沿う向きに配置される複数の第1繊維と、上下方向と交差する向きに配置される複数の第2繊維とを有し、前記第2繊維に沿う向きの培養液の拡散速度は、前記担体が当該第2繊維が上下方向に沿う向きに配置される場合における、前記第1繊維に沿う向きの培養液の拡散速度よりも速い培養装置である。

[0008] ここで、前記第1繊維および前記第2繊維は各々湾曲部を有し、当該第1繊維の湾曲部は、当該第2繊維の湾曲部よりも数が多いとよい。

また、前記第1繊維および前記第2繊維は各々湾曲部を有し、当該第1繊維の湾曲部は、当該第2繊維の湾曲部よりも曲率半径が小さいとよい。

また、前記担体は、前記複数の第1繊維および前記複数の第2繊維により形成される繊維層を積層して構成されるとよい。

また、前記第1繊維および前記第2繊維は、前記担体に照射される光の少なくとも一部を透過可能であるとよい。

また、前記担体は、前記培養装置において吊り下げて設けられ、前記第1繊維に沿う向きの方が前記第2繊維に沿う向きよりも伸びやすいとよい。

[0009] 他の観点から捉えると、本明細書に開示される技術は、培養液が表面および／または内部を流下する担体と、当該担体に培養液を供給する供給部とを備える培養装置であって、前記担体は、上下方向に沿う向きに配置される複数の第1繊維と、上下方向と交差する向きに配置される複数の第2繊維とを有し、前記担体は、前記培養装置において吊り下げて設けられ、前記第1繊維に沿う向きの方が前記第2繊維に沿う向きよりも伸びやすい培養装置であ

る。

[0010] 他の観点から捉えると、本明細書に開示される技術は、担体の表面および／または内部を培養液が流下するステップと、前記担体に培養液を供給するステップとを有し、前記担体は、上下方向に沿う向きに配置される複数の第1繊維と、上下方向と交差する向きに配置される複数の第2繊維とを有し、前記第2繊維に沿う向きの培養液の拡散速度は、前記担体が当該第2繊維が上下方向に沿う向きに配置される場合における、前記第1繊維に沿う向きの培養液の拡散速度よりも速い培養対象の製造方法である。

発明の効果

[0011] 本明細書に開示される技術によれば、培養の効率を向上させることが可能な培養装置などを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本実施の形態に係る培養システムを示す概略構成図である。

[図2]担体の斜視図である。

[図3]担体ユニットの概略構成図である。

[図4]図3のⅠV-ⅠVにおける断面図である。

[図5]図4の領域Vにおける拡大図である。

[図6](a)乃至(d)は、実験1乃至4の条件を説明する図である。

[図7]実験1乃至4における収穫量を示すテーブルである。

[図8]培養システムにおける微生物の製造方法動作を説明するフローチャートである。

[図9]本実施の形態における変形例を説明する図である。

[図10]本実施の形態における変形例を説明する図である。

[図11]本実施の形態における変形例を説明する図である。

[図12](a)および(b)は、他の実施の形態における担体の概略構成図である。

[図13]縦糸および横糸の差異を説明する図である。

[図14](a)乃至(c)は、担体の滴下試験について説明をする図である。

[図15] (a)乃至(c)は、担体の引張試験について説明をする図である。

[図16]培養システムにおける殺菌処理を説明するフローチャートである。

[図17]綿布担体上でのクロレラ・ケスレリ11hの増殖曲線を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の微生物培養システムの一実施形態について図面を参照して説明する。

<培養システム1>

図1は、本実施の形態に係る培養システム1を示す概略構成図である。

まず、図1を参照して、本実施の形態が適用される培養システム1の概略構成を説明する。

[0014] 図1に示すように、培養装置の一例である培養システム1は、微生物を含む培養液が供給される担体ユニット10と、微生物を培養する培養ユニット30と、微生物を含む培養液を循環させる培養液循環ユニット50と、担体ユニット10にガスを供給するガス供給ユニット60と、担体ユニット10に光を照射する担体照射ユニット70と、培養ユニット30に光を照射する培養照射ユニット80と、各構成部材を制御する制御ユニット90とを有する。

[0015] なお、以下の説明においては、図1に示す培養システム1の上下方向を、単に上下方向ということがある。また、培養システム1の幅方向を、単に幅方向ということがある。また、培養システム1における上下方向および幅方向と交差する方向を、単に奥行方向ということがある。

[0016] 図1に示すように、担体ユニット10は、微生物を含む培養液が供給される担体12と、担体12の外周を覆うカバー15と、担体12およびカバー15を支持する支持体17とを有する。図示の例においては、カバー15に收容された担体12が、奥行方向に複数(2つ)並べて設けられている。收容体の一例であるカバー15内においては、微生物を含む培養液が担体12に沿って流れ落ちるとともに、光が照射されかつ炭酸ガスが供給される。担

体ユニット１０の詳細については後述する。

[0017] 培養部の一例である培養ユニット３０は、培養液が貯留されるとともに微生物が培養される培養槽３１と、培養槽３１内の培養液を攪拌する攪拌器３５と、培養した微生物をろ過するろ過器３７とを有する。

[0018] 培養槽３１は、上下方向上側が開放されている容器である。この培養槽３１においては、貯留する培養液が外気と接触可能である。すなわち、培養槽３１は、外気を内部に取り込む開口を有する構成である。また、培養槽３１は、培養照射ユニット８０が照射する光に対して透明な樹脂やガラスなどで形成される。すなわち、培養槽３１の側面は、培養液に向かう光を通過させる通過領域として機能する。

[0019] 攪拌部の一例である攪拌器３５は、培養槽３１内に設けられた不図示の回転子を回転させることにより、培養槽３１内の培養液を攪拌する。ここで、攪拌器３５は、培養槽３１内の培養液をかき混ぜることが可能であれば、回転子を用いる構成に限定されない。例えば、培養槽３１内に炭酸ガスなどの気体や、培養液などの液体を供給することで培養液を攪拌してもよい。また、例えば超音波などにより、培養槽３１を振動させることで培養液を攪拌してもよい。

[0020] ろ過器３７は、培養槽３１から、培養された微生物を培養液とともに受ける。そして、ろ過器３７は、培養液からろ過により微生物を分離することで微生物を回収する。なお、ろ過器３７によって微生物が分離された培養液、すなわちろ液は、廃棄されてもよいし、培養槽３１へ供給し、再び微生物の培養に利用してもよい。

[0021] 供給部の一例である培養液循環ユニット５０は、担体ユニット１０に培養液を供給する第１配管５１と、担体ユニット１０から培養液を回収する第２配管５３と、培養槽３１から培養液を循環させる第３配管５７と、培養液を循環させる駆動源であるポンプ５９とを有する。培養液循環ユニット５０は、ポンプ５９によって培養槽３１から担体ユニット１０に微生物および培養液を供給し、担体ユニット１０から培養液とともに微生物を培養槽３１へと

回収することを繰り返すことで、微生物および培養液を循環させる。なお、図示の培養ユニット30は、担体ユニット10の上下方向下側からずれた位置に配置されている。すなわち、培養ユニット30は、担体ユニット10とは異なる地点に設けられている。図示の例においては、第1配管51、第2配管53、および第3配管57によって、異なる地点に設けられ互いに離間した担体ユニット10および培養ユニット30が互いに接続される。

[0022] ガス供給部の一例であるガス供給ユニット60は、炭酸ガスを圧縮して収容するガスボンベ61と、ガスボンベ61から供給される炭酸ガスを担体ユニット10に供給するガス配管63とを有する。

照射部の一例である担体照射ユニット70は、担体ユニット10を挟んで奥行方向両側から担体ユニット10に向けて光を照射する第1照射パネル71および第2照射パネル73を有する。図示の例においては、第1照射パネル71および第2照射パネル73は、担体ユニット10に対向配置する略板状の形状である。第1照射パネル71および第2照射パネル73は、例えば、光源として蛍光灯、有機ELまたはLED等を配列しており、微生物の増殖に適した波長や光量の光を照射するように構成されている。第1照射パネル71および第2照射パネル73が照射する光の波長は、例えば380～780nmの範囲である。また、第1照射パネル71および第2照射パネル73は、例えば赤色光のみで増殖が可能な微生物に対しては、赤色光のみを照射できるとよい。

[0023] 他の照射部の一例である培養照射ユニット80は、培養槽31を挟んで奥行方向両側から担体ユニット10に向けて光を照射する第1照射パネル81および第2照射パネル83を有する。この第1照射パネル81および第2照射パネル83は、第1照射パネル71および第2照射パネル73と同様に構成されている。さらに説明をすると、第1照射パネル81および第2照射パネル83は、例えば、光源として蛍光灯、有機ELまたはLED等を配列しており、微生物の増殖に適した波長や光量の光を照射するように構成されている。第1照射パネル81および第2照射パネル83が照射する光の波長は

、例えば380～780nmの範囲である。また、第1照射パネル81および第2照射パネル83は、例えば赤色光のみで増殖が可能な微生物に対しては、赤色光のみを照射できるとよい。図示の例においては、第1照射パネル81および第2照射パネル83は、担体ユニット10に対向配置する略板状の形状であるが、培養槽31に光を照射可能であれば、例えば上下方向上側からのみ照射するなど、構造は特に限定されない。

[0024] 制御ユニット90は、コンピュータなどにより構成され、培養システム1の構成部材を制御する。例えば、制御ユニット90は、培養液循環ユニット50の動作タイミングを制御する。

[0025] 培養システム1においては、培養ユニット30で微生物が培養される。そして、培養液循環ユニット50によって微生物を含む培養液を循環させながら、担体ユニット10で微生物および培養液への炭酸ガスの供給および光の照射が実行される。すなわち、担体ユニット10において、微生物が光合成を行なうのに必要な炭酸ガスおよび光エネルギーが供給される。そして、微生物および培養液が再び培養ユニット30へと導かれ、培養ユニット30において微生物が培養される。また、培養ユニット30においては、培養照射ユニット80によって光が照射されることにより、微生物の培養が促進される。

[0026] なお、培養システム1においては、培養液が培養ユニット30を通過するのに要する時間は、培養液が担体ユニット10を通過するのに要する時間よりも長い。言い替えると、培養液が培養槽31に貯留される時間は、培養液が担体12を流れ落ちる時間よりも長い。また、ある時点において、培養槽31に貯留される培養液の量は、カバー15内に存在する培養液の量よりも多い。

[0027] ここで、培養対象とする微生物は例えば光合成細菌や光合成微細藻類等の光合成微生物である。なお、光合成を行わずに増殖できる微生物を培養する場合においては、培養システム1が担体照射ユニット70および培養照射ユニット80を備えなくてもよい。

また、培養液としては、微細藻類を通常の方法により培養して、微生物の濃度を高めることが可能な培地の希釈液であれば、特に制限されない。培地としては、例えばCHU培地、JM培地、MDM培地などの一般的な無機培地を用いることができる。さらに、培地としては、ガンボーグB5培地、BG11培地、HSM培地の各種培地の希釈液が好ましい。無機培地には、窒素源として $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ や KNO_3 、 NH_4Cl が、その他の主要な栄養成分として KH_2PO_4 や $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ などが含まれる。また、培地には、微細藻類の生育に影響を与えない抗生物質等を添加してもよい。培地のpHは4～10が好ましい。また、各種産業から排出される廃水等を利用してもよい。

[0028] <担体ユニット10>

図2は、担体12の斜視図である。

図3は、担体ユニット10の概略構成図である。

次に、図1乃至図3を参照しながら、担体ユニット10の詳細構成を説明する。

上記のように、担体ユニット10は、担体12と、カバー15と、支持体17とを有する。以下、各々の構成について説明をする。

[0029] まず、担体12について説明をする。

図2に示すように、担体12は、微生物を含む培養液が通過する板状部材である。図示の担体12は、正面視略長方形の布部材である。より具体的には、担体12は、可撓性を有する部材、より具体的にはポリエステルなどの樹脂繊維により構成されている。また、図示の担体12は、第1照射パネル71および第2照射パネル73から照射される光の少なくとも一部を透過する糸状部材により形成される。なお、担体12の材質は特に限定されるものではなく、綿、絹、毛、アクリル等を用いてもよい。

[0030] ここで、担体12は、担体12の長手方向に沿って配置される縦糸126と、担体12の長手方向と交差する方向（幅方向）に沿って配置される複数の横糸127とを有する。縦糸126は、幅方向において予め定めた間隔で

複数設けられている。また、横糸 127 は、長手方向において予め定めた間隔で複数設けられている。したがって、担体 12 は、網目状に形成された網体として捉えることができる。この担体 12 においては、複数の開口 128 が形成される。詳細は後述するが、開口 128 は、微生物が通過可能な寸法である。また、開口 128 は、担体 12 の厚み方向において貫通する貫通孔として捉えることができる。また、縦糸 126 および横糸 127 の少なくとも一方は、複数の湾曲部を有する所謂ウェーブ状の繊維部材であってもよい。

[0031] ここで、担体 12 は、担体ユニット 10 においては長手方向の略中央で 2 つに折り曲げられて設けられている（図 1 参照）。担体 12 の寸法は、特に限定されないが、より効率的に微生物を培養するために大きく形成される。例えば、担体 12 は、展開した際の長手方向の長さが 2.5 m で、幅方向の長さが 1 m の布部材を用いて、縦寸法が約 1.25 m になるように長手方向の略中央で折り曲げられる。担体の 1 m² 当たりの微生物の搭載量を高めるために、担体 12 の表面に凹凸や細孔を設けてもよい。なお、本明細書における「担体 1 m² 当たりの微生物の搭載量」とは、担体表面を平滑な平面と仮定したときの表面積 1 m² 当たりの微生物の搭載量を意味し、凹凸や細孔を形成したことによる表面積増加を加味した実際の表面積を意味するものではない。

[0032] 次に、カバー 15 について説明をする。

図 1 に示すように、カバー 15 は、可撓性を有するシート部材の長手方向の中央を折り曲げて形成されている。カバー 15 は、担体照射ユニット 70 から照射する光を透過する材質により構成される。カバー 15 は、例えば塩化ビニル、ポリエチレン、ポリエステル、ポリプロピレン、PET 等の合成樹脂により構成される。

[0033] ここで、カバー 15 は、内部に担体 12 を収容できる偏平な袋状に形成されている。さらに説明をすると、カバー 15 は、一部を除き内部を密閉可能に形成されている。具体的には、図 3 に示すカバー 15 は、培養液を導出す

る導出口１５４、培養液を導入する導入口１５６、炭酸ガスを導入するガス口１５７を有する。

[0034] ここで、導出口１５４は、カバー１５における上下方向下側の端部である下端部１５２に設けられる。この導出口１５４は、第２配管５３が着脱できるようにになっている。導入口１５６は、カバー１５における上下方向上側に設けられる。この導入口１５６は、後述するカバー支持体１７１の端部が貫通する。また、ガス口１５７は、カバー１５における上下方向中央部に設けられる。このガス口１５７は、後述するガス供給管１７７の端部が貫通する。

[0035] 次に、支持体１７について説明をする。

図３に示すように、支持部の一例である支持体１７は、カバー１５を支持するカバー支持体１７１と、担体１２を支持する担体支持体１７３と、炭酸ガスを供給するガス供給管１７７と、カバー支持体１７１、担体支持体１７３、およびガス供給管１７７を支持する枠体１７９とを有する。なお、支持体１７は、例えばアルミニウムなど微生物の培養を妨げない材質で形成される。

[0036] カバー支持体１７１は、幅方向に延びる円筒状の部材である。このカバー支持体１７１は、カバー１５が掛けられる。また、カバー支持体１７１は、幅方向において予め定めた間隔で培養液排出孔１７５が形成されている。図示の例においては、カバー支持体１７１における上下方向下側の面に、培養液排出孔１７５が形成されている。この培養液排出孔１７５は、カバー支持体１７１内部から培養液を排出する。また、カバー支持体１７１は、一方の端部が導入口１５６から突出し、第１配管５１に接続される。カバー支持体１７１の他方の端部は、不図示の配管に接続されている。この配管は、担体１２に供給されなかった培養液を培養槽３１へと案内する。

[0037] 担体支持体１７３は、幅方向に延びる円柱状の部材である。この担体支持体１７３は、カバー支持体１７１よりも上下方向下側で、カバー支持体１７１に吊るされて設けられている。この担体支持体１７３は、折り曲げられた

担体 1 2 が掛けられる部分である。なお、図示の例における担体支持体 1 7 3 は、カバー支持体 1 7 1 よりも奥行方向における寸法（外径）が小さい（後述する図 4 参照）。

[0038] ガス供給管 1 7 7 は、幅方向に延びる円筒状の部材である。このガス供給管 1 7 7 の外周にはガス排出孔 1 7 8 が複数形成されている。供給口の一例であるガス排出孔 1 7 8 は、上下方向両側および幅方向両側などに向けて開口している。ガス排出孔 1 7 8 は、ガス供給管 1 7 7 内部から炭酸ガスを排出する。また、ガス供給管 1 7 7 の端部は、ガス口 1 5 7 から突出し、ガス配管 6 3 に接続される。なお、図示の例におけるガス供給管 1 7 7 は、担体支持体 1 7 3 よりも奥行方向における寸法（外径）が小さい（後述する図 4 参照）。なお、培養システム 1 の担体 1 2 以外の部分は、担体支持装置として捉えることができる。

[0039] <担体ユニット 1 0 における配置>

図 4 は、図 3 の I V - I V における断面図である。

図 5 は図 4 の領域 V における拡大図である。

次に、図 3 乃至図 5 を参照しながら、担体ユニット 1 0 における担体 1 2 の周辺の構造について説明する。

[0040] 図 4 に示すように、カバー 1 5 は、カバー支持体 1 7 1 に掛けられて配置される。このカバー 1 5 は、連続部の一例である曲げ部 1 5 5 を挟んで位置する第 1 部 1 5 1 と第 2 部 1 5 3 とを有する。第 1 部 1 5 1 と第 2 部 1 5 3 は、各々上下方向に沿って起立して設けられる。

[0041] また、担体 1 2 は、担体支持体 1 7 3 に掛けられて配置される。この担体 1 2 は、折り曲げられ湾曲した部分である曲げ部 1 2 5 を挟んで、平板部の一例である第 1 部 1 2 1 と第 2 部 1 2 3 とを有する形状である。第 1 部 1 2 1 および第 2 部 1 2 3 は、各々上下方向に沿って起立して設けられる。ここで、第 1 部 1 2 1 および第 2 部 1 2 3 は、互いに離間して配置される。また、第 1 部 1 2 1 および第 2 部 1 2 3 は、カバー 1 5 から離間して配置される。なお、第 1 部 1 2 1 および第 2 部 1 2 3 は、第 1 対向部および第 2 対向部

の一例である。

[0042] ここで、担体 1 2 の曲げ部 1 2 5 の上下方向上側にカバー支持体 1 7 1 の培養液排出孔 1 7 5 が位置する。すなわち、他の供給口の一例である培養液排出孔 1 7 5 は、曲げ部 1 2 5 に向けて開口する。また、担体 1 2 の第 1 部 1 2 1 と第 2 部 1 2 3 との間には、ガス供給管 1 7 7 が配置される。このガス供給管 1 7 7 のガス排出孔 1 7 8 は、第 1 部 1 2 1 と第 2 部 1 2 3 によって挟まれる空間内に向けて開口する。

[0043] さて、図 4 に示すように、培養液排出孔 1 7 5 から排出される培養液は、担体 1 2 の曲げ部 1 2 5 に供給される（図中矢印 A 1 参照）。この曲げ部 1 2 5 に供給された培養液は、第 1 部 1 2 1 および第 2 部 1 2 3 に分岐して流れ落ちる（図中矢印 A 3 および A 5 参照）。

[0044] また、ガス排出孔 1 7 8 から排出される炭酸ガスは、担体 1 2 の第 1 部 1 2 1 および第 2 部 1 2 3 によって挟まれる空間内に供給される（図中矢印 B 1 乃至 B 4 参照）。このとき、炭酸ガスは、一部が上下方向に流れ（図中矢印 B 1 および B 2 参照）、一部は奥行方向、すなわち第 1 部 1 2 1 と第 2 部 1 2 3 に向けて流れる（図中矢印 B 3 および B 4 参照）。

[0045] ここで、図 5 を参照しながら、担体 1 2 における培養液などの流れについて詳細に説明をする。

担体 1 2 の第 1 部 1 2 1 の表面および／または内部においては、培養液が上下方向上側から下側へと流れる（図中矢印 A 7 参照）。

[0046] また、炭酸ガスは、奥行方向に沿って第 1 部 1 2 1 を通過する（図中矢印 B 5 参照）。この炭酸ガスの流れは、培養液の流れ（図中矢印 A 7 参照）と交差する向きである。また、炭酸ガスは、上下方向下側から上側へと流れる（図中矢印 B 6 参照）。この炭酸ガスの流れは、培養液とは反対の向き、すなわち培養液と対向する向きである。このように、炭酸ガスが、培養液と交差する向き、および培養液と反対の向きに流れることにより、培養液に供給される炭酸ガスの量が増加し得る。

[0047] 第 2 照射パネル 7 3（図 1 参照）から照射された光は、奥行方向に沿って

第1部121を通過する（図中矢印C1参照）。この光の進行方向は、培養液と交差する向きである。このことにより、培養液に含まれる微生物が受ける光量が増加し得る。

[0048] ここで、微生物は、培養液とともに、上下方向上側から下側に向けて流下する。すなわち、培養液流下開始の初期段階においては、微生物は、縦糸126に沿って落下する。ここで、縦糸126に沿って落下する微生物は、横糸127にぶつかると流れる向きが変わる（図中矢印A11、A13、A15、A17）。すなわち、微生物は、奥行方向において揺動しながら落下する。さらに説明をすると、微生物は、担体12の開口128を通過しながら落下する。このことにより、微生物がガスと接触する時間が長くなり、結果として微生物におけるガス交換効率が高まる。なお、図示の例においては、横糸127は、ウェーブ状に成型されており、各横糸127は奥行方向において互いにずれた配置となる。このことにより、微生物の奥行方向における揺動がより促進される。以上により、担体上での微生物の増殖が促進される。

[0049] ＜光合成微生物の製造＞

本発明の微生物培養システムを用いた光合成微生物の製造について、以下詳述する。本発明の微生物培養システムの利点としては、オープンポンドでの培養と比較して増殖後の細胞の回収が容易であること、及び、光合成生物に適用した場合には、担体に付着あるいは滞留している細胞量が多くなっても増殖速度が保たれることにある。実施例2の結果を示す図17は、クロレラ細胞の布（本発明の担体12に対応）上での増殖曲線である。左図（a）は縦軸の微生物量を対数目盛で表し、右図（b）は線形目盛で表したものである。左図での直線部は指数的な増殖（対数増殖期）を表し、右図の直線部は直線増殖期を表す。したがって、本発明の微生物培養システムを用いた光合成微生物の製造における担体12上でも、はじめ対数増殖、その後、直線増殖となってほぼ飽和に近づきながら緩やかな増殖となり、基本的には、液体培地中での懸濁培養と類似の増殖曲線をとる。しかし、本発明の微生物培

養システムを用いた光合成微生物の製造では、担体 1 2 上に付着あるいは滞留している細胞は、ほとんど移動しないため、その表面に位置する細胞が光を受光し続ける。そのため、光を受け続ける表層の細胞群と担体 1 2 との間にあって表層細胞群の陰に位置する内部細胞群との異なる環境の細胞群からなる。すなわち、表層の細胞群の細胞は、対数増殖の増殖能力を保持する細胞である。この点は、細胞濃度が高くなり直線増殖期に移行した液体培養中の細胞と異なる。オープンポンドでの培養では、攪拌により、細胞が照射光を直接受ける位置と他の細胞の陰になる位置とに移動が繰り返され、細胞数の増加に伴い全細胞の増殖能力が一様に抑制されるからである。よって、本発明の微生物培養システムを用いた光合成微生物の製造においては、倍加時間の遅い光合成微生物でも、担体 1 2 への付着量を高めることにより、より高い生産量が確保できる特徴をもつ。

[0050] 以上に説明したとおり、本発明の微生物培養システムを光合成微生物に適用することにより、担体 1 2 に付着した細胞量を多くした場合であっても、表層の細胞群の細胞は、対数増殖の増殖能力を保持することができる。したがって、1 日間に期待する生産量（乾燥重量 $g\ DW$ ）を $P\ (g\ DW/m^2)$ 、対数増殖時における細胞の 1 日間の増殖能力（単位期間あたりの倍率で表す）を μ 倍としたときの 1 日の最初の細胞量 $C_0\ (g\ DW/m^2)$ は、 $P \leq C_0 \times (\mu - 1)$ だから、以下の式（1）

$$C_0 \geq P / (\mu - 1) \quad \dots (1)$$

により設定することができる（ μ は比増殖速度として、時に時間あたりで表される）。本発明においては、 P が例えば $5\ g/m^2$ 以上、 $6\ g/m^2$ 以上、 $7\ g/m^2$ 以上、 $8\ g/m^2$ 以上、 $9\ g/m^2$ 以上、 $10\ g/m^2$ 以上、 $15\ g/m^2$ 以上、 $20\ g/m^2$ 以上になるように、最初の細胞量 C_0 を設定することができる。 P の上限は特に限定されないが、担体 1 2 の表層の細胞に対する十分な光量を確保するため、 $300\ g/m^2$ 以下であることが好ましく、 $100\ g/m^2$ 以下がより好ましく、 $50\ g/m^2$ 以下がさらに好ましい。また、1 日当たりの回収可能細胞量は、以下の式（2）

$$[\text{回収可能細胞量 (g DW/m}^2 \cdot \text{日)}] = [\text{固相表面細胞量 (g DW/m}^2)] \times (2^{(24/\text{倍加時間})} - 1) \quad \dots (2)$$

(式中、「固相表面細胞量」は、担体 12 上の光が十分当たる細胞量である)

により設定することができる。

実施例 1

[0051] 以下に実施例を掲げて本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれら実施例によって何ら限定されるものではない。

図 6 (a) 乃至 (d) は、実験 1 乃至 4 の条件を説明する図である。

図 7 は、実験 1 乃至 4 における収穫量を示すテーブルである。

[0052] 図 1 に示すような培養システム 1 を用いてスピルリナを培養した。担体 12 は、ナイロン製のメッシュ素材、所謂ナイロントオル(ライフレックス社製)を用いた。担体 12 の寸法は幅 18 cm、長さ 100 cm とした。この担体 12 は、2 つ折りで吊るしたものを 2 枚用いて測定を行った。また、カバー 15 は、厚さ 0.45 mm の塩化ビニールシートを 2 枚用い、各々担体 12 を収容させた。カバー支持体 171 は、アクリル製であり、寸法が厚さ 3 mm、呼び径 16 であるものを 2 本用いた。カバー支持体 171 の培養液排出孔 175 は、直径 0.9 mm であり、カバー支持体 171 の長手方向に沿って、2 cm おきに 9 か所設けた。

[0053] 第 1 照射パネル 71、第 2 照射パネル 73、第 1 照射パネル 81 および第 2 照射パネル 83 は、赤色 LED (イフェクト社製) を用いて光を照射した。光の強さは担体 12 の端で $50 \mu\text{mol/m}^2/\text{sec}$ 、担体 12 の中央で $20 \mu\text{mol/m}^2/\text{sec}$ とした。

[0054] ポンプ 59 は、エーハイム水陸両用ポンプ 1048 を用いた。

第 1 配管 51、第 2 配管 53、第 3 配管 57 は、シリコン製ホース (10 × 13 mm) を用いた。ここで、Y 字コネクター(アズワン、1-7377-18)を用いることにより、第 1 配管 51 において 2 本のカバー支持体 171 へ分岐する流路を確保した。

培養槽 31 は、ポリプロピレン製であり、寸法は、幅 30 cm、奥行 15 cm、高さ 30 cm とした。培養液は、表 1 に示す通りである。

[表1]

SOT1改培地組成

単位	mg/L
NaHCO ₃	16800
K ₂ HPO ₄	500
NaNO ₃	2500
K ₂ SO ₄	1000
NaCl	5000
MgSO ₄ ・7H ₂ O	200
CaCl ₂ ・2H ₂ O	40
FeSO ₄ ・7H ₂ O	10
Na ₂ EDTA・2H ₂ O	80

A5 solution 1 ※1 1mL

溶解後NaOHでpHを10に調整し、オートクレーブ処理

※1

A5 solution 1 組成

単位	mg/L
H ₃ BO ₃	2860
MnSO ₄ ・7H ₂ O	2500
ZnSO ₄ ・7H ₂ O	222
CuSO ₄ ・5H ₂ O	79
Na ₂ MoO ₄ ・2H ₂ O	21

[0055] 図 6 (a) 乃至 (d) に示すように、担体ユニット 10 および培養ユニット 30 に対する光の照射条件を変化させながら、実験 1 乃至実験 4 を行った。具体的には、担体ユニット 10 および培養ユニット 30 の各々に対して、光を照射する場合と、光が照射されないよう遮光する場合とを切り替えた。さらに説明をすると、担体ユニット 10 の遮光は、担体ユニット 10 のカバー 15 をアルミ箔で覆うことにより行った。付言すると、担体ユニット 10 を遮光することで、担体ユニット 10 の担体 12 に光が到達しなくなる。また、培養ユニット 30 の遮光は、培養ユニット 30 の培養槽 31 をアルミ箔で覆うことにより行った。付言すると、培養ユニット 30 を遮光することで、培養ユニット 30 の培養槽 31 の内部に光が到達しなくなる。

[0056] 図 6 (a) に示すように、実験 1 においては、担体ユニット 10 および培養ユニット 30 の両者を遮光した。図 6 (b) に示すように、実験 2 においては、担体ユニット 10 には光を照射し、培養ユニット 30 を遮光した。図 6 (c) に示すように、実験 3 においては、担体ユニット 10 を遮光し、培養ユニット 30 には光を照射した。図 6 (d) に示すように、実験 4 においては、担体ユニット 10 および培養ユニット 30 の両者に光を照射した。

[0057] 実験 1 乃至実験 4 の各々における培養開始時には、各担体 12 にスピル

リナを1 g均等に乘せ（2枚合計で2 g）た後、カバー15内に收容した。培養槽31には培養液を5 L入れポンプ59で循環させた。培養中は、培養槽31内の培養液の温度が30℃となるように室温を調整した。この条件で12日間培養を行った結果、担体12（2枚）および培養槽31内のスピルリナを回収、すなわち収穫して重量を測定した。

[0058] 図7に示すように、実験1においては、スピルリナの収穫量が2.33 gであった。同様に、実験2では収穫量が10.15 gであり、実験3では収穫量が4.16 gであり、実験4では収穫量が11.73 gであった。このことから、担体ユニット10および培養ユニット30の両者に光を照射した実験4では、担体ユニット10のみに光を照射した実験2や、培養ユニット30のみに光を照射した実験3と比較して、収穫量が増加することが確認された。

[0059] <培養対象>

上記のように培養システム1が培養する培養対象は、クロレラやシネコキスティス、スピルリナのような運動性のないあるいは乏しい光合成微生物だけでなく、鞭毛で水中を運動するプランクトン性のユーグレナやクラミドモナス、プレウロクリシスも含まれる。言い替えると、培養システム1の培養対象となる微生物は、きわめて多様である。培養システム1の培養対象となる主な微生物群としては、例えば以下のA類、B類、C類が挙げられる。

[0060] まず、A類として、原核生物である真正細菌と古細菌を挙げるができる。

真正細菌には、酸素非発生型の光合成細菌や酸素発生型光合成を行うシアノバクテリア、有機物質を利用する通性嫌気性発酵性細菌と非発酵性細菌、さらに無機栄養細菌、放線菌およびコリネバクテリウム、有孢子細菌を挙げることができる。光合成細菌には、ロドバクター、ロドスピリウム、クロロビウム、クロロフレクサスが挙げられる。シアノバクテリアにはシネココッカス、シネコキスティス、スピルリナ、アルスロスピラ、ノストック、アナベナ、オシラトリア、リングピア、イシクラゲ、スイゼンジノリが挙げられ

る。通性嫌気性発酵性細菌として大腸菌、乳酸菌が挙げられる。非発酵性細菌としてシュードモナスが挙げられる。無機栄養細菌として水素細菌が挙げられる。放線菌としてストレプトマイセスが、有孢子細菌として枯草菌が挙げられる。古細菌は好熱菌や高度好塩菌が挙げられる。好熱菌としてサーモコッカスが、高度好塩菌としてハロバクテリウムが挙げられる。その他に、グルタミン酸生産菌、リジン生産菌、セルロース生産菌などが挙げられる。

[0061] 次に、B類として、真核光合成微生物である微細藻類を挙げることができる。

微細藻類には、緑藻、トレボキシア藻、紅藻、珪藻、ハプト藻、真正眼点藻、ユーグレナ、褐虫藻が挙げられる。

緑藻にはクロレラ、セネデスムス、クラミドモナス、ボトリオコッカス、ヘマトコッカス、ナンノクロリス、シュードコリシスティスが、トレボキシア藻としてパラクロレラやココミクサが挙げられる。紅藻としてシアニディオシゾン、シアニディウム、ガルディエリア、ポルフィリディウムが、珪藻としてニッチア、フェオダクティルム、キートケロス、タラシオシラ、スケレトネマ、フィツリフェラが挙げられる。ハプト藻として、プレウロクリシス、ゲフィロカプサ、エミリアニア、イソクリシス、パブロバが挙げられる。真正眼点藻としてナンノクロロプシス、ユーグレナとしてユーグレナが挙げられる。さらに、サンゴの共生藻である褐虫藻としてはシンビオディニウムが挙げられる。

[0062] 次にC類として、非光合成真核生物である菌類を挙げることができる。

菌類には酵母菌とコウジカビが挙げられる。また、担子菌類の菌糸培養は培養対象となる。さらに、水生変形菌類（現在は原生生物）のラビリンチュラも適用できる。ラビリンチュラとしては、オーランチオキトリウムを挙げられる。

[0063] なお、微生物ではないが、多細胞性海藻のうち、緑藻であるアオサやアオノリ、紅藻であるアサクサノリ、アマノリ、スサビノリ、イワノリ、その他の食用ノリも培養対象となる。さらに、緑色植物であるコケ類も培養対象と

なる。また、共生生物である地衣類も培養対象となる。

なお、微細藻類は、シアノバクテリアを含むものとして捉えることができる。

[0064] <微生物の製造方法>

図8は、培養システム1における微生物の製造方法動作を説明するフローチャートである。

上記のような培養システム1において実行される微生物を培養する方法は、微生物の製造方法として捉えることができる。以下、図8を参照しながら、培養システム1において実行される微生物の製造方法を説明する。

[0065] まず、担体ユニット10の担体12においては、担体照射ユニット70によって担体12へ光が照射される(S801)。また、担体12においては、ガス供給ユニット60によって担体へ炭酸ガスが供給される(S802)。

[0066] そして、培養ユニット30の培養槽31においては、培養照射ユニット80によって、微生物を含む培養液へ光が照射される(S803)。また、培養ユニット30の培養槽31においては、攪拌器35によって、培養液が攪拌される(S804)。

[0067] そして、制御ユニット90によって、予め定められた培養槽31の微生物を収穫するタイミングであるかが判断される(S805)。微生物を収穫するタイミングである場合(S805でYES)、ろ過器37によって培養液から微生物がろ過されることで、微生物が収穫される(S806)。一方、微生物を収穫するタイミングでない場合(S805でNO)、培養液循環ユニット50によって、微生物および培養液が担体ユニット10へ送られることで、微生物および培養液が循環する(S807)。

[0068] <変形例>

図9乃至図11は、本実施の形態における変形例を説明する図である。

次に、図9乃至図11を参照しながら、本実施の形態における変形例を説明する。なお、以下の説明においては、上記実施の形態で説明した構成と同

一の部分には同一の符号をつけ、その詳細な説明は省略する。

[0069] 上記の実施の形態においては、担体ユニット 10 を通過した培養液を、第 2 配管 53 を介して培養ユニット 30 へと回収することを説明したが、担体ユニット 10 を通過した培養液が培養槽 31 へ回収される態様であれば、構成は特に限定されない。

[0070] 例えば、図 9 に示す培養システム 101 のように、担体ユニット 10 の上下方向下側に培養ユニット 300 が設けられてもよい。この培養ユニット 300 は、担体ユニット 10 から排出され落下する培養液および微生物を受ける培養槽 310 を有する。この培養槽 310 は略円筒状の容器である。培養槽 310 の外周には、培養照射ユニット 80 の照射体 85 が複数並べて配置されている。担体ユニット 10 から落下した培養液は、培養槽 310 によって貯留されるとともに、照射体 85 からの光が照射されることにより、培養槽 310 内において微生物が培養される。

[0071] 上記の実施の形態においては、培養ユニット 30 に対して培養照射ユニット 80 が光を照射することを説明したが、培養ユニット 30 に光が照射される態様であれば、構成は特に限定されない。例えば、図 10 に示す培養システム 103 のように、培養ユニット 350 が、屋外に設けられてもよい。すなわち、培養槽 351 が太陽光を受ける構成とし、培養照射ユニット 80 を備えない構成であってもよい。また、図示とは異なり、太陽光を受ける構成としたうえで、さらに培養照射ユニット 80 を備える構成であってもよい。

[0072] ここで、本実施の形態および変形例とは異なる微生物の培養方式の 1 つとして、回遊池方式（ポンド式）が知られている。この回遊池方式においては、太陽光が届く範囲（水深 30 cm 程度）までしか深さ方向に広げられないため、水平方向に広大な用地を取得する必要がある。一方で、培養システム 103 においては、担体ユニット 10 において微生物および培養液に光が照射されることから、培養槽 351 の水深を太陽光が届く範囲よりも深くすることが可能である。なお、図示の例の培養槽 351 は、一部を地下に埋没させることにより、培養槽 351 の深さ方向の寸法を確保している。また、図

示の培養槽 351 は、貯留する培養液の液面における最大幅が、貯留する培養液の最大深さよりも大きい寸法で形成されている。

[0073] 付言すると、上記培養システム 103 は、担体ユニット 10 における担持体方式による微生物の培養と、培養ユニット 305 における回遊池方式による微生物の培養とを組み合わせたハイブリッド式の微生物の培養システムとして捉えることができる。さらに説明をすると、担持体方式と、回遊池以外の微生物の培養方式とを組み合わせたハイブリッド式の微生物の培養システムであってもよい。例えば、担体ユニット 10 における担持体方式による微生物の培養と、所謂タンク方式による微生物の培養とを組み合わせたハイブリッド式の微生物の培養システムであってもよい。

[0074] さて、上記の実施の形態においては、担体 12 を用いた担体ユニット 10 において、微生物および培養液に光の照射および炭酸ガスの供給を実行したが、微生物および培養液に対して光の照射および炭酸ガスの供給が実行される態様であれば、構成は特に限定されない。

[0075] 例えば、図 11 に示す培養システム 105 のように、培養液を貯留し、かつ光の照射および炭酸ガスの供給を実行するタンク 110 を備える構成であってもよい。このタンク 110 内においては、発光源である照射パネル 75 と、炭酸ガスを供給するガス供給部 65 とが設けられている。担体ユニット 10 において光の照射および炭酸ガスの供給を受けた微生物および培養液はタンク 110 へと導かれる。そして、このタンク 110 において、微生物が培養される。なお、図示の例においては、タンク 110 にガス供給部 65 が設けられることを説明したが、タンク 110 にガス供給部 65 が設けられない構成であってもよい。

[0076] さて、上記の実施の形態においては、担体ユニット 10 のカバー 15 が担体 12 ごとに設けられることを説明したが、これに限定されない。例えば、1 つのカバー 15 内に複数の担体 12 が設けられる構成であってもよい。付言すると、担体 12 ごとにカバー 15 が設けられることにより、担体 12 の各々に供給される炭酸ガスの制御が容易となる。また、培養システム 1 は、

担体ユニット 10 にカバー 15 が設けられない構成であってもよい。

[0077] また、上記の実施の形態においては、担体 12 が 2 つに折り曲げられ、曲げ部 125 が支持体 17 に掛けられることを説明したが、これに限定されない。例えば、担体 12 を平板状に吊るして設けてもよい。また、担体 12 を円筒状や角筒状など平板以外の形状で構成してもよい。

[0078] また、上記の実施の形態においては、担体 12 が繊維により形成される布部材であることを説明したが、材質や形状はこれに限定されない。例えば、担体 12 は、微生物が通過可能な寸法の貫通孔が複数形成された板状部材であってもよい。

[0079] また、上記の実施の形態においては、培養ユニット 30 に光を照射することを説明したが、光を照射しない態様であってもよい。さらに説明をすると、例えば、培養槽 31 の上部を開放せずに、培養槽 31 全体が地中や屋内などに設けられ、かつ担体照射ユニット 70 や太陽光からの光を受けない態様であってもよい。

[0080] また、上記の実施の形態においては、カバー支持体 171 が曲げ部 125 に培養液を供給したが、担体 12 に培養液を供給することができれば、これに限定されない。例えば、カバー支持体 171 とは別体として構成され培養液を噴霧する噴霧部（不図示）が、第 1 部 121 および第 2 部 123 の各々と対向する位置に設けられ、この噴霧部を介して担体 12 に培養液を供給してもよい。

[0081] また、上記の実施の形態においては、ガス供給管 177 が第 1 部 121 および第 2 部 123 の間に設けられることを説明したが、担体 12 に対して炭酸ガスが供給されれば、これに限定されない。例えば、ガス供給管 177 が第 1 部 121 および第 2 部 123 の各々と対向する位置に設けられ、炭酸ガスを吹き付けるような構成であってもよい。また、上記の説明とは異なり、担体 12 に対して炭酸ガスを供給しない構成であってもよい。

[0082] <他の実施の形態>

図 12 (a) および (b) は、他の実施の形態における担体 120 の概略

構成図である。具体的には、図 1 2 (a) は担体 1 2 0 の奥行方向における断面を示す図であり、図 1 2 (b) は担体 1 2 0 を構成する縦糸 1 2 6 0 および横糸 1 2 7 0 の構造を示す図である。

図 1 3 は、縦糸 1 2 6 0 および横糸 1 2 7 0 の差異を説明する図である。

[0083] 次に、図 1 2 および図 1 3 を参照しながら、他の実施の形態における担体 1 2 0 の詳細構成について説明をする。なお、以下の説明においては、上記実施の形態および変形例などで説明した構成と同一の部分には同一の符号をつけ、その詳細な説明は省略する。

[0084] 図 1 2 (a) に示すように、担体 1 2 0 は、布状の部材である層部材 1 2 9 0 を積層することにより構成されている。各層部材 1 2 9 0 の表面および／または内部においては、培養液が上下方向上側から下側へと流れる（図中矢印 A 7 参照）。また、炭酸ガスは、奥行方向に沿って各層部材 1 2 9 0 を通過する（図中矢印 B 5 参照）。ここで、層部材 1 2 9 0 同士の間には空間が形成されている。このことにより、培養液に供給される炭酸ガスの量が増加し得る。なお、層部材 1 2 9 0 は、繊維層の一例である。

[0085] また、図 1 2 (b) に示すように、担体 1 2 0（層部材 1 2 9 0）は、縦糸 1 2 6 0 および横糸 1 2 7 0 により構成される。縦糸 1 2 6 0 および横糸 1 2 7 0 は、ナイロンなどの樹脂繊維である。また、縦糸 1 2 6 0 および横糸 1 2 7 0 は、担体照射ユニット 7 0（図 1 参照）から照射される光の少なくとも一部を透過可能な糸状部材により形成される。このことにより、担体照射ユニット 7 0 の光が、各層部材 1 2 9 0 に到達することが可能となる。また、縦糸 1 2 6 0 および横糸 1 2 7 0 の間には、開口 1 2 8 0 が形成される。この開口 1 2 8 0 を通過することによっても、担体照射ユニット 7 0 の光が各層部材 1 2 9 0 に到達することが可能となる。また、炭酸ガスが、開口 1 2 8 0 を通過することが可能となる。このことにより、積層して設けられる層部材 1 2 9 0 の各々に、炭酸ガスが供給され得る。

[0086] ここで、図 1 2 (b) に示すように、第 1 繊維の一例である縦糸 1 2 6 0 は、複数（図示の例では 7 本）の縦繊維 1 2 6 1 を撚ることによって形成さ

れている。また、第2繊維の一例である横糸1270は、複数（図示の例では7本）の横繊維1271を撚ることによって形成されている。すなわち、図示の縦糸1260と横糸1270において、各々構成する繊維（縦繊維1261および横繊維1271）の数は同一である。また、縦繊維1261および横繊維1271の直径は略同一である。ここで略同一とは、各々の直径が一致するだけでなく、各々の直径の差が30%以内であることを含む。

[0087] 一方で、縦糸1260および横糸1270は、互いに形状が異なる。具体的には、縦糸1260および横糸1270は、各々の湾曲形状および撚りの状態が異なる。さらに説明をすると、図13に示すように、縦糸1260は、横糸1270と比較して、各々の単位長さ当たりの湾曲する部分（図12（b）における湾曲部R1および湾曲部R3参照）の数が多し。また、縦糸1260は、横糸1270と比較して、湾曲する部分の曲率半径が小さい。言い換えると、縦糸1260は、横糸1270と比較して、湾曲がよりきつくなるように形成されている。

[0088] また、図13に示すように、縦糸1260は、横糸1270と比較して、各々の長手方向と交差する方向に広がる幅（広がり幅、図12（b）における幅S1および幅S3参照）が大きい。また、縦糸1260は、横糸1270と比較して、撚りが強い。言い替えると、縦糸1260は、横糸1270よりも繊維の密度が高くなるように撚られている。したがって、縦糸1260は、横糸1270と比較して、単位面積あたりに含まれる繊維の本数が多い。

[0089] 上記のように、縦糸1260を横糸1270と異なる構成とすることにより、担体120を上下方向上側から下側に向けて流下する培養液が、幅方向に広がることを促進する。そして、培養液が幅方向に広がることにより、培養液が担体120を流下する時間が長くなり、培養液に供給される炭酸ガスの量が増加し得る。また、培養液に含まれる微生物が受ける光の量が増加し得る。その結果、培養システム1（図1参照）において微生物がより培養されやすくなる。

[0090] <滴下試験>

図14(a)乃至(c)は、担体120の滴下試験について説明をする図である。具体的には、図14(a)は縦方向試験の結果を示す図であり、図14(b)は横方向試験の結果を示す図であり、図14(c)は担体120の配置と拡散の関係を示す図である。なお、図14(a)および(b)においては、横糸1270の記載は省略している。

[0091] 次に、図14(a)乃至(c)を参照しながら、担体120を用いた滴下試験について説明をする。この滴下試験においては、担体120を設置する向きを変更しながら、担体120に水を滴下させ、担体120における水の広がりを確認する試験を行った。なお、この滴下試験においては、担体120における水の広がりを観察しやすくするため、水として墨汁液（普及品ぼくてき、呉竹製）を用いた。

[0092] 具体的には、図14(a)に示すように縦糸1260が上下方向に沿う向きに担体120を配置した縦方向試験と、図14(b)に示すように縦糸1260が上下方向と交差する向きに担体120を配置した横方向試験とを行った。なお、図14(a)に示すように縦糸1260が上下方向に沿う配置（縦方向配置）は、培養システム1（図1参照）において担体120が設置される向きである。また、図14(b)に示すように縦糸1260が上下方向と交差する配置（横方向配置）は、培養システム1において担体120が設置される向きとは異なる向きである。

[0093] また、滴下試験の試験条件は以下のとおりである。まず、容器（不図示）内の水に浸した担体120を気中に持ち上げ、支持機構（不図示）に吊り下げ、担体120を上下方向に設置した。そして、15秒間が経過した後、マイクロピペットを用いて、担体120に100 μ Lの墨汁液を付着させた。そして、付着から30秒が経過した後、担体120における墨汁液の広がりを確認した。なお、担体120としては、ナイロンタオル(ライフレックス社製)を用いた。また、上記図12(a)とは異なり、担体120は単層で構成されているものを用いた。

[0094] この滴下試験においては、縦方向試験と横方向試験とで墨汁液の広がりには差異が確認された。具体的には、図14(b)に示す横方向試験においては、拡散領域137が上下方向下側へスパイク状に広がる突起部S_pが観察されたが、図14(a)に示す縦方向試験では観察されなかった。

[0095] また、図14(a)に示す縦方向試験における墨汁液の拡散領域136は、図14(b)に示す横方向試験における墨汁液の拡散領域137と比較して、水平方向の長さがより長くなることが確認された。具体的には、付着から30秒が経過した際の拡散領域136の水平方向最大幅W₁₁は6.3cmであり、拡散領域137の水平方向最大幅W₁₂は、4.8cmであった。このことから、縦方向配置(図14(a)参照)は、横方向配置(図14(b)参照)よりも図14(a)に示すように縦糸1260が上下方向に沿う向きに担体120を配置したほうが、図14(b)に示すように縦糸1260が上下方向にと交差する向きに担体120を配置したときよりも、水平方向への水の拡散がより促進される。さらに説明をすると、図14(c)に示すように、縦方向配置(図14(a)参照)は、横方向配置(図14(b)参照)よりも水の拡散が速い。

[0096] ここで、拡散領域136の縦横比は最大位置で1.2であり、拡散領域137の縦横比は最大位置で0.7であり、面積は約167,171cm²となった。付言すると、100μLを面積で割ると水の平均的厚さが求められ、仮に100cm²とした場合は、水厚さ10μmとなる。また、上記滴下試験の後、支持機構に吊り下げていた担体120を水平にしたところ、拡散領域136、137はさらに広がった。これは、水厚さを保持できず、広がったためとも考えられる。このときの水厚さは平均6μmと算出される。

[0097] 上記のように、担体120の網目構造は、培養液の通水において、縦方向配置(図14(a)参照)は、横方向配置(図14(b)参照)よりも水平方向の水の拡散が速い。したがって、培養システム1(図1参照)において担体120を搭載する向きとしては、図14(a)に示す縦方向配置のほうが、微生物が担体120により滞留しやすい。その結果、培養システム1(

図 1 参照) において微生物がより培養されやすくなる。

[0098] <引張試験>

図 1 5 (a) 乃至 (c) は、担体 1 2 0 の引張試験について説明をする図である。具体的には、図 1 5 (a) は縦方向試験片を示す図であり、図 1 5 (b) は横方向試験片を示す図であり、図 1 5 (c) は引張試験の結果を示す図である。なお、図 1 5 (a) および (b) においては、横糸 1 2 7 0 の記載は省略している。

[0099] 次に、図 1 5 (a) 乃至 (c) を参照しながら、担体 1 2 0 を用いた引張試験について説明をする。この引張試験においては、担体 1 2 0 の一部を切り取ることにより形成された縦方向試験片および横方向試験片を用いた。図 1 5 (a) に示すように、縦方向試験片は、縦糸 1 2 6 0 に沿う方向（以下、縦方向ということがある。）を長手方向とする試験片である。また、図 1 5 (b) に示すように、横方向試験片は、縦糸 1 2 6 0 と交差する方向（以下、横方向ということがある。）を長手方向とする試験片である。縦方向試験片および横方向試験片は、長さ（図中 L 1 0 参照）を 1 0 c m、および幅（図中 W 1 0 参照）を 3 c m とした。なお、担体 1 2 0 としては、ナイロンタオル(ライフレックス社製)を用いた。また、上記図 1 2 (a) とは異なり、担体 1 2 0 は単層で構成されているものを用いた。

[0100] また、引張試験においては、5 k N ロードセルおよび 1 k N 引張試験治具を装着した卓上形精密万能試験機 A G S - J （島津製作所製）を用いた。測定条件は、室温下で、治具間距離 1 0 0 m m、速度 5 0 m m / m i n とした。

[0101] 図 1 5 (c) に示すように、縦方向試験片は、横方向試験片と比較して、伸び率および破壊強度がともに大きいことが確認された。ここで、縦方向試験片および横方向試験片の伸び率の差は、上記のように、縦糸 1 2 6 0 および横糸 1 2 7 0 の形状が互いに異なるためと考えることができる。具体的に説明をすると、縦方向試験片のように縦糸 1 2 6 0 に沿う方向に伸ばす場合は、主に縦糸 1 2 6 0 が伸ばされる。一方で、横方向試験片のように縦糸 1 2 6 0 と交差する方向、すなわち横糸 1 2 7 0 に沿う方向に伸ばす場合は、

主に横糸 1 2 7 0 が伸ばされる。そして、縦糸 1 2 6 0 の方が、横糸 1 2 7 0 と比較して湾曲部が多い形状である。このことにより、縦糸 1 2 6 0 が伸ばされる縦方向試験片の方が、横糸 1 2 7 0 が伸ばされる横方向試験片と比較して、伸び率が大きくなると考えることもできる。

[0102] ここで、上記のように培養システム 1（図 1 参照）においては、縦糸 1 2 6 0 が上下方向に沿う向きに担体 1 2 0 が吊り下げられて設けられる。すなわち、より伸びやすい縦糸 1 2 6 0 が上下方向に沿って配置される。ここで、縦糸 1 2 6 0 がより伸びやすく構成されることにより、吊り下げられて設けられる担体 1 2 0 の上下方向上側の部分は、下側の部分と比較して、より伸びた状態となる。したがって、吊り下げられて設けられる担体 1 2 0 の上下方向上側の部分は、下側の部分と比較して、開口 1 2 8 0（図 1 2（b）参照）が大きくなる。このことにともない、例えば担体 1 2 0 の上側の部分において、培養液に供給される炭酸ガスを増加させ得る。

[0103] 付言すると、担体 1 2 0 においては、上下方向上側から下側に向けて流れる培養液に対して、炭酸ガスが供給される。そのため、担体 1 2 0 の上側を通過している培養液は、下側を通過している培養液よりも含有する炭酸ガスが少ない。そこで、培養液が含有する炭酸ガスが少ない領域である担体 1 2 0 の上側の部分において、開口 1 2 8 0 を大きくすることによって、担体 1 2 0 における炭酸ガスの供給効率を向上させ得る。

[0104] <殺菌処理>

図 1 6 は、培養システム 1 における殺菌処理を説明するフローチャートである。

次に、培養システム 1 における殺菌処理について説明をする。

上記においては説明を省略したが、培養システム 1 を稼働させることにともない、例えば培養システム 1 に異物が混入することがある。そして、この異物が、カビなどの菌類であると、培養システム 1 内において増殖し、微生物の収穫量を低減させることがある。

[0105] そこで、培養システム 1 において、混入した菌類などを殺菌する処理を施

してもよい。例えば、培養システム 1 が、混入した菌類を殺菌する殺菌部（不図示）を有する構成としても良い。この殺菌部は、過酸化水素水などの所謂殺菌水を培養システム 1 内に供給する殺菌水供給機能と、予め定めた温度の気体を培養システム 1 内に供給し殺菌水を乾燥させる乾燥機能とを有する。そして、この殺菌部を用いながら、予め定めたタイミング（例えば 7 日ごと）において培養システム 1 を殺菌する処理を施す。このことにより、微生物の収穫量が低減することが抑制される。なお、ここでの殺菌とは、培養システム 1 内に混入した菌類の全てを殺すことだけではなく、培養システム 1 内に混入した菌類の数を低減すること、あるいは菌類の増殖を抑制することを含む。

[0106] 以下、図 1 および図 16 を参照しながら、培養システム 1 における殺菌部を用いた殺菌処理の例を、具体的に説明する。なお、初期状態においては、ポンプ 59 が稼働し、培養液が循環しているものとする。

[0107] まず、制御ユニット 90 によって、予め定めた殺菌タイミングであるかが判断される（S1601）。殺菌タイミングである場合、ポンプ 59 が停止する（S1602）。このことにともない培養システム 1 における培養液の循環が停止する。

[0108] 次に、ポンプ 59 は、停止前の培養液の流量よりも大きな流量で、再び培養液を循環させる（S1603）。この流量を増して流れる培養液が、担体 120 に付着した微生物を担体 120 から引き剥がす。そして、ポンプ 59 が予め定めたタイミングで再び停止する（S1604）。そして、培養液によって担体 120 から引き剥がされた微生物は、ろ過器 37 によってろ過されることで収穫される（S1605）。

[0109] 次に、殺菌部によって、培養システム 1 内に殺菌水が供給される（S1606）。このことにともない培養システム 1 内に混入した菌類が殺菌される。そして、殺菌部によって、培養システム 1 内に予め定めた温度の気体が供給されることにより、殺菌水が乾燥する（S1607）。

[0110] さて、上記の殺菌処理を実行する殺菌タイミングは、菌類の成長速度に応

じて定められてもよいし、微生物を収穫するタイミングに応じて定めてもよい。ここで、カビの胞子は、一般的に約7日で成長することが知られている。したがって、前回の殺菌タイミングから7日後に殺菌処理を施すと、前回の殺菌においてカビの胞子が残存していた場合においても、カビを確実に殺菌することが可能となる。

[0111] <変形例>

上記の説明においては、縦糸1260および横糸1270の湾曲形状などを異ならせることで、水平方向への水の拡散を促進することや、各々の伸びやすさを異ならせることを説明したが、これに限定されない。例えば、縦糸1260および横糸1270の材質や、剛性、直径、表面処理などを異ならせることにより、水平方向への水の拡散を促進することや、各々の伸びやすさを異ならせてもよい。

[0112] また、担体120は、縦糸1260および横糸1270を有するものであれば、構成は特に限定されない。付言すると、担体120は、例えば織物として捉えることもできるし、網目体として捉えることもできる。

[0113] また、上記の説明においては、担体照射ユニット70および培養照射ユニット80を設けることを説明したが、培養システム1に担体照射ユニット70および培養照射ユニット80を設けず、担体120などが太陽光を受けることによって微生物が培養されてもよい。

[0114] さて、上記では種々の実施形態および変形例を説明したが、これらの実施形態や変形例同士を組み合わせる構成してももちろんよい。

また、本開示は上記の実施形態に何ら限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施することができる。

実施例 2

[0115] 本実施例では、本発明の微生物培養システムが、光合成微生物の製造に好適に用いることができることを示すため、担体に搭載した緑藻の培養曲線を作成した。

綿布からなる担体に、1 m²当たり乾燥重量1 gになるよう緑藻クロレラ・

ケスレリ 11 h（これまでは I A M C-531 と呼ばれ、現在はパラクロレラ・ケスレリ N I E S-2160 に名称が変更された）を搭載した。かかる担体を 0.2 x ガンボーグ B5 培地（日本製薬株式会社製）中に上下方向に広がるように配置した。LED 電球（植物培養用 I S L M 型 30 cm サイズ、シーシーエス株式会社製）を用いて光量子束密度を $110 \mu\text{mol} \cdot \text{光子} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ に設定した連続光を照射し、0.2 x ガンボーグ B5 培地を 1000 mL/h の速度で上から供給しながら 30°C で培養を行った。

[0116] 結果を図 17 に示す。図 17 (a) に示されるように縦軸を対数軸とした場合には、担体に搭載した緑藻の培養においても液体培地中での懸濁培養と同様の培養曲線が得られるが、図 17 (b) に示されるように縦軸を線形軸とした場合には、細胞量が等量ずつ増加していることがわかった。この結果は、担体上での培養においては、表層の緑藻は常に十分な光を得ることができ、対数増殖の増殖能力を保持していることを示唆している。この結果より、担体表面に十分な光量を供給できる限り、連続的に光合成微生物を製造できることが示され、本発明の微生物培養システムが、光合成微生物の製造に好適に用いることができることが明らかになった。

符号の説明

[0117] 1…培養システム、10…担体ユニット、12…担体、15…カバー、30…培養ユニット、31…培養槽、70…担体照射ユニット、80…培養照射ユニット、120…担体、1260…縦糸、1270…横糸

請求の範囲

- [請求項1] 培養液が表面および／または内部を流下する担体と、当該担体に培養液を供給する供給部とを備える培養装置であって、
- 前記担体は、上下方向に沿う向きに配置される複数の第1繊維と、上下方向と交差する向きに配置される複数の第2繊維とを有し、
- 前記第2繊維に沿う向きの培養液の拡散速度は、前記担体が当該第2繊維が上下方向に沿う向きに配置される場合における、前記第1繊維に沿う向きの培養液の拡散速度よりも速い
- 培養装置。
- [請求項2] 前記第1繊維および前記第2繊維は各々湾曲部を有し、当該第1繊維の湾曲部は、当該第2繊維の湾曲部よりも数が多い
- 請求項1記載の培養装置。
- [請求項3] 前記第1繊維および前記第2繊維は各々湾曲部を有し、当該第1繊維の湾曲部は、当該第2繊維の湾曲部よりも曲率半径が小さい
- 請求項1または2記載の培養装置。
- [請求項4] 前記担体は、前記複数の第1繊維および前記複数の第2繊維により形成される繊維層を積層して構成される
- 請求項1乃至3のいずれか1項記載の培養装置。
- [請求項5] 前記第1繊維および前記第2繊維は、前記担体に照射される光の少なくとも一部を透過可能である
- 請求項1乃至4のいずれか1項記載の培養装置。
- [請求項6] 前記担体は、前記培養装置において吊り下げて設けられ、前記第1繊維に沿う向きの方が前記第2繊維に沿う向きよりも伸びやすい
- 請求項1乃至5のいずれか1項記載の培養装置。
- [請求項7] 培養液が表面および／または内部を流下する担体と、当該担体に培養液を供給する供給部とを備える培養装置であって、
- 前記担体は、上下方向に沿う向きに配置される複数の第1繊維と、上下方向と交差する向きに配置される複数の第2繊維とを有し、

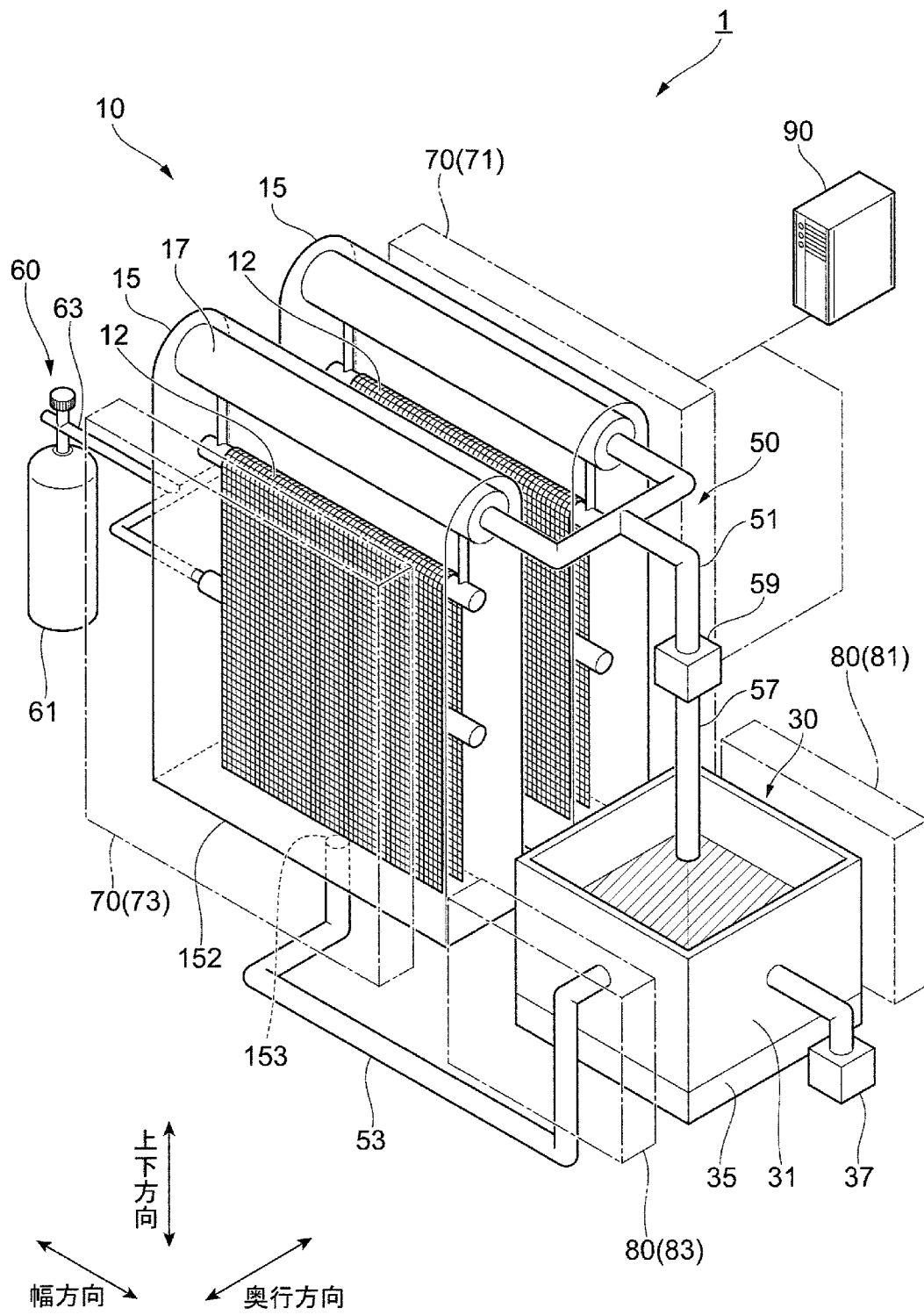
前記担体は、前記培養装置において吊り下げて設けられ、前記第 1 繊維に沿う向きの方が前記第 2 繊維に沿う向きよりも伸びやすい培養装置。

[請求項 8] 担体の表面および／または内部を培養液が流下するステップと、前記担体に培養液を供給するステップとを有し、

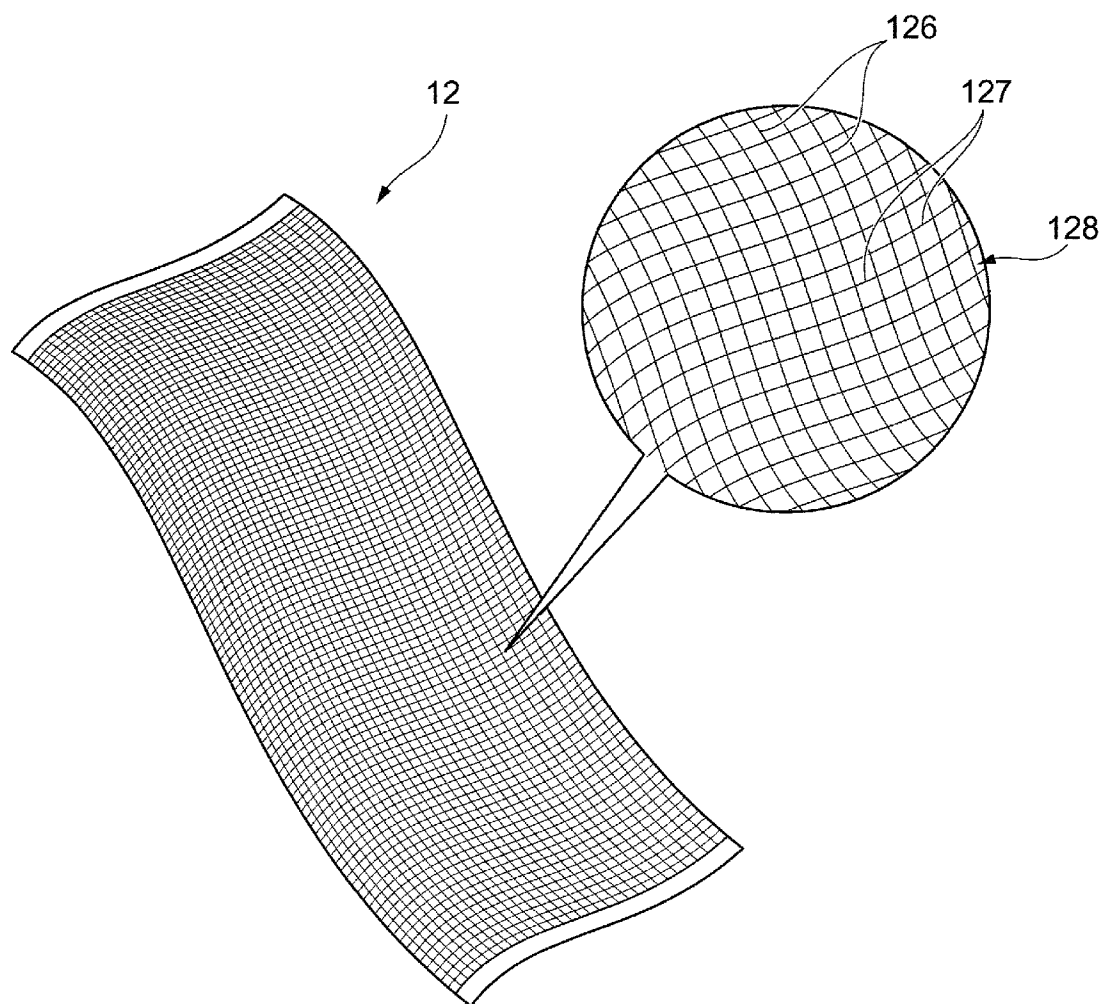
前記担体は、上下方向に沿う向きに配置される複数の第 1 繊維と、上下方向と交差する向きに配置される複数の第 2 繊維とを有し、

前記第 2 繊維に沿う向きの培養液の拡散速度は、前記担体が当該第 2 繊維が上下方向に沿う向きに配置される場合における、前記第 1 繊維に沿う向きの培養液の拡散速度よりも速い培養対象の製造方法。

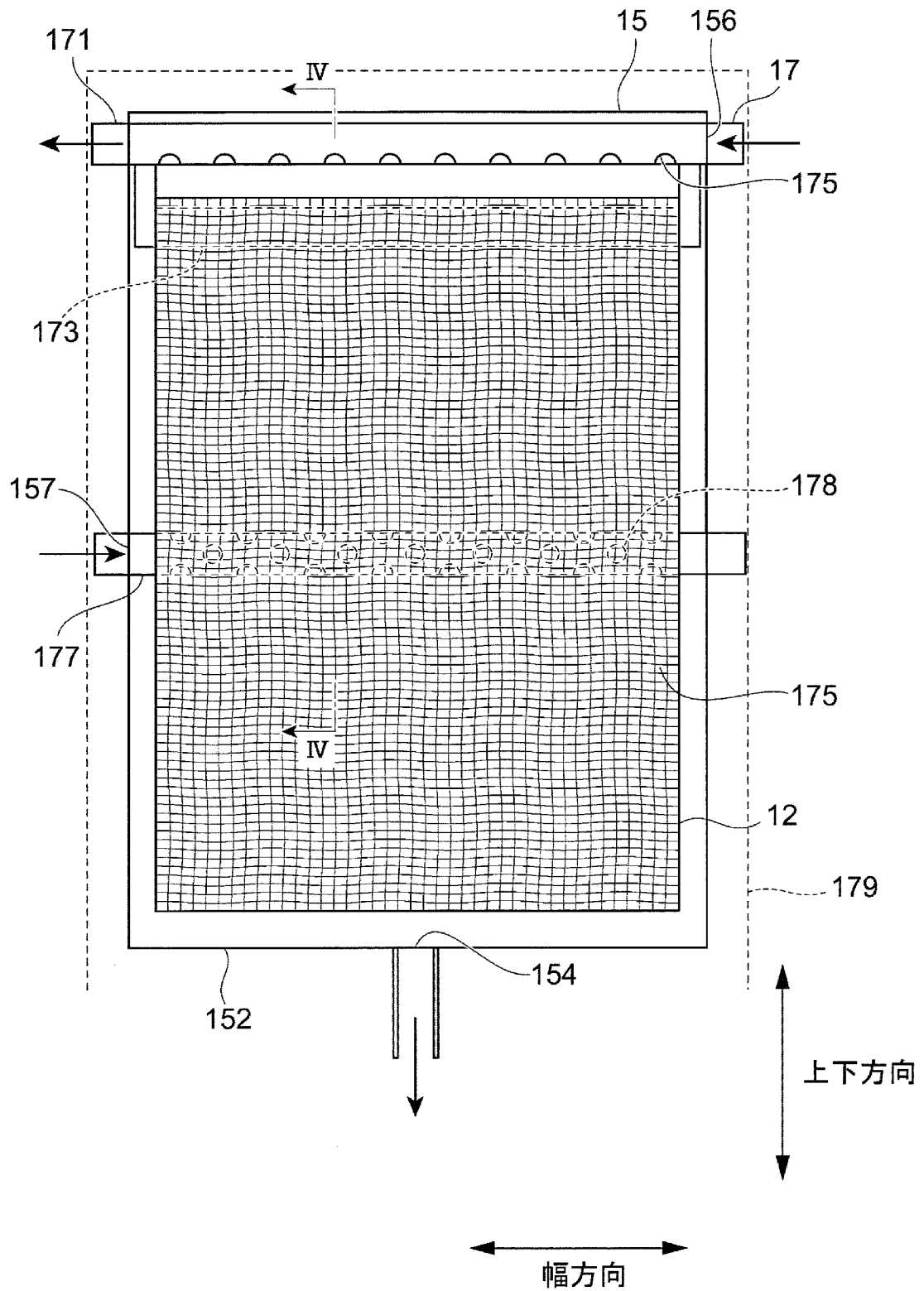
[図1]



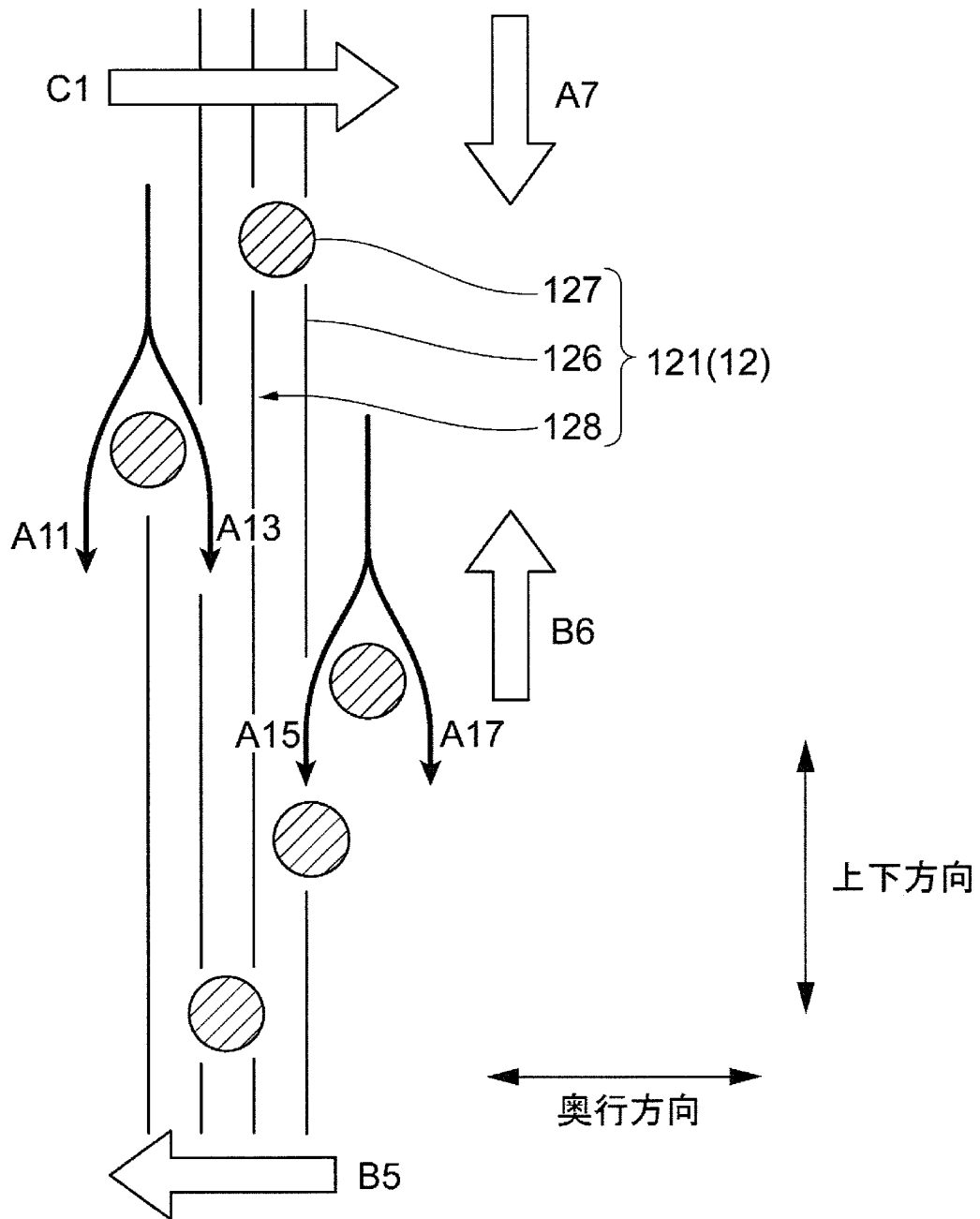
[図2]



[図3]

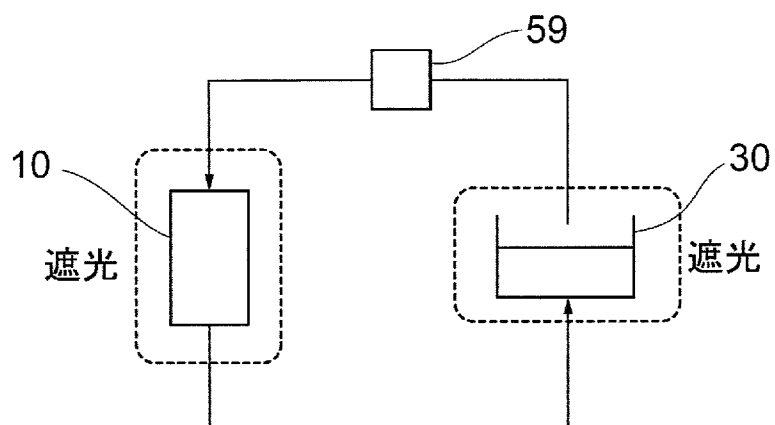


[図5]

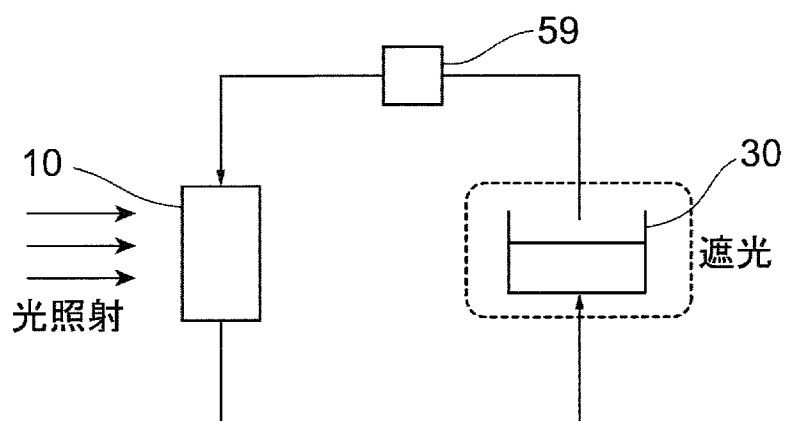


[図6]

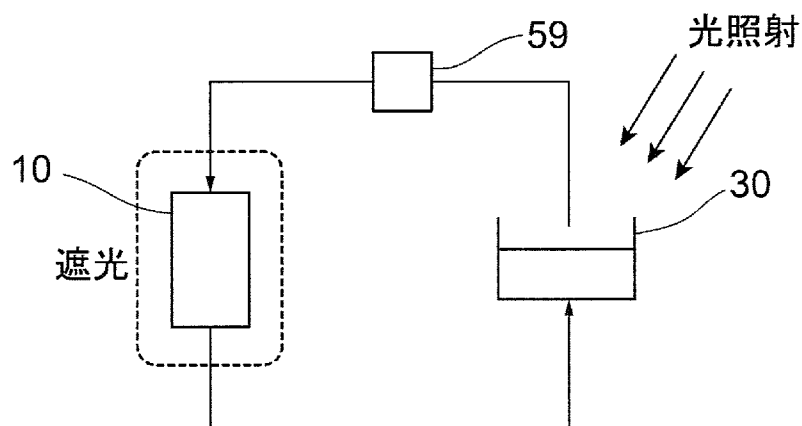
(a) 実験1



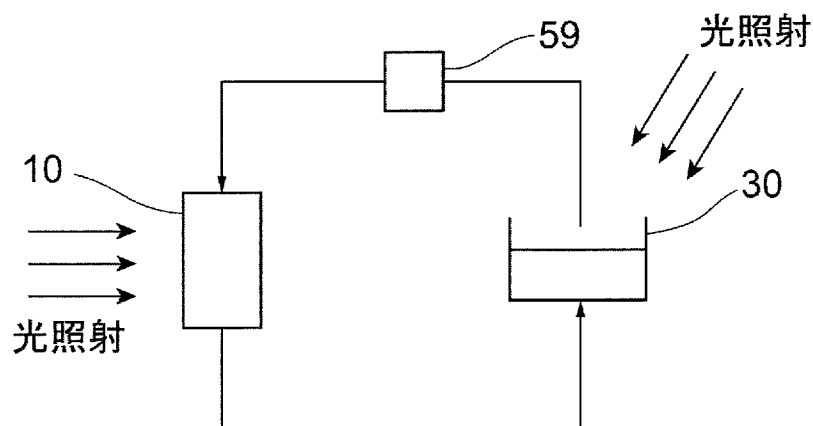
(b) 実験2



(c) 実験3



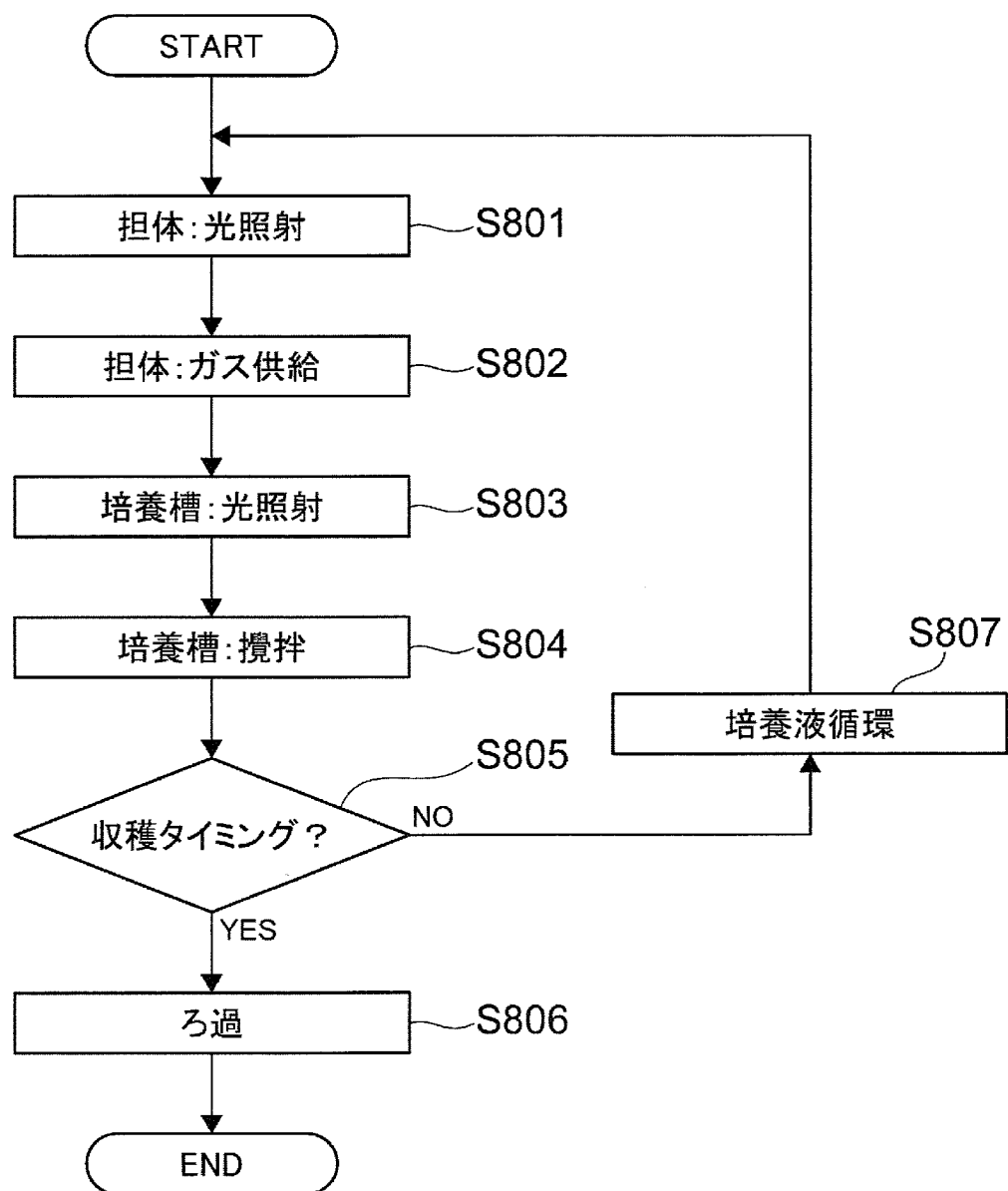
(d) 実験4



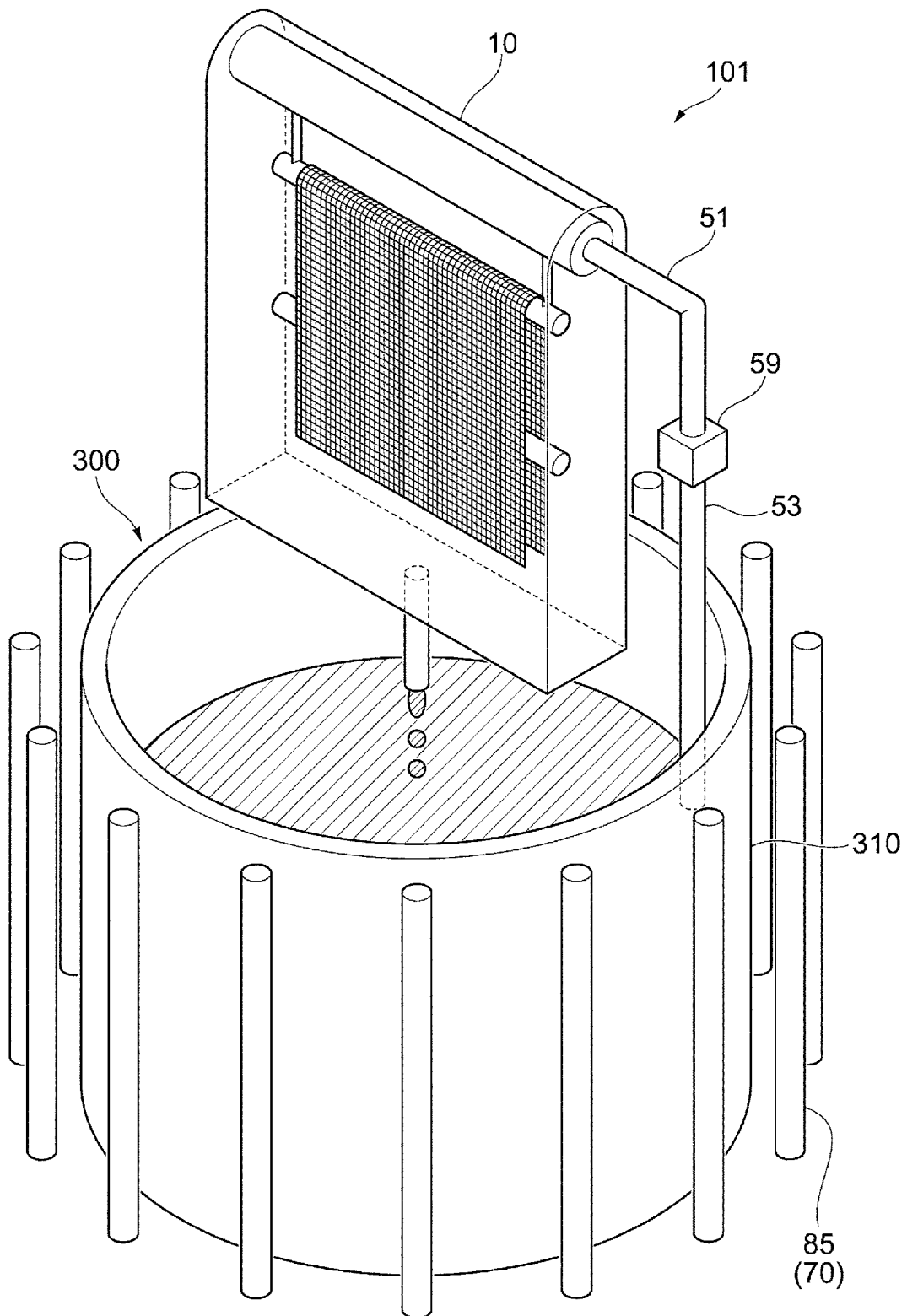
[図7]

	担体ユニット	培養ユニット	収穫量(g)
実験1	遮光	遮光	2.33
実験2	光照射	遮光	10.15
実験3	遮光	光照射	4.16
実験4	光照射	光照射	11.73

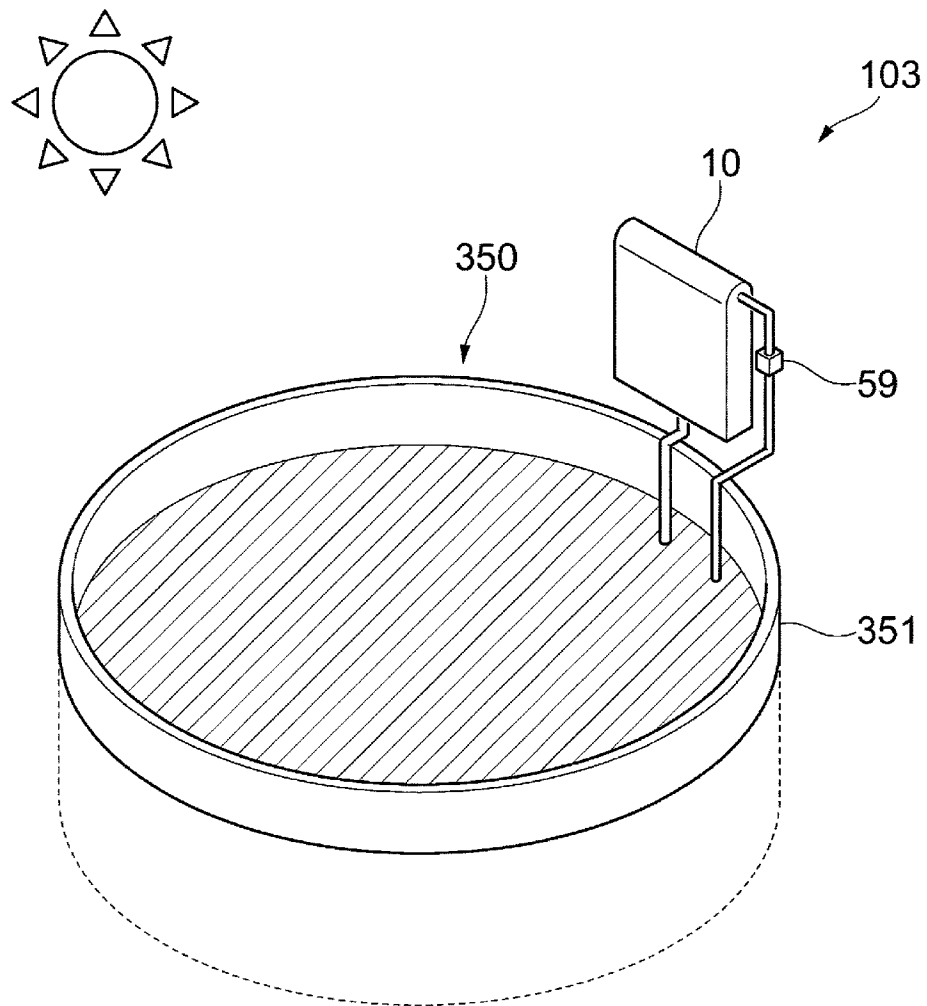
[図8]



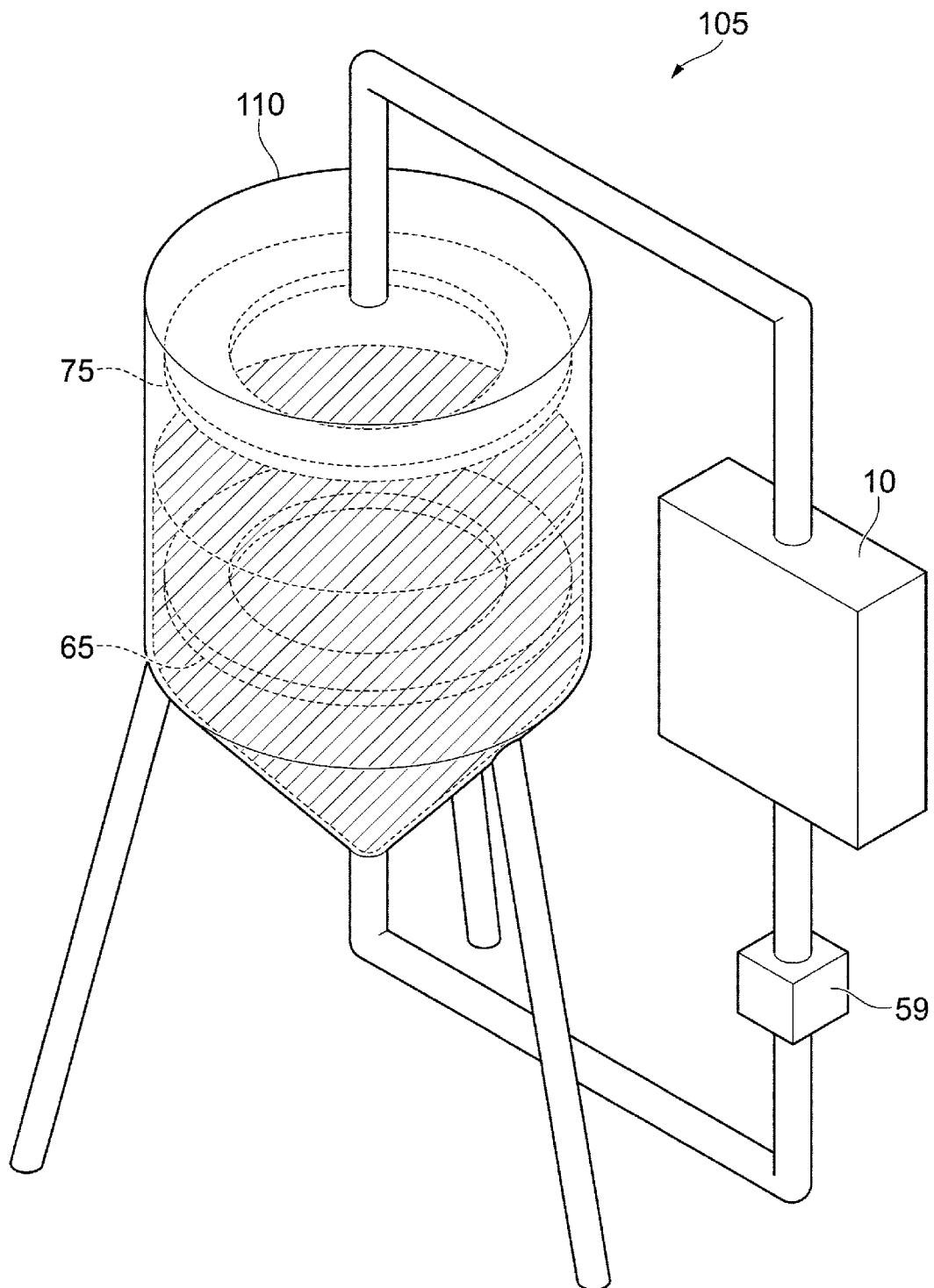
[図9]



[図10]

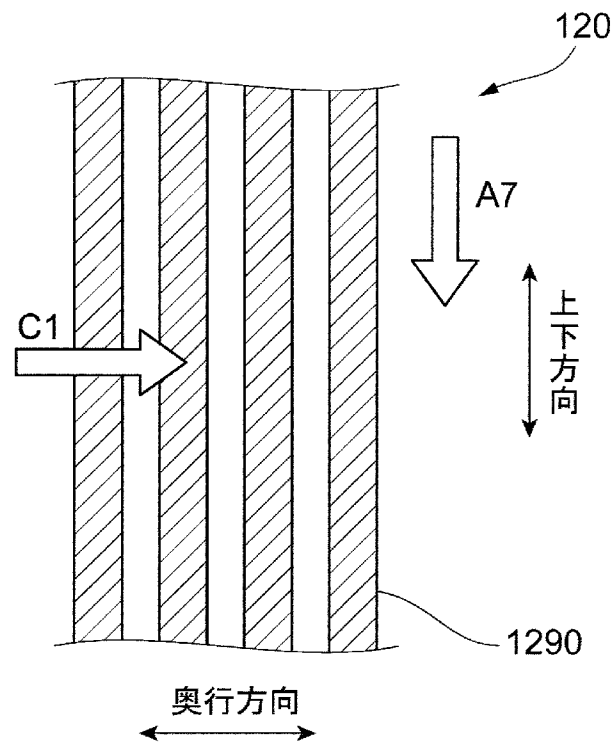


[図11]

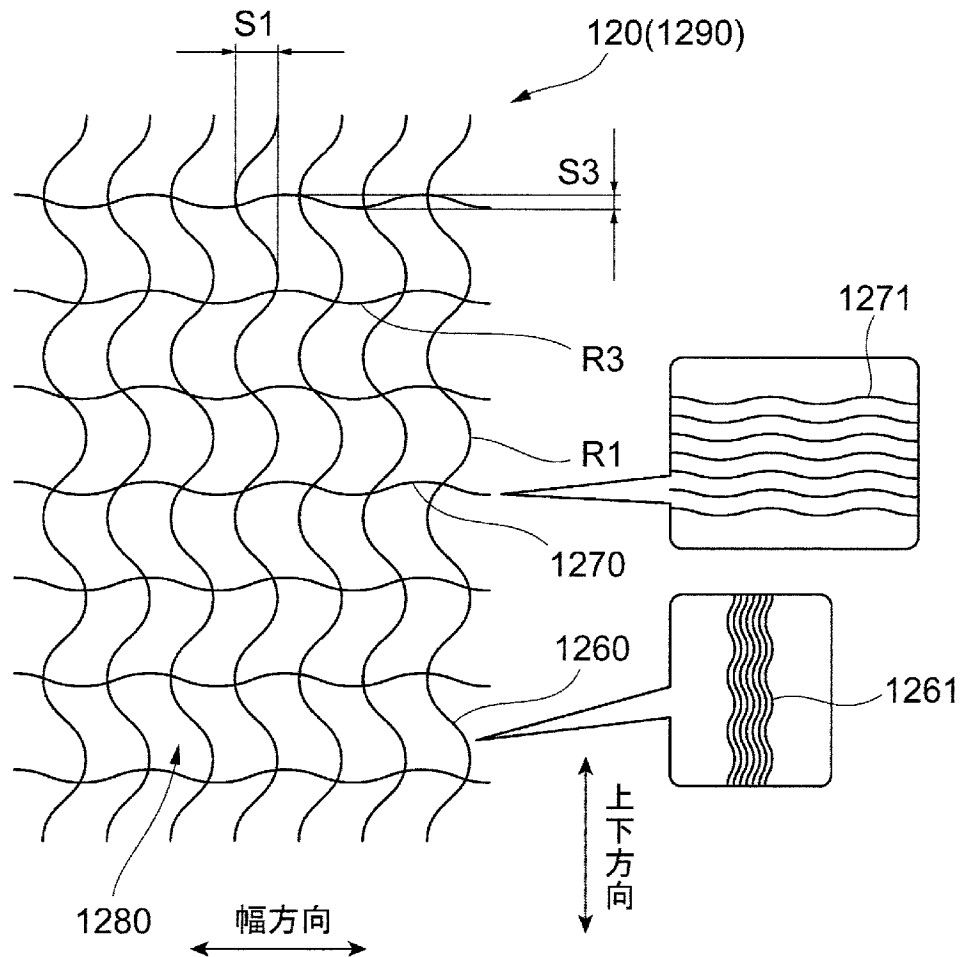


[図12]

(a)



(b)

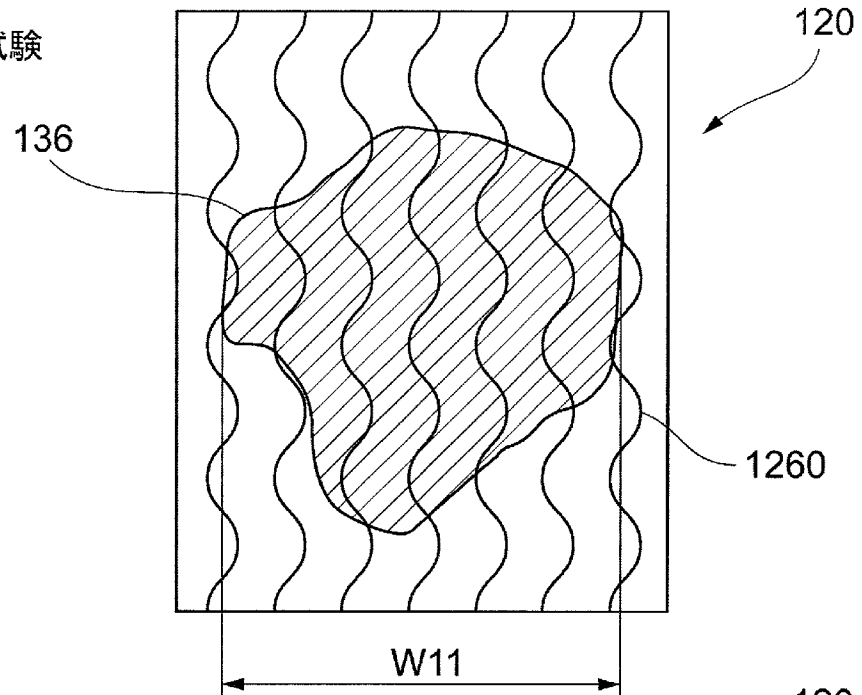


[図13]

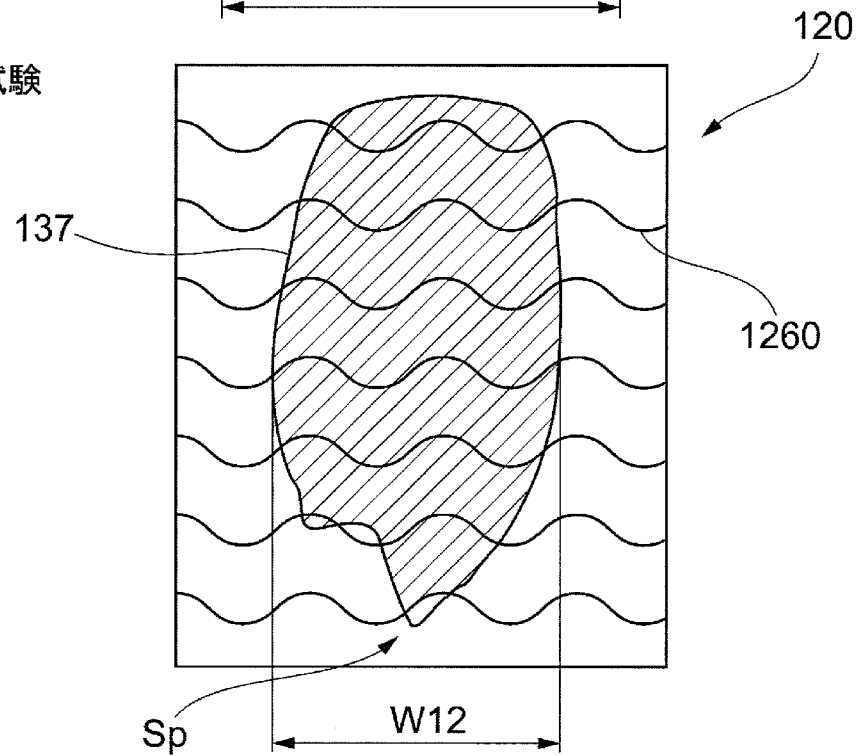
	縦糸1260	横糸1270
湾曲部の数	多	少
曲率半径	小	大
広がり幅	大	小
撚り	強	弱

[図14]

(a) 縦方向試験



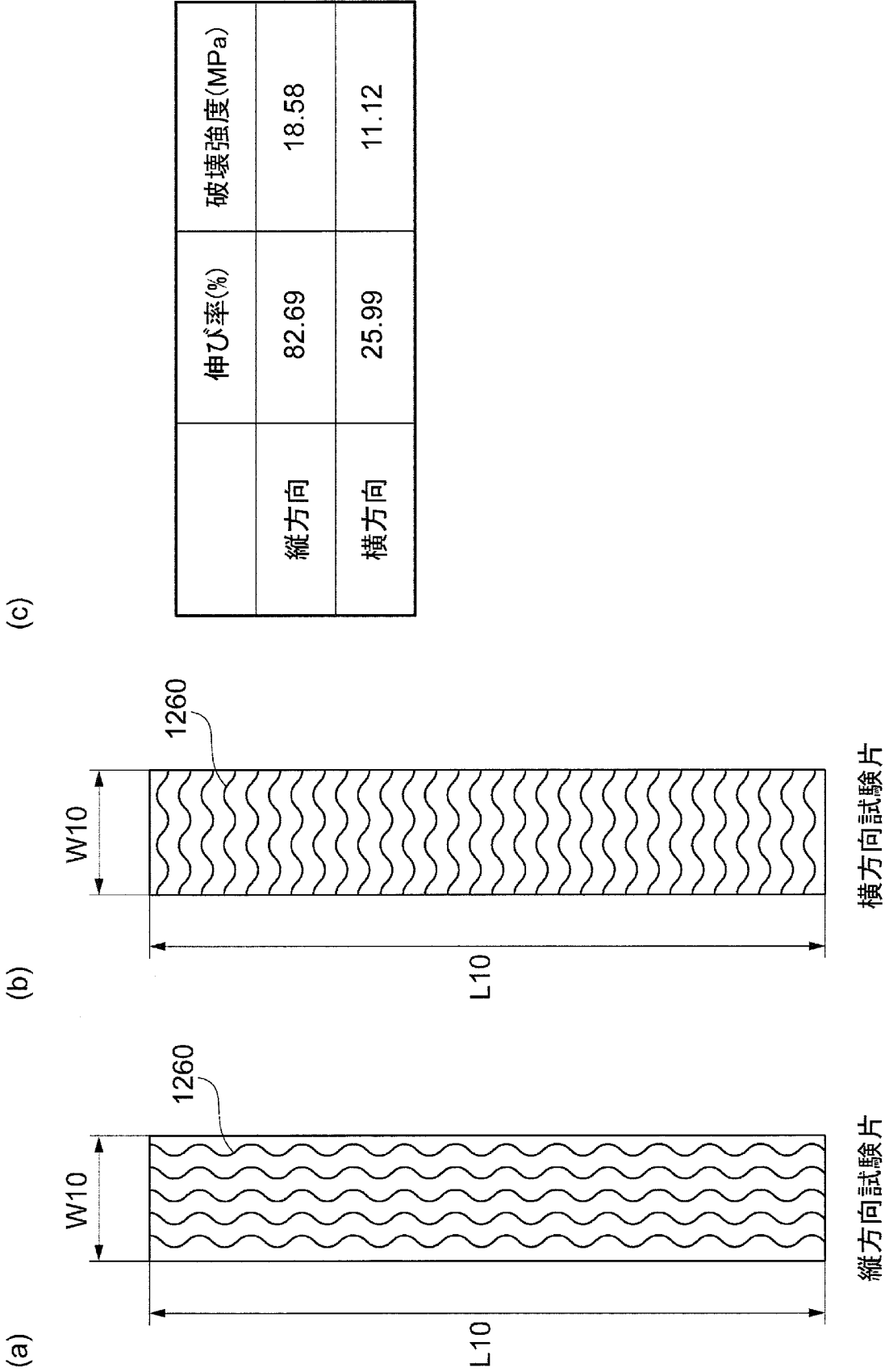
(b) 横方向試験



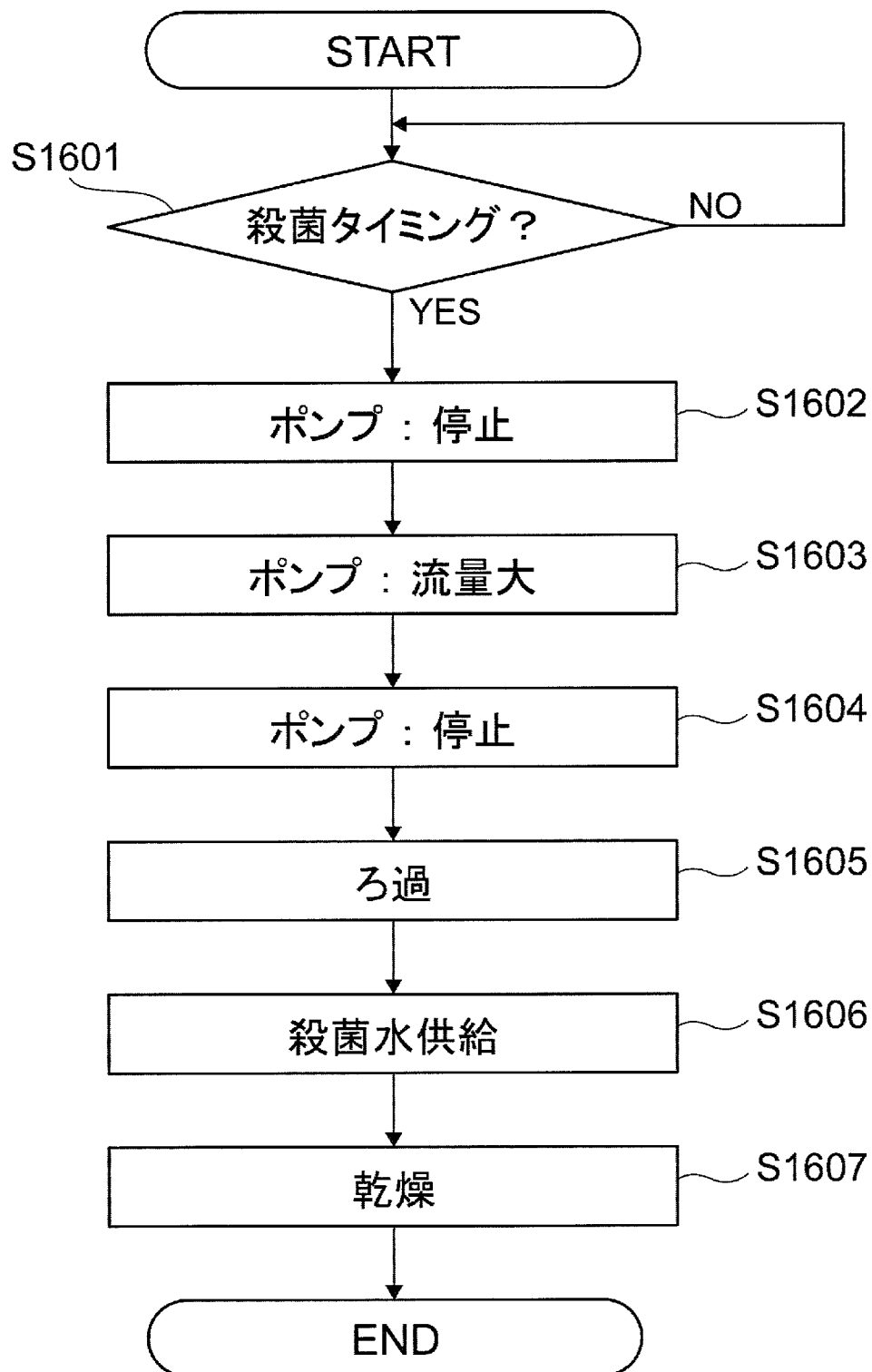
(c)

配置	拡散
縦方向配置	速
交差方向配置	遅

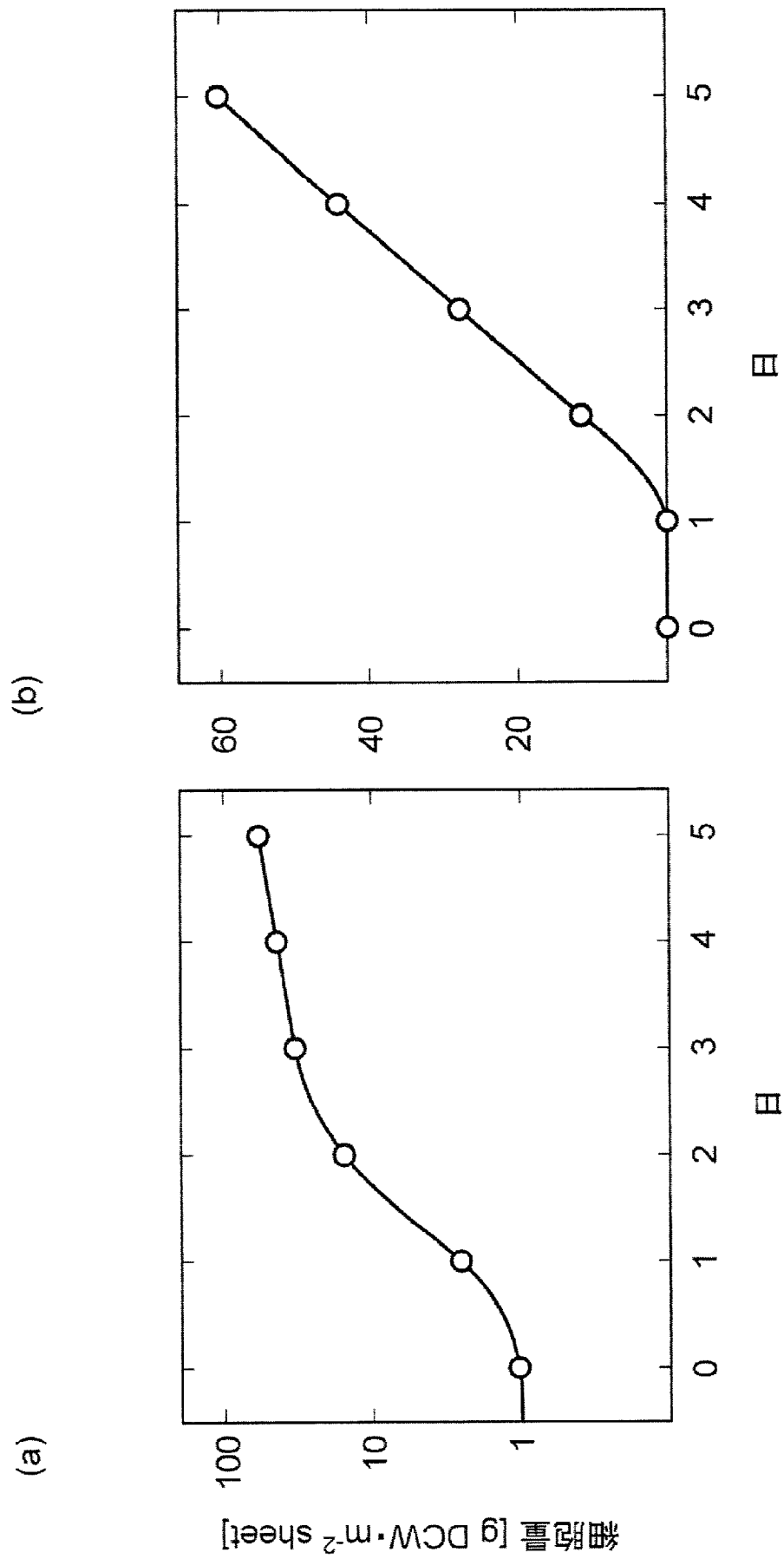
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/016539

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C12M 1/00 (2006.01) i; C12N 1/00 (2006.01) i; C12N 1/12 (2006.01) i
FI: C12M1/00 E; C12N1/00 A; C12N1/12 A; C12M1/00 D

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)

C12M1/00; C12N1/00; C12N1/12

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII); Cplus/MEDLINE/EMBASE/BIOSIS/WPIDS (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-509085 A (PROTERRO, INC.) 24.03.2011 (2011-03-24) claims, in particular, claims 1, 21-24, 33, 34, paragraphs [0101], [0102], [0110], [0111], fig. 12	1-8
Y	JP 2019-10037 A (NIPPON SODA CO., LTD.) 24.01.2019 (2019-01-24) paragraphs [0004], [0013], [0015], [0018], fig. 1	1-8

☒ 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

"I" 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
30 June 2020 (30.06.2020)

Date of mailing of the international search report
07 July 2020 (07.07.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/016539

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	ブロード・シーチング・CB ポプリンとは？生地の違いと特徴 [オンライン], 24 August 2016, [retrieval date 30 June 2020], Internet:<URL: https://sewingschool.hapimade.com/poplin/ >, section "Representative broadcloth of plain weave", non-official translation ("What is Broad, sheeting, CB poplin?, Difference and characteristics of fabric" [online])	1-8
X	WO 2019/009221 A1 (NIPPON SODA CO., LTD.) 10.01.2019 (2019-01-10) claims, paragraphs [0062]-[0065], fig. 3A, 3B	7
A	WO 2019/035455 A1 (NIPPON SODA CO., LTD.) 21.02.2019 (2019-02-21) claims, examples	1-8
A	JP 2019-4809 A (NIPPON SODA CO., LTD.) 17.01.2019 (2019-01-17) claims, examples	1-8
A	JP 2010-57485 A (MITSUBISHI CHEMICAL CORP.) 18.03.2010 (2010-03-18) claims, fig. 2	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/016539

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2011-509085 A	24 Mar. 2011	US 2009/0181434 A1 claims, in particular, claims 1, 21-24, 33, 34, paragraphs [0127], [0128], [0137], [0138], fig. 12 WO 2009/089185 A1 EP 2238231 A1 CN 102149809 A1	
JP 2019-10037 A	24 Jan. 2019	(Family: none)	
WO 2019/009221 A1	10 Jan. 2019	(Family: none)	
WO 2019/035455 A1	21 Feb. 2019	(Family: none)	
JP 2019-4809 A	17 Jan. 2019	(Family: none)	
JP 2010-57485 A	18 Mar. 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C12M 1/00(2006.01)i; C12N 1/00(2006.01)i; C12N 1/12(2006.01)i FI: C12M1/00 E; C12N1/00 A; C12N1/12 A; C12M1/00 D		
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（IPC）） C12M1/00; C12N1/00; C12N1/12		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII); Cplus/MEDLINE/EMBASE/BIOSIS/WPIDS (STN)		
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
Y	JP 2011-509085 A（プロテロ インコーポレイテッド）24.03.2011（2011-03-24） 特許請求の範囲、特に請求項1、21-24、33、34、段落0101、0102、0110、0111、図12	1-8
Y	JP 2019-10037 A（日本曹達株式会社）24.01.2019（2019-01-24） 段落0004、0013、0015、0018、図1	1-8
Y	ブロード・シーチング・CBボブリンとは？生地の違いと特徴 [オンライン], 2016.08.24, [検索日 2020.06.30], インターネット: <URL: https://sewingschool.hapimade.com/poplin/> 平織の代表ブロード生地の項	1-8
X	WO 2019/009221 A1（日本曹達株式会社）10.01.2019（2019-01-10） 請求の範囲、段落0062-0065、図3A、図3B	7
A	WO 2019/035455 A1（日本曹達株式会社）21.02.2019（2019-02-21） 請求の範囲、実施例	1-8
A	JP 2019-4809 A（日本曹達株式会社）17.01.2019（2019-01-17） 特許請求の範囲、実施例	1-8
☒ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 30.06.2020		国際調査報告の発送日 07.07.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 齊藤 貴子 4N 4509 電話番号 03-3581-1101 内線 3448

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 2010-57485 A (三菱化学株式会社) 18.03.2010 (2010 - 03 - 18) 特許請求の範囲、図 2	1-8

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/016539

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2011-509085	A	24.03.2011	US 2009/0181434 A1 特許請求の範囲、特に請求 項 1、2 1-2 4、3 3、 3 4、段落 0 1 2 7、0 1 2 8、0 1 3 7、0 1 3 8、図 1 2 WO 2009/089185 A1 EP 2238231 A1 CN 102149809 A1	
JP	2019-10037	A	24.01.2019	(ファミリーなし)	
WO	2019/009221	A1	10.01.2019	(ファミリーなし)	
WO	2019/035455	A1	21.02.2019	(ファミリーなし)	
JP	2019-4809	A	17.01.2019	(ファミリーなし)	
JP	2010-57485	A	18.03.2010	(ファミリーなし)	