

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3600250号
(P3600250)

(45) 発行日 平成16年12月15日(2004.12.15)

(24) 登録日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int.Cl.⁷

C 1 2 N 1/12

C 1 2 N 1/00

F I

C 1 2 N 1/12

C 1 2 N 1/00

A

P

請求項の数 24 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-542256
(86) (22) 出願日 平成10年4月9日(1998.4.9)
(65) 公表番号 特表2001-527394(P2001-527394A)
(43) 公表日 平成13年12月25日(2001.12.25)
(86) 国際出願番号 PCT/DE1998/001011
(87) 国際公開番号 W01998/045409
(87) 国際公開日 平成10年10月15日(1998.10.15)
審査請求日 平成14年4月18日(2002.4.18)
(31) 優先権主張番号 19714818.2
(32) 優先日 平成9年4月10日(1997.4.10)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者
バイオプロダクテ プロフェッサー シュ
タインベルク ゲゼルシャフト ミット
ベシュレンクテル ハフツング
ドイツ連邦共和国 デー・06749 ビ
ッターフェルト ツェルビガー シュトラ
ーセ ゲボイデ 6.98.0
(74) 代理人
弁理士 藤田 アキラ
(72) 発明者
プロンスケ ユルゲン
ドイツ連邦共和国 デー・14943 フ
エルゲントロイ ツィネール シュトラ
ーセ 14

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光合成を用いたバイオマスの製造のための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光合成によりバイオマスを製造するための方法にして、
栄養溶液内に微生物を取り込むことにより培養懸濁液をつくり、
その培養懸濁液をガス洗浄器にて二酸化炭素含有ガスで、ガスに含有された成分を飽和し
て気泡が出なくなるまで調整し、その際、上記培養懸濁液中でpH値を5.0より大きく7.0よ
り小さなpH値に調整し、微生物の静止期段階までの対数的な増殖段階の間、上記培養懸濁
液に他の有機炭素源を供給し、
上記培養懸濁液を、一様な流れ横断面を形成しながら、反応器に導き、そこで光照射と最
適な流速の調整の際に、培養懸濁液に含有される二酸化炭素を、エネルギー豊富な炭素化
合物の合成と別の代謝生成物の形成とによって減少し、
上記培養懸濁液をガス洗浄器に戻して反応器装置内を循環させ、
反応器内で生じたバイオマスを培養懸濁液から分離する
方法。

【請求項2】

調整された培養懸濁液の流れ横断面は、光合成に関して及び流体力学的にアクティブな薄
層系を備えた反応器内に懸濁液が流入することにより、均一化され、その際、その薄層系
は、互いに距離を隔てて重なり合い互いに平行に延びた多数の管状の薄層容器(B)を備
えた少なくとも一つのモジュール(A)からなり、その薄層容器の入口側と出口側は接続
部片(C,D)と接続体(E)を介して、モジュール送り管(F)或いはモジュール戻り管

10

20

(G)とつながり、個々の接続体(E)は、重ね合わせて置かれた薄層容器(B)に対し、それぞれモジュール送り管(F)の流れ方向で増大しモジュール戻り管(G)の流れ方向で減少する横断面を有し、モジュールの送り管(F)と戻り管(G)はそれぞれ接続体(E)のための接続部片(H,J)を備えた管からなり、その際、モジュールの送り管(F)の横断面は流れ方向で減少し、モジュール戻り管(G)の横断面は流れ方向で増大することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

調整された培養懸濁液の流れ横断面は、少なくとも一体的に押し出し成形された透明な板状モジュールからなる反応器内に懸濁液が流入することにより、均一化され、その板状モジュールは重なり合い互いに平行に延びた多数の連続した管を有し、その入口側と出口側は液体タンク及び／又は液体分配器に連通し、その際、そこでは流れ方向で見る流体分配器には横断面の減少が、また流体タンクには横断面の増大があり、それによってすべての管において、反応器内で懸濁液の最適で均一な流速が調整されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

10

【請求項4】

培養懸濁液の別の有機炭素源として単糖類及び／又は多糖類を添加することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

培養懸濁液の別の有機炭素源としてグルコースを0.3～10g/リットル培養懸濁液の濃度で添加することを特徴とする請求項4に記載の方法。

20

【請求項6】

バイオマスの細胞含有物質の量的な組成を変更し、その際、乾燥バイオマス中20%以上の脂肪分を達成することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】

上記代謝生成物が酸素含有ガスであり、これが反応器の通過後に相分離によって分離されることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

バイオマスを、沈殿槽及び／又は遠心分離機内での密度差を利用して及び／又は濾過装置での粒子の大きさを利用して分離し、培養溶液を反応器系に戻すことを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項9】

藻種のバイオマスとその代謝生成物が生じること、及び、水と、エネルギー豊富な炭素化合物の合成に必要な物質とが栄養溶液として用いられることを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】

栄養溶液が、窒素化合物、リン酸塩、カリウム化合物、カルシウム化合物、マグネシウム化合物及び微量元素を含有することを特徴とする請求項9に記載の方法。

【請求項11】

栄養溶液が、別の有機炭素源として糖及び／又は酢酸塩及び／又は緩衝物質としてトリス(ヒドロキシメチル)ーアミノメタン及び／又はホウ砂及び／又は石灰を含有することを特徴とする請求項9又は10に記載の方法。

40

【請求項12】

栄養溶液として、清澄沈積泥及び／又は合成溶液を含む栄養物含有廃水が使われることを特徴とする請求項9～11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】

微生物として、光栄養生物及び／又は細胞培養組織が使われることを特徴とする請求項1～12のいずれか一項に記載の方法。

【請求項14】

微生物として、微小な藻種が使われることを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項15】

50

微生物として、微小な藻種クロレラssp.及び／又はイカダ藻（緑藻類、クロロコックム目イカダ藻科の一属、Scenedesmus） spp.及び／又はアオコ（ミクロシスチス、Microcystis） spp.が単独で又は混合して使用されることを特徴とする請求項13又は14に記載の方法。

【請求項16】

二酸化炭素含有ガスとして、排ガスが使用されることを特徴とする請求項1～15のいずれか一項に記載の方法。

【請求項17】

二酸化炭素含有ガスとして、燃焼工程、石灰焼成工程及び／又は冶金工程からの排ガスが使用されることを特徴とする請求項16に記載の方法。

10

【請求項18】

ガス洗浄器において培養懸濁液に二酸化炭素含有ガスを加えて調整し、その際、上記ガスの成分が懸濁液に飽和するまで溶解し、気泡が出ない培養懸濁液を作ること

を特徴とする請求項1～17のいずれか一項に記載の方法。

【請求項19】

二酸化炭素含有排ガスがガス冷却器内で温度調節され、その際に生じた濃縮物が二酸化炭素含有排ガスとともにガス洗浄器を通して反応器に導かれることを特徴とする請求項1～18のいずれか一項に記載の方法。

【請求項20】

上記ガスが培養懸濁液に対する逆流でガス洗浄器を通して案内されることを特徴とする請求項19に記載の方法。

20

【請求項21】

反応器内にある培養懸濁液を、自然な太陽の直接光及び／又は散光及び／又は人工照射による光を当てることを特徴とする請求項1～20のいずれか一項に記載の方法。

【請求項22】

生じたバイオマスをエネルギー担体として更に加工することを特徴とする請求項1～21のいずれか一項に記載の方法。

【請求項23】

生じたバイオマスを化学的及び／又は薬学的な基礎・作用物質に更に加工することを特徴とする請求項1～22のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項24】

請求項1～23のいずれか一項に記載の方法にしたがい製造されたバイオマスを飼料及び／又は飼料添加物として利用する方法。

【発明の詳細な説明】

本発明は、光合成を利用したバイオマス（生物体量）の製造に関する。特に本発明は、微小な藻類を培養する方法に関するもので、二酸化炭素含廃ガスから二酸化炭素を定着（固定）することによりバイオマスの効果的な生産を可能にする方法である。

微小な藻類は培養に適し、そのため高い光合成の生産性を利用する方法が多くの特許及び出版物から知られている（Biotechnology and Bioengineering（バイオテクノロジーと生物工学）、35巻、809頁、1990、H.Gutermann）。植物性プランクトンは、多糖類、多不飽和脂肪酸、染料、ビタミンなどの物質や薬剤を得るために、しばしば利用される（Algae and Human Affairs（藻類とヒトの関わり）、Cambridge University Press（ケンブリッジ大学出版）、Cambridge、1988、K.G.Sprenger等）。確かにまたタンパク質を多く含む飼料として藻類によるバイオマスが使用される。

40

大量生産を生むために利用される方法では、まず開放系と呼ばれる系がしばしば記述される。ここで言われる開放系は、水路の池、円形の貯水池また場合によっては通常水深10～30cmの天然の潟と解釈される。この系では、懸濁液中に置かれた藻類を、例えば羽根車、プロペラ又はアルキメデスのねじといった攪拌装置を用いて、微生物が沈積しないように攪拌する。同時に藻類すべてが集中的な攪拌によって、上層の集中的に光の射し込む水の層内に達する（Applied Biochemistry and Biotechnology（応用生化学とバイオテクノロ

50

ジー)、51/52巻、681頁、1995、H.Matsumoto等)。

開放系における微小な藻類の生産性は、著しく光の強さ及び流速に依存し、それは攪拌技術と密接に関係している。開放系における典型的なバイオマスの収量は、 $8 \sim 12 \text{g/m}^2 \text{d}$ である。

バイオマスの収量は、閉じた反応容器を用いる方法によって、更に向上される。そこでは温度、養分供給、二酸化炭素の供給と光の強さといった培養条件を、開放系におけるよりも制御ないし調整ができる。この閉鎖系では、通常平板状又は管状の反応容器が問題となり、太陽光ないし人工光で直接照らすか、あるいはその中で電灯線系、鏡及びレンズにより光を集める(Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology、46巻、63頁、1992、I.Karube等)。バイオマスの収量は、藻の種類並びに先に挙げた系における培養方法に依存し、 $15 \sim 25 \text{g/m}^2 \text{d}$ である。

バイオマス中の炭素含有量は、約60質量%であるから、二酸化炭素は光合成の間に物質の構成に多大に貢献していることになり、格安の二酸化炭素供給源を探さなければならない。大気中の二酸化炭素含有量は、必要な生産性を達成するためには極めてわずかである。それに対し煙道ガスやそれ以外の廃ガスは、更に大きな藻の培養場に十分な量の二酸化炭素を供給する可能性を有する。高濃度の二酸化炭素と廃ガスに含まれる微量ガス SO_x 、 NO_x や CO などを許容する藻の種類のスクリーニング検査が、様々な出版物で知られている(Plant Physiology (プラント生理学)、82巻、610頁、1986、Y.Marcus等;Plant Physiology、91巻、514頁、1989、G.D.Price;Plant Physiology、94巻、760頁、1990、T.Ogawa)。微小な藻類に廃ガスを供給している間の成長状態に関する調査では、異なる海洋性藻類例えばプラチナス(緑色藻類一属、Tetraselmis suecicca)、真目点藻類一属(ユースチグス、Nannochloropsis)／フェダクチルム(珪藻綱羽状目一属、Phaeodactylum)が、廃ガスの使用によってその成長においてなんら制限されず、一年間培養が安定維持されたことが示されている(Applied Biochemistry and Biotechnology、51/52巻、681頁、1995、H.Matsumoto等)。しかしながらこの結果は、用いた藻の種類と培養条件に著しく依存しているため一般化はできない。

更にバイオマスの収量はその時々微生物に左右される、それは対応する方法が、著しく収量濃度、微生物の大きさ及び生理学上の特性に依存しているためである。バイオテクノロジー及び廃水技術から、細胞収量や固形分を分離するための多くの方法が知られている。例えばドラバル遠心機(Tellerzentrifuge)、ラメラ分離器(Lamellenseparator)および綿状沈殿物剤による濾過が挙げられる(“Micro-algal Technology (微小藻類技術)“、Cambridge University Press、1988、M.A.Borowitzka,L.J.Borowitzka (eds.))。

収量に対するのと同様のことが、また微小な藻類の可溶性及び抽出にも当てはまる。使用される方法を、細胞やバイオマスの利用目的に適用する必要がある。

本発明の根底をなす課題は、光合成を利用したバイオマスの製造方法を供することで、特に微小な藻類の培養方法を供し、その方法により周知の方法の欠点を回避して、二酸化炭素含有の廃ガスから二酸化炭素を固定することによって効果的なバイオマスの生産を可能にすることである。本発明で、大がかりな技術の使用に適しているような周知の方法を、そのエネルギーの獲得(均衡)、その製造コスト及び用いられた光エネルギーの最良な有効利用の点で、更に改良する。

本発明によれば、この課題は、請求項1の特徴構成により解決される。この方法を有利に展開した内容は、請求項2から21までに記載されている。更にこの発明には、特に優れた藻種の利用が挙げられる。

本発明にしたがって、光合成を利用したバイオマスの製造を行い、その際、栄養溶液内に微生物を取り込むことにより、培養懸濁液を作り、その懸濁液を二酸化炭素含有ガスの添加により、ガスに含有される成分を気泡が出なくなるまで飽和状態に調整する。その際、培養懸濁液内のpHの値を5.0から7.0に調整し、それにより微生物は調整ストレスの影響下に置かれ(pH-ストレス)、それによってバイオマスの脂肪部全部と例えば多不飽和脂肪酸の一部のような特殊な脂肪酸の一部を著しく増加できる。細胞内容物の量的な組成は本

10

20

30

40

50

発明の特別な特徴構成により適切に変更され、その際、20%以上の脂肪内容物が乾燥バイオマス中に得られる。更に微生物増殖の対数的な間、静止期段階に達するまで
(während der logarithmischen bis weit in die stationäre

Wachstumsphase der Mikroorganismen)、

有機炭素物質源を供給し続ける。

本発明の優れた特徴構成によれば、更に別の炭素源として培養懸濁液に、単糖類及び／又は多糖類が、しかもとりわけグルコースが培養懸濁液1リットル当たり0.3から10gまでの濃度で加えられる。

この微生物の混合栄養の摂取方法により、藻類細胞において、炭素を様々な物質代謝反応で異なる生化学的な過程を用いて、細胞固有の、エネルギー豊富な物質の構成のために同化するという可能性が十分に利用される。更に光呼吸の過程を、それによる新たに同化された1から10%の炭素の消失によって、最小限に抑えることができる。

引き続き、懸濁液は、流れ横断面の均一化のもとで、反応器内に導かれ、そこで光の照射と最適な流体速度調整がなされ、懸濁培養液に含有される二酸化炭素は、エネルギー豊富な炭素化合物の合成と別の物質代謝生成物の合成により減少する。

本発明で、従来の周知の方法に比べて、低い汚染の危険性、再現可能な培養条件、環境への影響に関する高い柔軟性、省スペース化、及び再現可能なバイオマス品質によって卓越する方法が供される。

本発明の優れた特徴構成によれば、物質代謝生成物において、反応器を通った後に相分離により分離され、更に別の用途に供給されうる酸素含有ガスが関わっている。本発明に係る方法では、この酸素生成は極めて効率がよい。

本発明の有利な特徴構成によれば、微生物として光栄養微生物及び／又は細胞培養組織、とりわけ微小の藻類が用いられる。微小の藻類種、クロレラ *vulgaris* 及び／又はイカダ藻類（緑藻類、クロロコクム目イカダ藻科の一属、*Scenedesmus* spp.）／アオコ（ミクロシスティス、*Microcystis* [混合培養]）で、特に良好に本発明の上記長所が達成される。

本発明の更に別の特徴構成によれば、藻類のバイオマスとその物質代謝生成物が生じ、その際、栄養溶液として、水とエネルギー豊富な炭素化合物の構造に欠かせない物質とが利用される。そこでは窒素化合物、リン酸塩、カリウム化合物、カルシウム化合物、マグネシウム化合物及び微量元素が重要となる。更に本発明の別の特徴構成によれば、栄養溶液には、有機物質、例えば糖のような炭水化物及び／又は酢酸塩及び／又はトリスバッファのような緩衝物質及び／又はホウ砂及び／又は石灰も含まれている。

本発明の優れた特徴構成によれば、栄養溶液には、清澄沈積泥及び／又は合成溶液をも含めて栄養素含有廃水も含まれる。それにより極めて効果的なこの種の廃水の利用が可能となる。

同様に本発明の優れた特徴構成では、二酸化炭素含有のガスとして排ガス、しかも特に燃焼工程、石灰焼成工程及び／又は冶金工程からの排ガスが使われる。それによってこの種のガスは、もはや環境に放出されず、意義のある用途に供給されることができる。更にこの藻の種類は、必要な生産性を達成するために、十分な量の二酸化炭素を獲得する。

本発明の更なる特徴構成によれば、ガス洗浄器において、培養懸濁液は二酸化炭素を含むガスでの調整が、当該ガスに含まれている成分の飽和状態で、なされる。その際、ガスの成分は、培養懸濁液にて飽和するまで溶解され、更に濃度が培養懸濁液中のガス溶解度を上回る培養懸濁液の成分は、除去される。ガス洗浄器は懸濁液の気泡を取り除く。ガス洗浄器により、二酸化炭素が僅かに消失すると、調整された二酸化炭素を加えることができる。

本発明の優れた特徴構成によると、燃焼工程で発生した二酸化炭素含有排ガスは、排ガス冷却器内で温度調節され（temperiert）、その際に生じた濃縮物は二酸化炭素含有排ガスと共に、ガス洗浄器を介して反応器に送られる。それで当該濃縮物は培養懸濁液の成分にまた重要な用途に供給される。

10

20

30

40

50

本発明の特別優れた特徴構成によると、調整された培養懸濁液の流れ横断面は、その懸濁液が光合成的に且つ流体力学的に活動的な薄層システムを備えた反応器内に導かれることにより、均一化される。

上記薄層システムは、その特徴構成によれば少なくともひとつのモジュール（基本単位）からなり、そこでは当該モジュールは、多くの互いに間隔を置いて重なり合い、互いに平行に延びている薄層容器から成り、その入口側と出口側は、接続部片と接続体を介してモジュールの送り管若しくは戻り管と結び付いている。その際、個々の接続体はそれぞれ、すべてのガラス管を通る流れ横断面を均一化する横断面を備える。その際、接続体の横断面は、モジュール送り管の流れ方向では増加する一方、モジュール戻り管の接続体の横断面は流れ方向で減少する。モジュールの送り管と戻り管はそれぞれ、接続体用の接続部片を備えた管からなり、その際、モジュール送り管の横断面は流れ方向で減少し、モジュール戻り管の横断面は流れ方向で増加する。

横断面の減少した若しくは拡大した接続体及び横断面の減少した若しくは拡大したモジュールの送り管と戻り管によって、流れ横断面はすべての薄層容器にわたって均一化される。

本発明の更なる特徴構成によれば、調整された培養懸濁液の均一な流れ横断面は、当該懸濁液が少なくともワンピースに押し出し成形された透明な板状モジュールからなる反応器内に流入されることで生じる。上記モジュールには多くの重なり合い、互いに平行に延びて通り抜ける管があり、その入口側と出口側は液体タンク及び／又は液体分配器に流れ込み、その際、液体分配器には流れの方向で横断面の減少が、また液体タンクには横断面の増加が見られる。本発明によれば、それによりすべての管にわたって、容器内での溶液の最適で均一な流速が、調整されうる。思いがけず簡単な方法で、僅かな流速で培養基において、最適な光エネルギー利用にとって必要な乱れが発生することが達成される。その上、流れ抵抗が公知の溶液に比べ著しく減少される。

最終的にそれによって必要なポンプ出力は本質的に下げられ、それによってエネルギーバランスはとりわけ有利に改善される。その他に、多数の板状モジュールの結合により、単純な普通の部品から大規模技術の使用向けの大型反応器の構造を可能にする。

次に本発明を実施例に基づき詳しく説明する。

添付図において各図は次のものを示す。

図1: 反応器の例示的な実施形態と方法の図式的な経過

図2: 薄層システムを備えた反応器の他のバリエーション

石灰燃焼窯の燃焼工程から、排ガス27aが約25%の二酸化炭素濃度で排ガス冷却器（図示せず）に送られる。当該冷却器内で二酸化炭素含有排ガスが、約35℃の温度に温度調整される。冷却工程の間に凝縮物が生じる。

二酸化炭素含有排ガスと凝縮物は、ガス洗浄器5を通して反応器に導かれ、その際、ガス洗浄器5内で培養懸濁液4aが、二酸化炭素含有排ガス27aと凝縮物（図示せず）に加えられ、排ガスに含まれる成分を気泡がでなくなるまで飽和状態に調整される。

培養懸濁液4aは、栄養溶液と微小な藻種クロレラ（vulgaris）から成っている。その栄養溶液には、水9、無機栄養物およびトリス（ヒドロキシメチル）ーアミノメタンが含まれる。

その際、水は石灰燃焼窯からの廃水が利用される。排水中には僅かな濃度で無機栄養物が溶解している。

栄養溶液（NL）には次の無機栄養物が含まれる。

成分	使用量 (g / l)
主要成分	
尿素	0.3
硝酸アンモニウム	0.4
リン酸二水素カリウム	0.34
硫酸マグネシウム	0.5
硫酸鉄	0.5
貯蔵液 1 リットルあたりの微量成分 I (0.01 ml / 1 NL)	
硫酸亜鉛	74.0
ホウ砂	5.7
硫酸コバルト	23.8
硫酸銅	23.6
硫酸マンガン	410
貯蔵液 1 リットルあたりの微量成分 II (0.01 ml / 1 NL)	
モリブデン酸アンモニウム	9.2

トリス（ヒドロキシメチル）ーアミノメタンは、栄養溶液の酸緩衝剤として約1.0g/リットルの濃度で加えられる有機物質である。

調整された培養懸濁液は反応器内を循環する。当該反応器は、図1によれば、個別の押し出し成型された透明な板状モジュール1a...1nから成る板状モジュール装置1、調整タンク6、システムポンプ8、測定区間7、送り管2、戻り管3とガス洗浄器5から成り、自然な太陽光12を利用して照射される。調整された培養懸濁液は、調整タンク6から、システムポンプ8によって、送り管2を経由して、板状モジュール1aに到達する。

板状モジュール1aは、多数の重なり合い、互いに平行に延びる連続した管を有し、その入口側と出口側は液体タンク21ないし液体分配器15につながっている。

液体分配器15には、流れの向きに横断面減少部19が、液体タンク21には、横断面拡大部22が備えられている。

それにより板状モジュール内において、調整された培養懸濁液の均一な流れ横断面が保証される。

当然のことながら、図2に係る反応器内に同様の作用が得られる。この反応器は、光合成作用があり流体力学に活発な、少なくとも一つのモジュールAで構成された薄層システムからなり、モジュールAはたくさんの互いに間隔を隔てて重なり合い、互いに平行に延びる管状の薄層容器Bを有しており、その入口側と出口側は、当該重なり合った薄層容器のための接続部片C,Dと接続体Eを介して、モジュール送り管Fの流れ方向で増加し、モジュール戻り管Gの流れ方向で減少する横断面をそれぞれ有する。その際、モジュールの送り管と戻り管F,Gは、それぞれ接続体Eに対する接続部片HとJを備えた管からなり、モジュール送り管Fの横断面は、流れの向きで減少し、モジュール戻り管Gの横断面は、流

10

20

30

40

50

れの向きで増加する。

板状モジュールにおいては、バイオマスが成長し、溶解した二酸化炭素の減少と酸素28の増加がみられる。

板状モジュールを経過した後、培養懸濁液4aは、戻り管3とガス洗浄器5を経由して調整タンク6に戻る。

二酸化炭素含有排ガス27aは、ガス洗浄器5によって、培養懸濁液4a内に溶解し、光合成反応で生じた酸素28は、使用されなかった排ガス成分27bとともに除去される。

二酸化炭素含有排ガスは、懸濁培養液のpH値、温度と光学的な密度の値に依存して調整され、それらの値はシステムポンプの前にある測定箇所7で記録される。

懸濁培養液並びに二酸化炭素含有排ガスの状態値の測定、制御、調整それに記憶装置入力 10
は、中央にある測定・制御・調整・記憶入力装置29で行われる。

微小な藻種クロレラvulgarisの乾燥質量濃度 (Trockenmasse-konzentration) は、約2g乾燥物/リットルの値である。バイオマスの成長過程において、エネルギー豊富な炭素化合物が作られる。バイオマスの収量は、培養懸濁液中の乾燥質量濃度では2g/リットル以上となる。

システムポンプ8を使って、培養懸濁液は収穫装置 (図示せず) に送られる。

上記収穫装置は、中間貯蔵庫、運搬ポンプ及び遠心機から成る。当該遠心機はバイオマスを栄養溶液から分離し、その栄養溶液は再び反応器に戻される。バイオマスは、約120g/リットルの乾燥質量濃度を有し、それに応じて固形分が多いが、ポンプで送れる。

以上のように得られたバイオマスは、加工装置 (図示せず) に送られる。この加工装置は 20
、抽出を基本的に行う装置である。バイオマスは、溶剤抽出がなされ、それでエネルギーを多く含む炭素化合物がエネルギー担体として得られる。

更なる方法ステップ (図示せず) において、得られたエネルギー豊富な炭素化合物は、エステル化がなされ、それによりバイオディーゼル (Biodiesel) が製造される。消費されるまで、当該バイオディーゼルは貯蔵庫で保管される。

更に別の例では、得られたバイオマスを飼料及至飼料添加物として使用する。

本発明に係る方法によって、細胞内容物の量的な組成変更が可能である。実施例として、脂肪量を乾燥バイオマスにおいて好ましくは20%以上に著しく増加することができる。産卵雌鳥に本発明による藻の種のバイオマスを全飼料に対して約1%添加すると、驚くべき結果が得られた。生態学的にも従来の飼育においても産卵雌鳥のより高い産卵成果は、微小な藻種クロレラvulgarisの天然の、生物学に関連し、均衡がとれ、生物活性の細胞内容物-作用物質の、例えば繊維質 (Ballaststoffe)、特に溶解性で、抵抗力のある澱粉、オリゴ糖類、多糖類、ビタミン、必須多不飽和脂肪酸、必須アミノ酸、無機物及び微量元素のような物質の、健康を増進する相乗作用による。 30

これらの物質複合体 (StoffKomplexe) の作用は、腸内細菌叢 (フローラ) の促進と、免疫生物学と免疫生理学的に活性な物質の形成、血糖値-、コレステロール値-及び高血圧の減少、抗がん及び抗突然変異効果である。

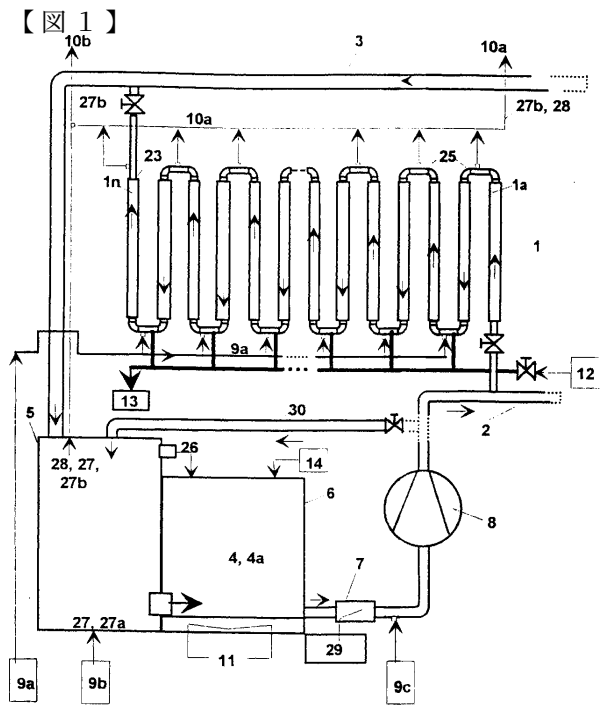


Fig. 1

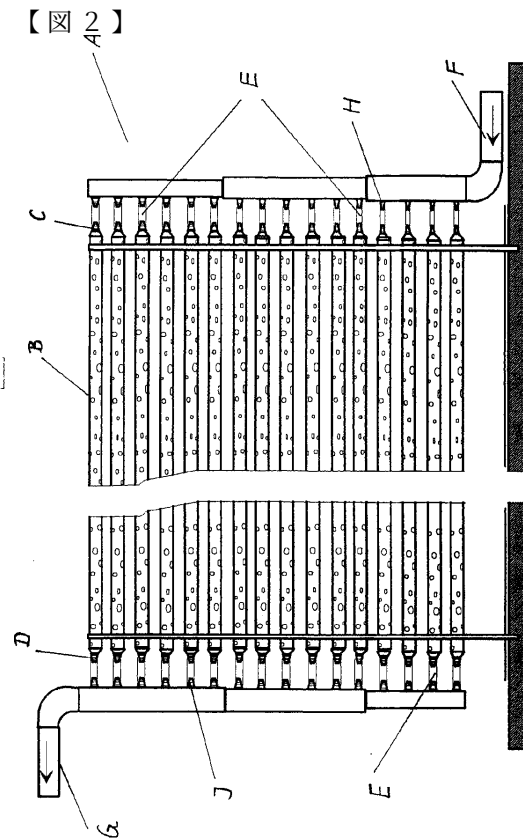


Fig. 2

フロントページの続き

- (72)発明者 プルツ オットー
ドイツ連邦共和国 デー・14558 ベルクホルツ・レーブリュッケ ミラーンリンク 4
- (72)発明者 フランケ ホルシュト
ドイツ連邦共和国 デー・14558 ベルクホルツ・レーブリュッケ アリーツェ・ブロッホ・
シュトラーセ 5
- (72)発明者 デーベル カトリーネ
ドイツ連邦共和国 デー・14558 ベルクホルツ・レーブリュッケ ラーヴェンスベルクシュ
トラーセ 7 アー
- (72)発明者 エールマン ハンス・ウルリヒ
ドイツ連邦共和国 デー・31141 ヒルデスハイム ヘンリ・ドゥナント・シュトラーセ 4
4
- (72)発明者 ウプホフ ライナー
ドイツ連邦共和国 デー・38122 ブラウンシュヴァイク ナハトヴァイデ 5 デー

審査官 ▲高▼ 美葉子

- (56)参考文献 特開平08-322553 (JP, A)
特開平07-250669 (JP, A)
特表平05-503418 (JP, A)
特開昭52-000066 (JP, A)
Applied Biochemistry and Biotechnology(1995),Vol.51/52,p.681-692
WATER RESEARCH(1988),Vol.22,No.11,p.1459-1464
Journal of Fermentation and Bioengineering(1994),Vol.78,No.6,p.479-482
Biotechnology and Bioengineering(1991),Vol.38,No.10,p.1182-1189

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
C12N 1/00 - 7/00
C12M 1/00 - 3/00
MEDLINE(STN)