

(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
2017年11月30日(30.11.2017)



(10) 国際公開番号

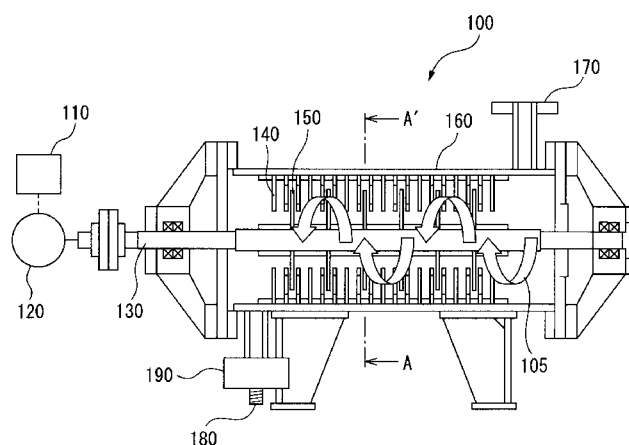
WO 2017/203732 A1

- (51) 国際特許分類:
C12M 1/33 (2006.01) *C02F 11/00* (2006.01)
B02C 7/02 (2006.01) *C02F 11/04* (2006.01)
B02C 19/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084844
- (22) 国際出願日: 2016年11月24日(24.11.2016)
- (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:
PCT/JP2016/065808 2016年5月27日(27.05.2016) JP
- (71) 出願人: 日環特殊株式会社(NIKKAN TOKUSHU CO., LTD.) [JP/JP]; 〒7510834 山口県下関市山の田東町 7 - 1 Yamaguchi (JP).
- (72) 発明者: 梅田 洪日 (UMEDA, Kounichi); 〒7510834 山口県下関市山の田東町 7 - 1 Yamaguchi (JP).
- (74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル青和特許法律事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: CELL WALL/CELL MEMBRANE DISRUPTION DEVICE AND METHOD FOR USING DEVICE

(54) 発明の名称: 細胞壁又は細胞膜破碎装置及び該装置の使用方法

図1



(57) Abstract: Provided is a device for disrupting cell walls and/or cell membranes of microorganisms, algae, etc., included in organic sludge etc., the cell wall/cell membrane disruption device comprising fixed disks, rotary disks, a rotary shaft for driving said rotary disks, a depressurizing means, and a housing, wherein: at least one set of said fixed disk and said rotary disk is arranged so as to oppose one another; a central section of said fixed disk has a hollow section that is larger than the outer diameter of the rotary shaft passing through the

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, 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, 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, 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))

central section; a shearing force produced between said rotary disks and said fixed disks is applied to a target fluid introduced inside the device and having a water content of 89% or higher; and the pressure inside the cell wall/cell membrane disruption device is reduced to -0.08 MPa or less by the depressurizing means. This device can contribute to an increase in the amount of biogas, a reduction in the amount of sludge, culturing of algae, plant cultivation, culturing of aquatic products, etc., and can separate, for example, CH₄ and CO₂ and make them into resources.

(57) 要約: 固定ディスク、回転ディスク、該回転ディスクを駆動するための回転軸、減圧手段及び筐体を備える、細胞壁又は細胞膜破碎装置であって、固定ディスク及び回転ディスクの少なくとも1組は対向して配置されており、固定ディスクの中心部は、該中心部を通る回転軸の外径よりも大きい空洞部を有し、回転ディスクと固定ディスクとの間で発生した剪断力が、装置内に投入された含水率89%以上の対象物の流体に適用され、細胞壁又は細胞膜破碎装置内の圧力が、減圧手段によって-0.08 MPa以下に減圧される、有機汚泥などに含まれる、微生物、藻類などが有する細胞壁及び/又は細胞膜を破碎する装置の提供。該装置は、バイオガスの増量、汚泥の減量、藻類の培養、植物栽培、水産物の培養等に貢献することができ、例えばCH₄、CO₂を分離して資源に繋げることもできる。

明 細 書

発明の名称：細胞壁又は細胞膜破碎装置及び該装置の使用方法 技術分野

[0001] 本開示は、微生物、藻類などが有する細胞壁及び／又は細胞膜を破碎する装置及び該装置の使用方法に関する。

背景技術

[0002] 有機汚泥等に含まれる微生物、藻類などは種々の有用な資源（例えば、タンパク質、脂肪、炭水化物）を含んでいる。しかしながら、この有用な資源を回収するためには、微生物等を構成する細胞壁及び／又は細胞膜（以下、「細胞壁等」という場合がある。）を破碎する必要がある。微生物等を構成する細胞壁等は非常に強固な膜で構成されているため、この細胞壁等を破碎するためには、高度な技術及び複雑な設備を一般的に必要とする。その結果、従来の方法及び設備はランニングコストの増加をもたらしていた。

[0003] 例えば、特許文献1には、有機性汚水の生物学的処理によって発生する汚泥を破碎する汚泥破碎装置であって、高速回転する回転ディスクと、該回転ディスクを駆動する駆動手段とを備え、回転ディスクに対向し、中心部に汚泥吸入口を有する固定ディスクを更に備え、該固定ディスクと該回転ディスクとの間に概ね5 mm以上のディスク間隙を設け、主として該回転ディスクの回転剪断力によって汚泥を破碎する、汚泥破碎装置が開示されている。

[0004] 特許文献2には、廃水処理で発生する汚泥を、汚泥分解工程で汚泥を分解した後、超音波処理工程で超音波処理して、メタン発酵工程で処理する、汚泥処理方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第3 7 3 1 2 0 4 号公報

特許文献2：特開2 0 0 2 － 3 3 6 8 9 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 微生物、藻類などを利用して、バイオガス（メタン、水素など）及び油の生成； CO_2 、リン、窒素等の成分の回収；及び食品又は化粧品等の製造が望まれている。例えば、微生物、藻類などを含む污泥の減容化、資材化、緑地還元化なども望まれている。その結果、微生物、藻類などを連続的に破碎及び分解し、これらが有する成分を低コストで効率よく消化及び／又は回収する技術が強く求められている。
- [0007] 例えば、活性污泥の濃縮槽の余剰污泥における有機性污泥の消化は、污泥中の微生物等の可溶化及び加水分解を経て、水及び二酸化炭素を生成することで行われる。しかしながら、微生物等に含まれる、タンパク質、有機酸、脂質、炭水化物などの細胞内高分子物質の溶出と、これらの物質の加水分解による低分子化とが律速となるため、活性污泥の濃縮槽での有機性污泥の消化は長い消化日数を要していた。したがって、活性污泥の濃縮槽での余剰污泥及び初沈污泥の消化効率を向上させるために、污泥中の微生物等の細胞壁等を破碎して低分子化、可溶化させる技術が望まれている。
- [0008] 細胞壁等を破碎して低分子化、可溶化させる従来技術として、超音波等の高エネルギー破碎法；オゾン酸化、アルカリ処理等の化学的分解法；ホモジナイザー、ミル等による機械的破碎法などが挙げられる。細胞壁等を破碎し易くするために、 50°C 以上の加温手段をさらに採用する場合もあった。
- [0009] しかしながら、超音波、オゾン、アルカリを利用する方法は、装置の維持管理のコストが増大するという問題がある。ホモジナイザー、ミル等による機械的破碎法は、その処理効率が低いので、複雑で大型な装置にする必要があるため、同様に、コストが増大するという問題がある。
- [0010] したがって、本開示は、低コストで効率よく微生物などが有する細胞壁等を破碎することができる装置、及び該装置の使用方法を提供する。

課題を解決するための手段

- [0011] 本開示の一実施態様によれば、固定ディスク、回転ディスク、回転ディスクを駆動するための回転軸、減圧手段及び筐体を備える、細胞壁又は細胞膜

破碎装置であって、固定ディスク及び回転ディスクの少なくとも1組は対向して配置されており、固定ディスクの中心部は、該中心部を通る回転軸の外径よりも大きい空洞部を有し、回転ディスクと固定ディスクとの間で発生した剪断力が、装置内に投入された含水率89%以上の対象物の流体に適用され、細胞壁又は細胞膜破碎装置内の圧力が、減圧手段によって -0.08 MPa 以下に減圧される、細胞壁又は細胞膜破碎装置が提供される。

[0012] 本開示の別の実施態様によれば、固定ディスク、回転ディスク、該回転ディスクを駆動するための回転軸、陸上式ポンプ及び／又は水中ポンプの吸引力による減圧手段及び筐体を備える、細胞壁又は細胞膜破碎装置であって、固定ディスク及び回転ディスクの少なくとも1組は対向して配置されており、固定ディスクの中心部は、該中心部を通る回転軸の外径よりも大きい空洞部を有し、回転ディスクと固定ディスクとの間で発生した剪断力が、装置内に投入された含水率89%以上の対象物の流体に適用され、陸上式ポンプを使用する場合には、該陸上式ポンプは装置の吐出口以降に設置され、水中ポンプを使用する場合には、該水中ポンプは装置内の最終固定ディスク以降の吐出口側に設置されている、細胞壁又は細胞膜破碎装置が提供される。

[0013] 本開示の別の実施態様によれば、上述の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって汚泥を処理する工程を備える、汚泥の減容化方法が提供される。

[0014] 本開示の別の実施態様によれば、上述の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって汚泥を処理する工程、及び汚泥を処理する工程から得られた処理汚泥を肥料化する工程を備える、汚泥の肥料調製方法が提供される。

[0015] 本開示の別の実施態様によれば、上述の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって汚泥を処理する工程、及び汚泥を処理する工程から得られた処理分離液を培養液として採取する工程を備える、汚泥の培養液調製方法が提供される。

[0016] 本開示の別の実施態様によれば、上述の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって汚水及び／若しくは汚泥、又は臭気性食品を処理する工程を備える、脱臭方法が提供される。

[0017] 本開示の別の実施態様によれば、上述の細胞壁又は細胞膜破碎装置によっ

て汚泥を処理する工程、並びに汚泥を処理する工程から得られた処理汚泥及び／又は処理分離液をバイオガス発酵槽に提供する工程を備える、バイオガスの発酵方法が提供される。

[0018] 本開示の別の実施態様によれば、上述の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって、菌類、微生物、藻類、及び植物の群（以下、「微生物群」という場合がある。）から選択される少なくとも１種を含む対象物を処理する工程を備える、食品、飲料、医薬品、サプリメント類又は化粧品の製造方法が提供される。

[0019] 本開示の別の実施態様によれば、上述の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって、菌類、微生物、藻類、及び植物の群から選択される少なくとも１種の油分を含む対象物（例えば汚泥）を処理する工程を備える、油分回収方法が提供される。

発明の効果

[0020] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置は、少なくとも、固定ディスク、回転ディスク、回転ディスクを駆動するための回転軸、減圧手段及び筐体という簡素な構成を備えていればよいため、装置の維持管理が容易で、低コストの装置を提供できる。

[0021] 従来の装置は、細胞壁等を破碎するために、アルカリ処理、５０℃以上の加温処理等の設備が別途必要であった。しかしながら、本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置は減圧手段を備えるため、アルカリ処理、５０℃以上の加温処理等の設備を備える必要性がない。その結果、従来の装置及び設備に比べて、ランニングコストを大幅に削減することができる。

[0022] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置を、汚泥の減容化方法、汚泥の肥料調製方法、汚泥の培養液調製方法、脱臭方法、バイオガスの発酵方法、食品、飲料、医薬品、サプリメント類又は化粧品の製造方法、油分回収方法等に用いることができる。本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置は、微生物等に含まれる有効成分に悪影響を及ぼすことなく、その細胞壁等を十分に破碎することができるので、上述の各方法における効率を向上させることができる。

[0023] なお、上述の記載は、本発明の全ての実施態様及び本発明に関する全ての利点を開示したものとはみなしてはならない。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置の概略断面図である。

[図2A]図1におけるA－A'面の断面拡大図である。

[図2B]図1におけるA－A'近傍の回転ディスクの拡大図である。

[図3A]遠心濃縮した汚泥の顕微鏡写真（150倍）である。

[図3B]細胞壁又は細胞膜破碎装置処理後の汚泥の顕微鏡写真（150倍）である。

[図4A]嫌氣的条件下での回分式試験におけるメタンガスの累積発生量を示す図である。

[図4B]嫌氣的条件下での回分式試験におけるメタンガスへの転換効率を示す図である。

[図5A]嫌氣的条件下での連続式型試験におけるメタンガスの累積発生量を示す図である。

[図5B]嫌氣的条件下での連続式試験におけるメタンガスへの転換効率を示す図である。

[図6]好氣的条件下での連続式試験における余剰汚泥の発生量を示す図である。

[図7A]破碎処理時間（分）と乾燥藻体1g当たりからの油脂回収量（mg）との相関を示す図である。

[図7B]破碎藻体と乾燥藻体1g当たりからの水素発生量（mL）との相関を示す図である。

[図8A]本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置を備える設備工程の第1の概略図である。

[図8B]本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置を備える設備工程の第2の概略図である。

発明を実施するための形態

[0025] 本開示の第1の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置は、固定ディスク、回転ディスク、回転ディスクを駆動するための回転軸、減圧手段及び筐体を備える、細胞壁又は細胞膜破碎装置であって、固定ディスク及び回転ディスクの少なくとも1組は対向して配置されており、固定ディスクの中心部は、該中心部を通る回転軸の外径よりも大きい空洞部を有し、回転ディスクと固定ディスクとの間で発生した剪断力が、装置内に投入された含水率89%以上の対象物の流体に適用される。本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置は簡素な構成であるため、装置の維持管理が容易であり、また、装置の製造コストを削減することができる。減圧手段を採用した結果、従来の装置で必須であったアルカリ処理、加温処理等の設備が必要なくなったため、ランニングコストを大幅に削減することができる。

[0026] 本開示の第2の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置は、固定ディスク、回転ディスク、該回転ディスクを駆動するための回転軸、陸上式ポンプ及び／又は水中ポンプの吸引力による減圧手段及び筐体を備える、細胞壁又は細胞膜破碎装置であって、固定ディスク及び回転ディスクの少なくとも1組は対向して配置されており、固定ディスクの中心部は、該中心部を通る回転軸の外径よりも大きい空洞部を有し、回転ディスクと固定ディスクとの間で発生した剪断力が、装置内に投入された含水率89%以上の対象物の流体に適用され、陸上式ポンプを使用する場合には、該陸上式ポンプは装置の吐出口以降に設置され、水中ポンプを使用する場合には、該水中ポンプは装置内の最終固定ディスク以降の吐出口側に設置されている。本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置は、減圧ポンプに限らず、陸上式ポンプ、水中ポンプを使用して装置内を減圧することができるため、メンテナンスがしやすく、減圧ポンプを使用する場合に比べて維持費を大幅に削減することができる。

[0027] 第1又は第2の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置は、装置内の圧力を、減圧手段によって -0.08 MPa 以下に減圧することができる。装置内の圧力がこの範囲であると、細胞壁等より内部の圧力と細胞壁等より外部の圧力との間に圧力差が生じるため、細胞壁等が破碎しやすい条件とな

る。加えて、圧力の低下に伴い、固定ディスク及び回転ディスク間の剪断力が上昇し、細胞壁等が破碎しやすくなるとともに、キャビテーションも同時に発生するため、細胞壁等がより破碎しやすい条件となる。

[0028] 第2の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置の陸上式ポンプは、一軸ねじ式ポンプであってもよい。一軸ねじ式ポンプは陸上式ポンプの中でも吸引力に優れるため好ましい。

[0029] 第1又は第2の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置の回転ディスクは、 10 m/s 以上の周速で回転することができる。回転ディスクの周速が 10 m/s 以上であると、固定ディスク及び回転ディスク間の剪断力等が向上し、細胞壁等をより効率的に破碎することができる。

[0030] 第1又は第2の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置は、固定ディスク及び／又は回転ディスクを2つ以上備えることができる。固定ディスク及び／又は回転ディスクを2つ以上備えることによって、細胞壁等を短時間でより効率的に破碎することができる。

[0031] 第1又は第2の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置における固定ディスクと回転ディスクとの間隙は、 $5\text{ mm} \sim 30\text{ mm}$ にすることができる。固定ディスクと回転ディスクとの間隙をこの範囲にすると、固定ディスク及び回転ディスク間の剪断力等が向上し、細胞壁等をより効率的に破碎することができる。

[0032] 第1又は第2の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置における回転ディスク及び／又は固定ディスクの表面は鏡面又は粗面であってもよい。ディスクの表面を鏡面にした場合は、対象物は流動し易くなるため、対象物の流速を向上させることができ、粗面にした場合は、ディスク表面の摩擦力又は表面積が増大するため、細胞壁等の破碎に必要な剪断力等をより有効に対象物に作用させることができる。

[0033] 第1又は第2の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置に投入する対象物が、菌類、微生物、藻類、及び植物の群から選択される少なくとも1種を含んでもよい。また、対象物として、汚泥を使用してもよい。

[0034] 第1又は第2の実施態様における細胞壁又は細胞膜破碎装置を、汚泥の減容化方法、汚泥の肥料調製方法、汚泥の培養液調製方法、脱臭方法、バイオガスの発酵方法、食品、飲料、医薬品、サプリメント類又は化粧品の製造方法、油分回収方法に使用することができる。この細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理された微生物等を含む対象物は、細胞壁等が十分に破碎されているため、上述の各方法における効率を向上させることができる。

[0035] 以下、本発明の代表的な実施態様を例示する目的で、図面を参照しながらより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施態様に限定されない。図面の参照番号について、異なる図面において類似する番号が付された要素は、類似又は対応する要素であることを示す。

[0036] 本開示において「キャビテーション」とは、細胞壁又は細胞膜破碎装置内を移動する流体中の低圧力部の気化によって気泡（ポケット）が瞬間的に発生し、それがつぶれて消滅する現象であると考えている。キャビテーションにおける気泡が崩壊するときに発生する局所的な衝撃力は100MPa～数GPa、温度環境は1,200℃以上といわれている。この時、より強力な剪断力が働き、細胞壁等がより破碎され易くなると考えている。

[0037] 本開示において「バイオガス」とは、バイオ燃料の一種で、汚泥、汚水の発酵などにより発生するガス（メタンガス、水素ガスなど）を意味する。

[0038] 本開示において「汚泥」とは、下水処理場の処理過程、工場の廃液処理過程などで生じる、有機物の最終生成物を固形分として含む液状の物質を意味する。「汚泥」は、活性汚泥法によって発生する「余剰汚泥」も包含する。

「余剰汚泥」とは、活性汚泥反応槽で処理した処理液を最終沈殿池などに導入し、そこで沈降分離した活性汚泥のうち、返送汚泥として活性汚泥反応槽に戻される部分を除いた部分である。余剰汚泥は、主として、汚水中の溶存性有機物を基質にして増殖した微生物、及び該微生物を捕食して増殖した原生動物からなっている。

[0039] 本開示において、「浮遊物質濃度（MLSS）」とは、活性汚泥法における曝気槽又はエアーレーションタンク（反応槽）内の活性汚泥量をmg/L

で表したものを意味し；「揮発性浮遊物質濃度（MLVSS）」とは、MLSSの強熱減量（VS）をmg/Lで表わしたものを意味し；「浮遊物質（SS）」とは、水中を浮遊している物質全般を意味し；「生物化学的酸素要求量（BOD）」とは、水中の好気性微生物によって消費される溶存酸素量を意味し；「全有機炭素量（TOC）」とは、水中に存在する有機物中の炭素量を意味し；「溶存有機炭素量（DOC）」とは、水中に溶存している有機物中の炭素量を意味し；「全窒素量（T-N）」とは、水中に存在する窒素化合物の全体量を意味し；「全リン量（T-P）」とは、水中に存在するリン化合物の全体量を意味する。浮遊物質濃度（MLSS）及び浮遊物質（SS）は、下水道試験方法（公益社団法人 日本下水道協会、1997年、第2編、第2章、第12節の2）に準拠し、遠心分離法を採用して測定した。

[0040] 図1に、本開示の第1の実施態様による細胞壁又は細胞膜破碎装置100の概略断面図を示す。細胞壁又は細胞膜破碎装置100は、筐体160と、該筐体160の内面に配置される固定ディスク140と、回転ディスク150と、細胞壁又は細胞膜破碎装置100の中心水平方向に位置し、回転ディスク150を固定して駆動させるための回転軸130と、投入口170と、吐出口180と、減圧手段190とを備える。細胞壁又は細胞膜破碎装置100は、回転軸130を駆動させるためのインバーター110及びモーター120を備えることができる。インバーター110及びモーター120は、細胞壁又は細胞膜破碎装置100と一体的に構成されてもよく、細胞壁又は細胞膜破碎装置100の外部に配置してもよい。対象物の種類、量などに応じて、周速を適宜調整し得るため、インバーターの使用が好ましいが、インバーターに換えて、スターデルタ（Y-Δ）方式のモーター等を採用してもよい。

[0041] 投入口170に投入した対象物は、図1の対象物の流れ105のように、固定ディスク140と回転ディスク150との間を流れ、吐出口180から排出される。投入口170と吐出口180とは逆に配置されてもよい。固定

ディスク１４０と回転ディスク１５０との間及び／又は固定ディスク１４０と固定ディスク１４０との間（以下、「各ディスク間」という場合がある。）、並びに回転ディスク１５０と筐体１６０の内面との間及び固定ディスク１４０と回転軸１３０の外壁との間に生じる剪断力等のエネルギーによって、対象物に含まれる微生物等の細胞壁等が破砕される（図３Ａ及び図３Ｂ）。

[0042] 次の理論に制限されるものではないが、各ディスク間には、剪断力に加えて、キャビテーションも発生していると考えられている。例えば、図２Ａ及び図２Ｂは、図１における細胞壁又は細胞膜破砕装置１００のＡ－Ａ’面の断面拡大図及びＡ－Ａ’近傍の回転ディスクの拡大図を示す。投入された対象物は装置内を高速で流れるため、対象物中に圧力の低い部分が形成される。この低圧力部によって対象物中の水分等が蒸気化して気泡が生じ、クラウド２９５（液体及び気体の混合部）が対象物中に形成される。クラウド中の気泡が潰れて消滅する際に、瞬間的に非常に高い圧力（衝撃力）が加わる。この高圧に基づくエネルギーも、細胞壁等の破砕に剪断力として貢献していると考えている。

[0043] 細胞壁又は細胞膜破砕装置１００を構成する各種部材は、用途に応じて種々の材料を使用することができる。これらに限定されないが、例えば、鉄、ステンレス等の金属又は金属合金、セラミックス、ガラス、プラスチック、炭素繊維及び／又はガラス繊維を含む強化樹脂、ゴムからなる群から選択される１種以上の材料を使用することができる。中でも、強度及び防錆効果に優れるため、ステンレス（ＳＵＳ３１６等）及びセラミックスが好ましい。

[0044] 対象物と接触する各種部材（固定ディスク、回転ディスク、筐体の内壁、回転軸の外壁、投入口、吐出口等）の表面は、フッ素樹脂コーティング等による撥水化処理、酸化チタン、酸化ケイ素コーティング等による親水化処理、滑面（鏡面）処理、粗面化処理を適用してもよい。撥水化処理又は親水化処理を適用することにより、対象物に基づく汚れ等の付着を防止することができる。滑面（鏡面）処理を適用することにより、対象物は流動し易くなる。

ため、対象物の流速を向上させることができる。粗面化処理を適用することにより、摩擦力、表面積が増大するため、剪断力、キャビテーションの発生を向上させることができる。撥水処理、親水処理、滑面（鏡面）処理、粗面化処理は、各々併用してもよい。また、これらの処理は、適用する部材の全面又は一部に適用してもよい。粗面化処理としては、エンボス加工、サンドブラスト加工、切削加工、研磨加工、レーザー加工、エッチング加工等の加工処理、凹凸型を使用する成型加工等を挙げることができる。あるいは、固定ディスク等の表面に、粗面を付与し得る部材を、接着剤、溶接、ボルト等を使用して貼り合わせてもよい。粗面は、ランダムな凹凸形状でもよいし、所定の角度及び／又は間隔等を有する溝のような形状でもよい。粗面の大きさ及び形状は、対象物の性状、処理量に応じて適宜調整することができる。

[0045] 固定ディスク１４０の中心部は、該中心部を通る回転軸１３０の外径よりも大きい空洞部を有する。固定ディスク１４０は、細胞壁又は細胞膜破碎装置１００に投入される対象物の性状、処理量、筐体の形状、設計意図等に応じて、外径、内径、形状、厚み、数量を適宜調整することができる。細胞壁等の破碎性、製造コスト等を考慮すると、固定ディスク１４０は略円盤状の形態が好ましく、固定ディスク１４０の空洞部も略円形状であることが好ましい。固定ディスク１４０の空洞部の大きさは、対象物の種類、量などに応じて適宜調整することができる。固定ディスク１４０の表面は、剪断力、キャビテーションの発生を阻害しない範囲で、凹状、凸状の傾斜を有していてもよく、中心部の空洞部以外に、ディスク内部又は外周部に貫通孔等を有していてもよい。固定ディスク１４０は、筐体１６０の内壁に対し、接着剤、溶接等により一体化されてもよく、或いは、ボルト等を用いて取り外し可能に取り付けられていてもよい。また、固定ディスク１４０及び筐体１６０は、３Ｄプリンター等を利用して一つの材料から構成される一体物とすることもできる。

[0046] 回転ディスク１５０は、細胞壁又は細胞膜破碎装置１００に投入される対象物の性状、処理量、筐体の形状、設計意図等に応じて、外径、内径、形状

、厚み、数量を適宜調整することができる。細胞壁等の破砕性、製造コスト等を考慮すると、回転ディスク150は略円盤状の形態が好ましい。回転ディスク150の外周と、筐体の内壁との間の距離についても、対象物の種類、量などに応じて適宜調整することができる。回転ディスク150の表面は、剪断力、キャビテーションの発生を阻害しない範囲で、凹状、凸状の傾斜を有していてもよく、ディスク内部又は外周部に貫通孔等を有していてもよい。回転ディスク150は、回転軸130に対し、接着剤、溶接等により一体化されてもよく、或いは、ボルト等を用いて取り外し可能に取り付けられていてもよい。また、回転ディスク150及び回転軸130は、3Dプリンター等を利用して一つの材料から構成される一体物とすることもできる。

[0047] 回転ディスク150の回転数及び周速は、対象物の種類、量などに応じて適宜調整することができ、以下の範囲に限定されるものではない。回転ディスク150の回転数は、 1000 min^{-1} 以上、 2000 min^{-1} 以上又は 3000 min^{-1} 以上、 7000 min^{-1} 以下、 6000 min^{-1} 以下又は 5000 min^{-1} 以下とすることができる。回転数がこの範囲であると、回転ディスク150の周速を所定の範囲に調整することができる。回転ディスク150の周速は、 20 m/s 以上、 30 m/s 以上又は 35 m/s 以上、 70 m/s 以下、 60 m/s 以下又は 55 m/s 以下にすることができる。周速がこの範囲であると、対象物の温度上昇に伴う不具合を発生させることなく、細胞壁等を破砕する剪断力等が効率よく得られる。中でも、剪断力に加えてキャビテーションも発生し易くなるため、周速が $37\sim 52\text{ m/s}$ の範囲が好ましい。

[0048] 本開示の細胞壁又は細胞膜破砕装置100における固定ディスク140は、中心部に空洞部（対象物吸入口）を有し、回転ディスク150に対向するように配置されている。固定ディスク140は、回転ディスク150の遠心力によって、回転ディスク150の外周方向に流動した対象物が、再び固定ディスク140の空洞部を通り、回転ディスク150の中心部に流入するような流れを形成する機能を有する。即ち、固定ディスク140は、細胞壁又

は細胞膜破碎装置 100 内の対象物を均一化させるように機能する。

[0049] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置 100 は、固定ディスク 140 及び回転ディスク 150 を各々 1 つ以上備えていればよいが、細胞壁等の破碎の効率性の観点から、これらのディスクを 2 つ以上備えることが好ましい。この場合、固定ディスク及び回転ディスクは交互に配置されてもよく、回転ディスクと回転ディスクとの間に、固定ディスクを 2 つ以上配置してもよい。配置される回転ディスク及び固定ディスクの大きさ及び形状は、各々、統一されていてもよいし、異なってもよい。

[0050] 固定ディスク及び回転ディスクの間隙、又は固定ディスク間の間隙は、使用する回転ディスク及び固定ディスクの大きさ（内径、外径）、回転ディスクの回転速度、又は対象物の性状、処理量などによって決定すべきものであって、特に本発明を限定するものではないが、5 mm 以上、7 mm 以上又は 9 mm 以上、30 mm 以下、20 mm 以下又は 15 mm 以下であることが好ましい。中でも、剪断力、キャビテーションの発生を考慮し、10 mm～11 mm の範囲が好ましい。各ディスク間の間隔は一定であっても異なってもよいが、異なる方が好ましい。各ディスク間の間隔は、投入口側から吐出口側に向かって、連続的、段階的又は部分的に大きくすることができる。例えば、投入口から装置中心部付近までは、各ディスクの間隔を 10 mm とし、装置中心部付近から吐出口までは、各ディスクの間隔を 11 mm と段階的に大きくすることができる。各ディスクの間隔を投入口付近において狭くすると、対象物の流速が速くなり細胞壁等の破碎性が向上する。一方、各ディスクの間隔を吐出口付近において大きくすると、対象物の流速が緩やかになるため、装置内における対象物の目詰まり等を防止することができる。

[0051] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置 100 は、ディスク間隙を調整するディスク間隙調整手段を更に備えてもよい。ディスク間隙調整手段を採用した場合、処理する対象物の性状などを考慮し、ディスク間隙を好適に調整することができるので、本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置を更に効果的に使用することができる。

- [0052] 回転軸 130 は、細胞壁又は細胞膜破碎装置 100 の中心水平方向に位置し、回転ディスク 150 を固定及び駆動するためのものである。回転軸 130 は、以下に示す減圧手段 190 が備わっていてもよい。回転軸 130 を通じて減圧できると、装置内部を均一に減圧することができる。
- [0053] 筐体 160 は、細胞壁又は細胞膜破碎装置 100 の外周を覆う部材であり、形状、大きさ、材質等は、装置の使用用途等に応じて適宜調整すればよい。切断力の発生及び製造コスト等を考慮すると、ステンレス（SUS316 等）からなる円筒形状の筐体が好ましい。
- [0054] 減圧手段 190 は、微生物等の細胞の内外に圧力差を発生させ、細胞壁等を破碎し易くする機能を有する。また、減圧手段 190 を採用することによって、細胞壁等を破碎するため、従来から使用されてきた、アルカリ処理、50℃以上の加温処理等を使用する必要性がなくなった。したがって、従来の装置及び設備に比べて、設備スペースを簡略化することができることに加え、ランニングコストも大幅に削減することができる。しかしながら、本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置 100 は、アルカリ処理、50℃以上の加温処理等の使用を制限するものではない。これらの処理を併用すれば、従来の装置及び設備に比べて、細胞壁等の破碎がより向上することは言うまでもない。
- [0055] 細胞壁又は細胞膜破碎装置内の減圧条件は、対象物の種類、量などに応じて適宜調整することができ、以下の範囲に限定されるものではない。細胞壁又は細胞膜破碎装置内の圧力は、減圧手段によって、 -0.1 MPa 以下、 -0.09 MPa 以下又は -0.08 MPa 以下にすることができる。特に、切断力、キャビテーションの発生を考慮し、圧力は -0.080 MPa (-80 kPa) 以下、 -0.065 MPa (-65 kPa) 以下又は -0.060 MPa (-60 kPa) 以下であることが好ましい。圧力の下限値はとくに制限されるものではないが、 -0.01 kPa (-0.00001 MPa) 以上、 -0.05 kPa (-0.00005 MPa) 以上又は -0.1 kPa (-0.0001 MPa) 以上としてもよい。圧力の範囲としては

、 $-0.01\text{ kPa} \sim -0.080\text{ MPa}$ が好ましく、 $-0.05\text{ kPa} \sim -0.065\text{ MPa}$ がより好ましく、 $-0.1\text{ kPa} \sim -0.060\text{ MPa}$ が最も好ましい。これらの圧力の値は、大気圧を基準（ゼロ）としたゲージ圧表記である。なお、減圧は負圧を包含する概念を意図している。

[0056] 減圧手段190としては、これらに限定されないが、例えばロータリーポンプ、ドライポンプのような減圧ポンプを使用することができる。減圧手段190は、細胞壁又は細胞膜破碎装置100に一体的に備わっていてもよい。この場合、減圧手段190は、投入口170、筐体160、回転軸130、及び吐出口180の群から選択される1箇所以上に配置することができる。或いは、減圧手段190は、細胞壁又は細胞膜破碎装置100とは別に配置されてもよい。この場合、減圧手段190は、投入口170、筐体160、駆動手段130、及び吐出口180の群から選択される1箇所以上に配管等を介して配置することができる。

[0057] 陸上式ポンプ及び／又は水中ポンプを採用することで、細胞壁又は細胞膜破碎装置の内部を減圧化することもできる。一例として、陸上式ポンプを採用する構成に関し、図8A及び図8Bを参照して説明するが、これらに限定されるものではない。図8Aは、陸上式ポンプ815を、污泥等の対象物を貯留する処理前貯留槽805と細胞壁又は細胞膜破碎装置800との間に設置している。陸上式ポンプとしては、例えば一軸ねじ式ポンプを使用することができる。中でも、吸引性等の性能に優れる一軸ねじ式ポンプが好ましい。一軸ねじ式ポンプとしては、兵神装備株式会社製のモノポンプ（登録商標）などを採用することができる。該設置構成の場合、陸上式ポンプ815によって送り出された污泥等の対象物は、加圧された状態で細胞壁又は細胞膜破碎装置800に投入される。したがって、このような設置構成においては、上記のような減圧ポンプを細胞壁又は細胞膜破碎装置に適宜適用することが好ましい。一方、図8Bは、陸上式ポンプ815を、細胞壁又は細胞膜破碎装置800と、該装置によって処理された対象物を貯留する処理後貯留槽825との間に設置している。該設置構成の場合、細胞壁又は細胞膜破碎

装置 800 は、陸上式ポンプ 815 に基づく吸引力を受けるために装置内部が減圧化される。陸上式ポンプ 815 に基づく吸引力を十分に発揮させるために、細胞壁又は細胞膜破碎装置 800 を対象物で充満させた方が好ましい。一般的な陸上式ポンプの場合、吸引力が弱く設置上の制約を受ける場合があるため、吸引力に優れる一軸ねじ式ポンプの様式が望ましい。したがって、該設置構成の場合、対象物を装置の下部より投入して上部より吐き出す構成にすることが好ましい（この場合、図 1 の対象物の流れ 105 は逆方向になり、170 が吐出口、180 が投入口となる。）。図 8 B の設置構成の場合、減圧ポンプを使用せずに陸上式ポンプのみで減圧化できるため、図 8 A の設置構成に比べて設備をより簡略化することができる。しかしながら、図 8 B の構成において、上記の減圧ポンプを併用してもよい。また、図 8 B の構成は、処理前貯留槽の下部から対象物の自重を利用して細胞壁又は細胞膜破碎装置 800 に対象物を投入することを意図しているので、処理前貯留槽 805 と細胞壁又は細胞膜破碎装置 800 との間に陸上式ポンプ 815 を設置してない。しかしながら、図 8 A と同様に、処理前貯留槽 805 と細胞壁又は細胞膜破碎装置 800 との間に陸上式ポンプ 815 を更に設置して、対象物を処理前貯留槽の上部から取り出す構成にしてもよい。なお、図 8 B は、細胞壁又は細胞膜破碎装置 800 と処理後貯留槽 825 との間に陸上式ポンプ 815 を配置した例を記載しているが、陸上式ポンプ 815 は、細胞壁又は細胞膜破碎装置 800 の吐出口以降に設置されていればよい。陸上式ポンプ 815 の後段には、処理後貯留槽 825 に限らず、各種の処理装置などを配置してもよく、又は陸上式ポンプ 815 の後段を所定の各種施設などに直接接続してもよい。また、水中ポンプを使用する場合には、該水中ポンプは細胞壁又は細胞膜破碎装置 800 内の最終固定ディスク以降の吐出口側の対象物に浸かる位置に設置されていればよい。

[0058] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置 100 は、加温手段を更に備えてもよい。加温手段は、従来より使用されている 50℃以上の加温手段も使用することができる。しかしながら、エネルギーコストの増大、細胞壁又は細胞膜

破碎装置に不具合を生じさせる可能性などがあるため、170℃以上、150℃以上又は120℃以上の加温手段は採用しない方が好ましい。一方で、従来使用されてこなかった30℃以上50℃未満の加温手段も使用することができる。従来の50℃以上の加温手段は、細胞壁等を柔軟にすることを目的に採用されている。一方、30℃以上50℃未満の加温手段は、キャビテーションの効率的な発生を目的に採用される。本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置100は減圧手段190を備えるため、30℃以上50℃未満の加温でもキャビテーションが発生し易くなり、細胞壁等の破碎をより向上させることができる。

[0059] 加温手段としては、スチーム・ジャケット、ヒータ、設備等から排出される排熱、太陽熱、地熱、地中熱等、公知の手段を使用することができる。加温手段は、細胞壁又は細胞膜破碎装置に一体的に備わっていてもよく、或いは、装置とは別に配置されてもよい。

[0060] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置に投入される対象物は、含水率が89%以上、90%以上又は91%以上の液状の流体である。対象物の含水率が89%未満であると粘性の強い粘土状（スラッジ状）の物質となり、特に80%以下であるとそれ自体を物として持ち運べるレベルとなるため、本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置で破碎することができなくなる。また、対象物は、菌類、微生物、藻類、及び野菜屑、規格外野菜等の植物の群（微生物群）から選択される少なくとも1種を含む。具体的には、例えば、污泥（有機污泥）、汚水、微生物群の少なくとも1種を人工的に培養した培養液及びこの培養液を脱水処理等して得られた培養物質、微生物群の少なくとも1種を濃縮した濃縮液又は濃縮物質、及びコンニャク芋を加工して得られるコンニャク等の臭気性食品などを対象物として使用することができる。対象物は、そのまま細胞壁又は細胞膜破碎装置に投入してもよいし、水等を添加又は脱水し、固形分（含水率）を適宜調整してから投入してもよい。

[0061] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置は種々の用途に使用することができ、以下の用途に限定されるものではない。

- [0062] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置は、汚泥の減容化に使用することができる。細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理された汚泥は、汚泥中に含まれる微生物等の細胞の細胞壁等が破碎される。その結果、細胞中に含まれる、タンパク質、炭水化物、脂肪、窒素、リン、 H_2O 等の成分が溶出して低分子化する。加水分解して溶出した水分は、続く脱水工程で除去することができるため、 H_2O への低分子化は汚泥含水率の低減に貢献することができる。また、タンパク質等の成分が低分子化し汚泥中に可溶化されるので、下水処理において使用されるメタン菌等を含む消化槽の消化効率を、従来の40%程度から、60~80%まで向上させることができる。したがって、消化槽から生じる汚泥の量を大幅に減少させることができる。
- [0063] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理された汚泥中の微生物等は、上述したように、窒素、リン、 H_2O 等の成分に効率よく破碎及び低分子化される。脱水後の汚泥は、従来の汚泥よりも窒素、リン等の肥料成分を多く含むため、品質に優れた肥料を得ることができる。
- [0064] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理された汚泥中の微生物等は、上述したように、窒素、リン、 H_2O 等の成分に効率よく破碎及び低分子化される。処理された汚泥から得られる処理分離液にもこれらの成分が多く含まれている。低分子化されたこれらの成分は、藻類、微生物等によって効率よく吸収されるため、藻類、微生物等の培養液として有効に利用することができる。特に、藻類は光合成を行うため、藻類の培養効率の向上は、温室効果ガスである CO_2 のカーボンオフセットに貢献することができる。
- [0065] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理された汚水及び／又は汚泥は、汚泥又は汚水中の微生物等が、上述したように、窒素、リン、 H_2O 等の成分に効率よく破碎及び低分子化されるため、臭気を消すことができる。脱臭性能は、対象物の種類、投入量、温度等を考慮し、回転ディスクの回転数等を規定することで適宜調整することができる。また、この脱臭処理は、対象物が、コンニャク等の臭気性食品に対しても適用することができる。
- [0066] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理された汚泥中の微生物等

は、上述したように、タンパク質、炭水化物、脂肪等の成分に効率よく破碎及び低分子化される。低分子化されたこれらの成分は、メタン菌、水素発酵菌等の代謝効率を大幅に向上させるため、メタン、水素等のバイオガスの発酵効率を従来の2倍以上に向上させることができる。例えば、メタンガスの発生量は、細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理された処理汚泥及び／又は処理分離液を使用した方が、処理をしていない汚泥等に比べて、2倍～3倍増加する。又、CO₂も比例して増加させることができ、発酵期間も従来のものに比べて短縮することができる。発生したCO₂は回収して藻類等の培養に使用することができる。

[0067] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理される、汚泥中の微生物等以外の、菌類、微生物、藻類、植物なども、炭水化物、脂肪、窒素、リン、H₂O等の成分に破碎及び低分子化される。低分子化されたこれらの成分は、ヒト又は動物の消化器系、皮膚等からの吸収効率が高い。したがって、細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理した、菌類、微生物、藻類、植物等を、食品、飲料、医薬品、化粧品、サプリメント類等に使用することは有益である。

[0068] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置は、例えば、各種の燃料等に使用されるような油分を含む、菌類、微生物、藻類、菜種等の植物などの対象物を処理することもできる。油分を含む対象物を本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって処理することで、効率よく油分を回収することができる。

[0069] 本開示の細胞壁又は細胞膜破碎装置は、減圧手段を採用することにより、従来のpH調整槽、50℃以上の加温手段を使用する必要がない。このため、低分子化された成分は変性、分解されないもので、従来の装置に比べて、これらの成分を有効に活用することができる。

実施例

[0070] 以下の実施例において、本開示の具体的な実施態様を例示するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0071] <嫌氣的条件下での生分解性試験>

(例 1)

図 1 の構成（但し、170 を吐出口、180 を投入口とし、190 の減圧手段に代えて、吐出口の後段に一軸ねじ式ポンプ、及び減圧ポンプを採用した。）の細胞壁又は細胞膜破碎装置を使用して余剰汚泥を処理した。処理条件は、回転ディスクの回転数を 3500 min^{-1} 、周速を 50 m/s 、減圧条件を -0.01 MPa 、処理時間を 60 分とした。下水処理の分野において一般に採用される嫌気性処理を再現するために、バイアル瓶による回分実験を採用した。嫌気性処理とは、酸素のない嫌气的条件下においてメタン菌等の微生物の代謝作用により、汚泥等に含まれる有機物を分解し、メタンガスに変換する生物学的プロセスである。

[0072] 窒素ガスで内部を置換したバイアル瓶（75 mL）に、メタン菌等を含む種汚泥（消化汚泥）を 20 mL、基質として細胞壁又は細胞膜破碎装置処理後の余剰汚泥を 20 mL 投入し、恒温振とう槽（水温：36℃、振とう数：100 回/min）に設置して経時的なメタンガス発生量を測定した。その結果を、図 4 A 及び図 4 B に示す。

[0073] （比較例 1）

窒素ガスで内部を置換したバイアル瓶（75 mL）に、消化汚泥を 20 mL、基質として細胞壁又は細胞膜破碎装置処理前の余剰汚泥を 20 mL 投入し、恒温振とう槽（水温：36℃、振とう数：100 回/min）に設置して経時的なメタンガス発生量を測定した。その結果を、図 4 A 及び図 4 B に示す。

[0074] 図 4 A は経過時間に対するメタンガス累積発生量を示し、図 4 B は経過時間に対するメタンガス転換率を示す。メタンガス転換率とは、投入した基質がどの程度メタンガスとして回収できたかを表している。なお、図 4 B では、投入した消化汚泥の自己消化によるガス発生量は差し引いている。図 4 A 及び図 4 B から分かるように、細胞壁又は細胞膜破碎装置処理後の余剰汚泥を投入した系の方が、メタンガスの発生量及び転換率が大幅に向上していることが確認された。

[0075] <嫌気的条件下での連続的生分解性試験>

(例 2 ～ 例 5、比較例 2、比較例 3)

実際の嫌気性処理は連続的に行われている。したがって、連続的な嫌気性処理のモデル実験を実施するために、消化汚泥及び基質（細胞壁又は細胞膜破碎装置処理前の余剰汚泥又は処理後の余剰汚泥）を混合して嫌気性処理を行う消化瓶と、発生ガスを水上捕集する発生ガス測定器との 2 つで構成される実験装置を採用した。窒素ガスで内部を置換した消化瓶（2 L）に種汚泥としての消化汚泥を 1.5 L 投入した。連続的生分解性試験における運転条件を表 1 に示す。また、各運転条件において使用した消化汚泥及び基質を表 2 に示す。1 日毎に、消化瓶から消化汚泥を表 1 に記載される量でサンプリングした。サンプリング後にサンプリング量と同量の基質を消化瓶に添加した。基質としての細胞壁又は細胞膜破碎装置処理後の余剰汚泥は、例 1 で得られた処理汚泥を使用した。実験中、スターラーで攪拌しながら、消化瓶を約 36℃ に保持した。各サンプルについての、浮遊物質濃度（MLSS）及び揮発性浮遊物質濃度（MLVSS）を測定した。その結果を表 3 に示す。なお、表 3 中の MLSS 及び MLVSS の減少率は、未処理汚泥（比較例 2、3）を基準とした相対値で表している。図 5 A はメタンガス累積発生量の比較データを示し、図 5 B はメタンガス転換率の比較データを示している。

[0076] [表1]

表 1					
運転条件		基質	滞留時間	サンプリング量	温度
1	比較例 2	未処理汚泥	20 日	75mL	36℃
	例 2	処理後汚泥	20 日	75mL	36℃
	例 3	処理後汚泥	10 日	150mL	36℃
2	比較例 3	未処理汚泥	10 日	150mL	36℃
	例 4	処理後汚泥	10 日	150mL	36℃
	例 5	処理後汚泥	5 日	300mL	36℃

[0077]

[表2]

表 2

運転条件	汚泥	MLSS (mg/L)	MLVSS (mg/L)	処理後可溶化率 (%)
1	消化汚泥	15100	9800	—
	余剰汚泥	13900	10000	37.0
2	消化汚泥	18000	11300	—
	余剰汚泥	22500	14600	36.0

[0078] 図5A及び図5Bより、同じ滞留条件下（例2と比較例2、例4と比較例3）において、メタンガス累積発生量及びメタンガス転換率がいずれも上昇していることから、細胞壁又は細胞膜破碎装置によって汚泥の生分解性が向上したことが分かる。また、図5Bより、運転条件1において、処理後汚泥（例3）は未処理汚泥（比較例2）と同等の値を示した。運転条件2においても、処理後汚泥（例4）が一番高い値を示した。これらの結果より、細胞壁又は細胞膜破碎装置を用いない従来の態様に比べ、メタンガスへの転換期間を10日以上も短縮することができることが確認された。

[0079] [表3]

表 3

運転条件		基質	滞留時間	MLSS減少率	MLVSS減少率
1	比較例2	未処理汚泥	20日	1.00	1.00
	例2	処理後汚泥	20日	1.33	1.26
	例3	処理後汚泥	10日	1.20	1.17
2	比較例3	未処理汚泥	10日	1.00	1.00
	例4	処理後汚泥	10日	1.10	1.17
	例5	処理後汚泥	5日	0.71	0.87

[0080] 表3から分かるように、運転条件1において、処理後汚泥（例3）のMLSS及びMLVSS減少率は、それぞれ1.20倍及び1.17倍に増加した。運転条件2においても、処理後汚泥（例4）のMLSS及びMLVSS減少率は、それぞれ1.10倍及び1.17倍に増加した。なお、例5は、MLSS及びMLVSS減少率が比較例3に比べて両方とも劣る結果となった。この理由としては、例5の場合、種汚泥に対する基質の負荷が高すぎて

、消化しきれなかったためであると考えられる。これらの結果からも分かるように、細胞壁又は細胞膜破碎装置を用いない従来の態様に比べ、汚泥の最終的な処理期間を10日以上も短縮することができることが明らかとなった。

[0081] <好气的条件下での生分解性試験>

(例6)

好気性処理の実験装置は、曝気槽及び沈殿槽の2つで構成されている。主な炭素源である投入基質のグルコースを、流入BODで約200mg/Lとなるように曝気槽内に供給した。運転条件に関し、曝気槽内に投入した活性汚泥は20L、滞留時間は24時間、曝気槽内のMLSSは1,000~2,000mg/Lに設定した。連続実験の日数は20日間とした。この過程で生成する余剰汚泥を濃縮した後、細胞壁又は細胞膜破碎装置で処理したものを曝気槽内に返送し、余剰汚泥の発生量、並びに曝気槽内及び処理水の水質について検討した。細胞壁又は細胞膜破碎装置の処理条件は例1と同一の条件で実施した。その結果を、図6、表4及び表5に示す。なお、処理水及び曝気槽内から汚泥を1日1回サンプリングし、MLSS、SS（浮遊物質）、全有機炭素量（TOC）、生物化学的酸素要求量（BOD）、溶存有機炭素量（DOC）、全窒素量（T-N）、全リン量（T-P）の測定を実施した。

[0082] (比較例4)

対照系として、汚泥の引き抜きを行わない通常の好気性処理を実施した。その結果を、図6、表4及び表5に示す。

[0083] [表4]

表4 MLSSの変化の比較

	開始 (mg/L)	終了 (mg/L)
比較例4	950	1700
例6	910	1370

[0084]

[表5]

表5 処理水の水質の比較

	比較例4 (mg/L)	例6 (mg/L)
SS	4.1	2.1
BOD	8.6	5.4
TOC	6.6	2.1
DOC	5.4	1.3
T-N	4.1	3.6
T-P	22.4	19.5

[0085] 図6から分かるように、比較例4の系に比べて、例6の系は汚泥の生成量が62%も減少した。これは、細胞壁又は細胞膜破碎装置で処理して曝気槽内に返送された汚泥が、効率よく生分解されて減容化されたためであると考えられる。表4から分かるように、比較例4の系に比べて、例6の系の方が、開始から終了までMLSSの量が低いことが確認できた。表4から分かるように、例6の処理水の水質は比較例4のものと殆ど差がないため、例6の系は、良好な状態で操業できていることが確認できた。この結果は、細胞壁又は細胞膜破碎装置が処理水の水質の悪化に影響を及ぼさないことを意味している。なお、T-Pの値が比較例4及び例6で共に高い値を示している。これは基質であるグルコースと一緒に投入した無機塩類中のT-Pが26mg/Lと高かったために、槽内で無機塩類中のT-Pが処理されずにそのまま処理水として流出したことが原因であると考えられる。以上より、細胞壁又は細胞膜破碎装置は、好氣的条件下における汚泥の生分解性に対しても貢献できることが確認された。

[0086] <藻類からの脂質抽出及び水素発酵試験>

(例7)

培養した高密度の藻類培養液を細胞壁又は細胞膜破碎装置で処理した。細胞壁又は細胞膜破碎装置の処理条件は、処理時間を10分、20分、30分に変更した以外は、例1と同一の条件で実施した。破碎した藻類培養液及び未破碎の藻類培養液をそれぞれビーカーに100mL採取し、次いで、該ビーカー中にナノバブルを10秒間通気して藻類からの脂質を回収した。その

結果を図 7 A に示す。図 7 A から分かるように、処理時間が 20 ～ 30 分程度であると、藻類培養液から脂質を効率よく回収できることが確認された。なお、このナノバブルによる回収処理は、藻類の脂質回収に限らず、藻類や微生物等に含まれる油分の回収に対しても有効であることは、この実験より明らかである。

[0087] 続いて、細胞壁又は細胞膜破碎装置で 30 分間破碎した藻類培養液（藻液）を水素発酵に供した。下水処理場で使用されている嫌気消化菌液を水素発酵用の種菌として使用した。消化菌と藻液とを一定比率（消化菌：藻液＝1：9、5：5、9：1）で混合し、pH を 5 に調整して嫌気消化を行った。その結果を図 7 B に示す。

[0088] （比較例 5）

対照系として、未破碎の藻類培養液（藻液）を水素発酵に供した。例 7 と同様に、消化菌と藻液とを一定比率（消化菌：藻液＝1：9、5：5、9：1）で混合し、pH を 5 に調整して嫌気消化を行った。その結果を図 7 B に示す。

[0089] 図 7 B から分かるように、比較例 5 の系では、どの混合比率でも水素がほとんど発生していなかったのに対し、例 7 では、破碎した藻液と消化菌とを 5：5 で混合した場合に、乾燥藻体 1 g 当たり 0.9 mL の水素ガスが生成することが確認できた。以上より、細胞壁又は細胞膜破碎装置は、メタン発酵の副次生成物として生成される水素発生に対しても貢献できることが確認された。

[0090] 本発明の基本的な原理から逸脱することなく、上記の実施態様及び実施例が様々に変更可能であることは当業者に明らかである。また、本発明の様々な改良及び変更が本発明の趣旨及び範囲から逸脱せずに実施できることは当業者には明らかである。

符号の説明

[0091] 100、800 細胞壁又は細胞膜破碎装置
105 対象物の流れ

1 1 0	インバーター
1 2 0	モーター
1 3 0、2 3 0	回転軸
1 4 0	固定ディスク
1 5 0、2 5 0	回転ディスク
1 6 0、2 6 0	筐体
1 7 0	投入口
1 8 0	吐出口
1 9 0	減圧手段
2 9 5	クラウド
8 0 5	処理前貯留槽
8 1 5	陸上式ポンプ
8 2 5	処理後貯留槽

請求の範囲

- [請求項1] 固定ディスク、回転ディスク、該回転ディスクを駆動するための回転軸、減圧手段及び筐体を備える、細胞壁又は細胞膜破碎装置であって、
- 前記固定ディスク及び前記回転ディスクの少なくとも1組は対向して配置されており、前記固定ディスクの中心部は、該中心部を通る前記回転軸の外径よりも大きい空洞部を有し、
- 前記回転ディスクと前記固定ディスクとの間で発生した剪断力が、前記装置内に投入された含水率89%以上の対象物の流体に適用され、
- 前記細胞壁又は細胞膜破碎装置内の圧力が、前記減圧手段によって -0.08 MPa 以下に減圧される、細胞壁又は細胞膜破碎装置。
- [請求項2] 固定ディスク、回転ディスク、該回転ディスクを駆動するための回転軸、陸上式ポンプ及び／又は水中ポンプの吸引力による減圧手段及び筐体を備える、細胞壁又は細胞膜破碎装置であって、
- 前記固定ディスク及び前記回転ディスクの少なくとも1組は対向して配置されており、前記固定ディスクの中心部は、該中心部を通る前記回転軸の外径よりも大きい空洞部を有し、
- 前記回転ディスクと前記固定ディスクとの間で発生した剪断力が、前記装置内に投入された含水率89%以上の対象物の流体に適用され、
- 陸上式ポンプを使用する場合には、該陸上式ポンプは前記装置の吐出口以降に設置され、
- 水中ポンプを使用する場合には、該水中ポンプは前記装置内の最終固定ディスク以降の吐出口側に設置されている、細胞壁又は細胞膜破碎装置。
- [請求項3] 前記陸上式ポンプが一軸ねじ式ポンプである、請求項2記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置。

- [請求項4] 前記回転ディスクは 10 m/s 以上の周速で回転する、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置。
- [請求項5] 前記固定ディスク及び／又は前記回転ディスクを 2 つ以上備える、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置。
- [請求項6] 前記固定ディスクと回転ディスクとの間隙が $5\text{ mm} \sim 30\text{ mm}$ である、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置。
- [請求項7] 前記回転ディスク及び／又は固定ディスクの表面が鏡面又は粗面である、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置。
- [請求項8] 前記細胞壁又は細胞膜破碎装置に投入する対象物が、菌類、微生物、藻類、及び植物の群から選択される少なくとも 1 種を含む、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置。
- [請求項9] 前記細胞壁又は細胞膜破碎装置に投入する対象物が汚泥である、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置。
- [請求項10] 請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって汚泥を処理する工程を備える、汚泥の減容化方法。
- [請求項11] 請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって汚泥を処理する工程、及び前記汚泥を処理する工程から得られた処理汚泥を肥料化する工程を備える、汚泥の肥料調製方法。
- [請求項12] 請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって汚泥を処理する工程、及び前記汚泥を処理する工程から得られた処理分離液を培養液として採取する工程を備える、汚泥の培養液調製方法。
- [請求項13] 請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって汚水及び／若しくは汚泥、又は臭気性食品を処理する工程を備える、脱臭方法。
- [請求項14] 請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置に

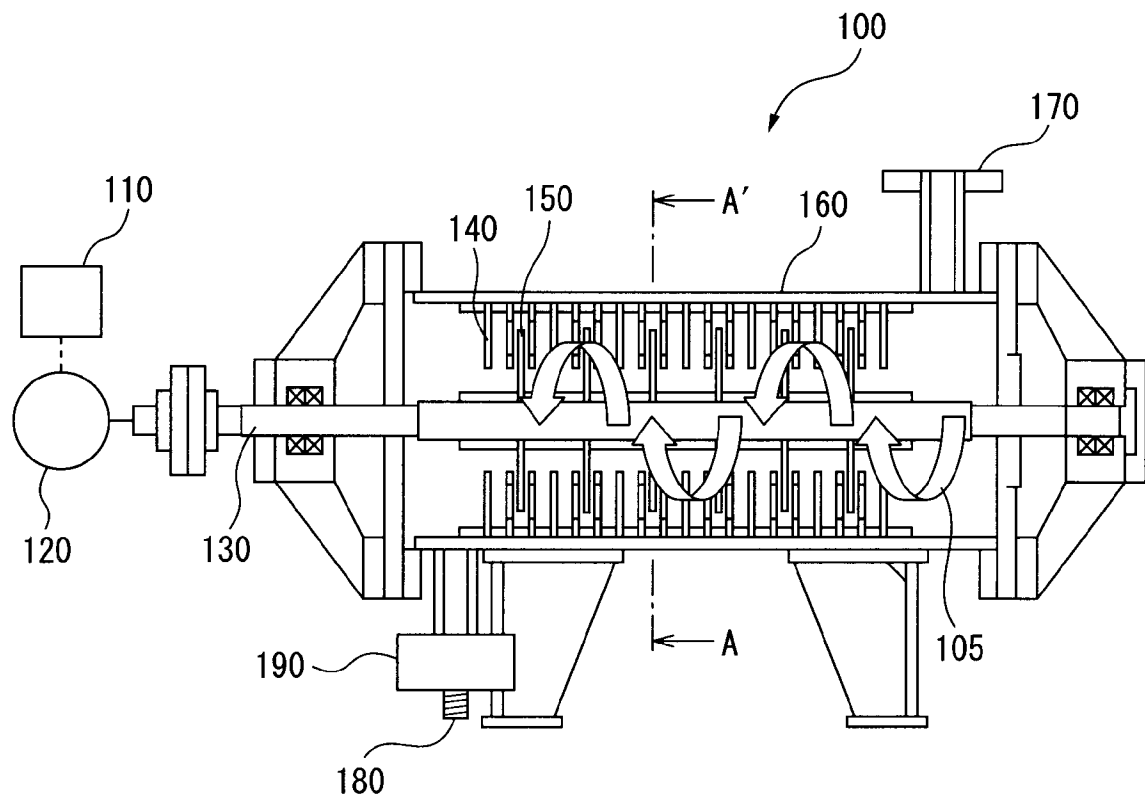
よって汚泥を処理する工程、並びに前記汚泥を処理する工程から得られた処理汚泥及び／又は処理分離液をバイオガス発酵槽に提供する工程を備える、バイオガスの発酵方法。

[請求項15] 請求項1～8のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって、菌類、微生物、藻類、及び植物の群から選択される少なくとも1種の対象物を処理する工程を備える、食品、飲料、医薬品、サプリメント類又は化粧品の製造方法。

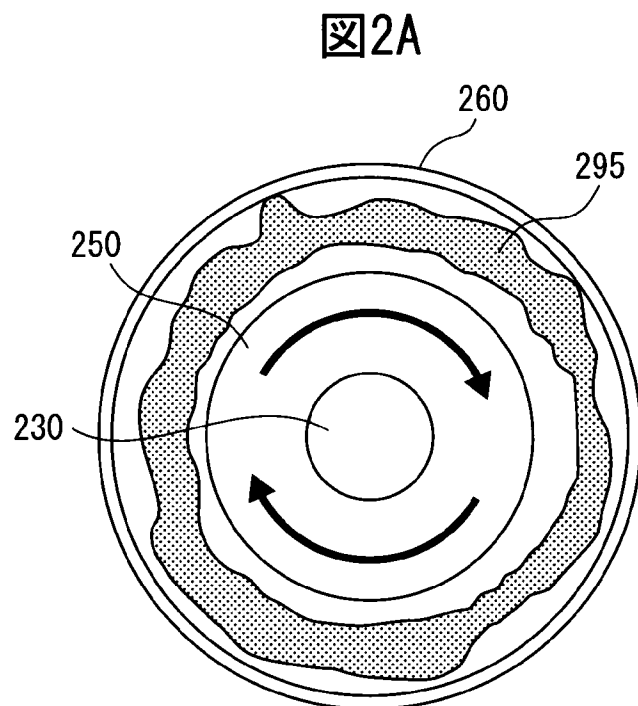
[請求項16] 請求項1～9のいずれか一項に記載の細胞壁又は細胞膜破碎装置によって、菌類、微生物、藻類、及び植物の群から選択される少なくとも1種の油分を含む対象物を処理する工程を備える、油分回収方法。

[図1]

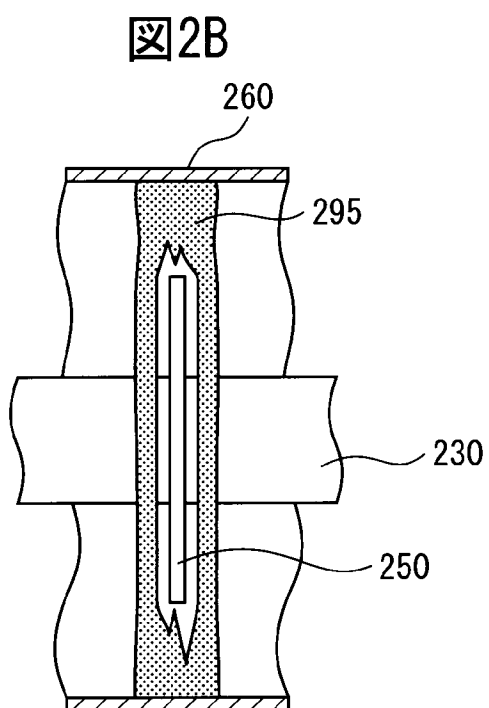
図1



[図2A]



[図2B]



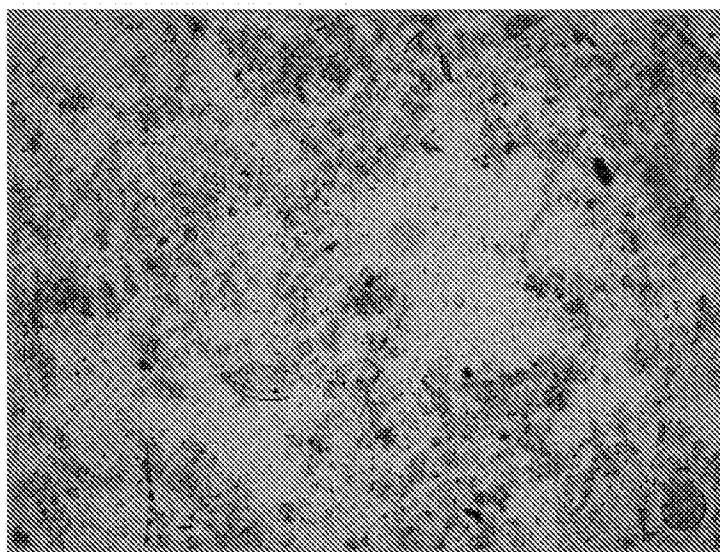
[図3A]

図3A



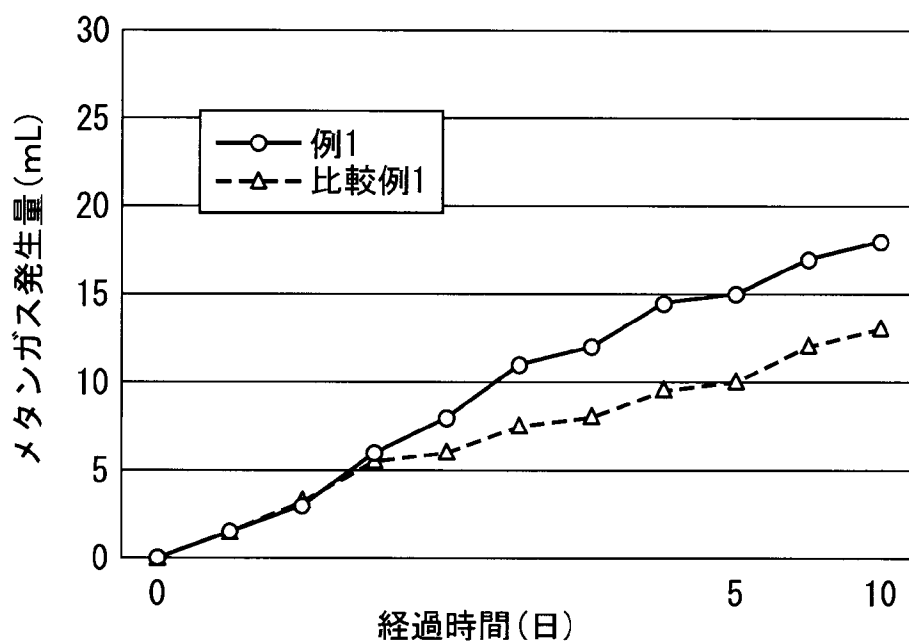
[図3B]

図3B



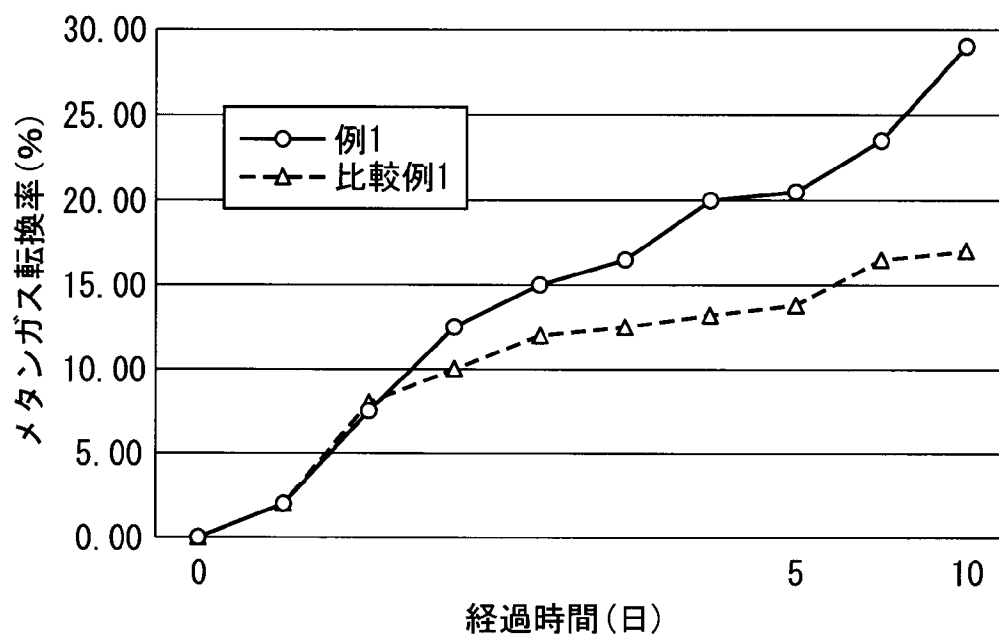
[図4A]

図4A



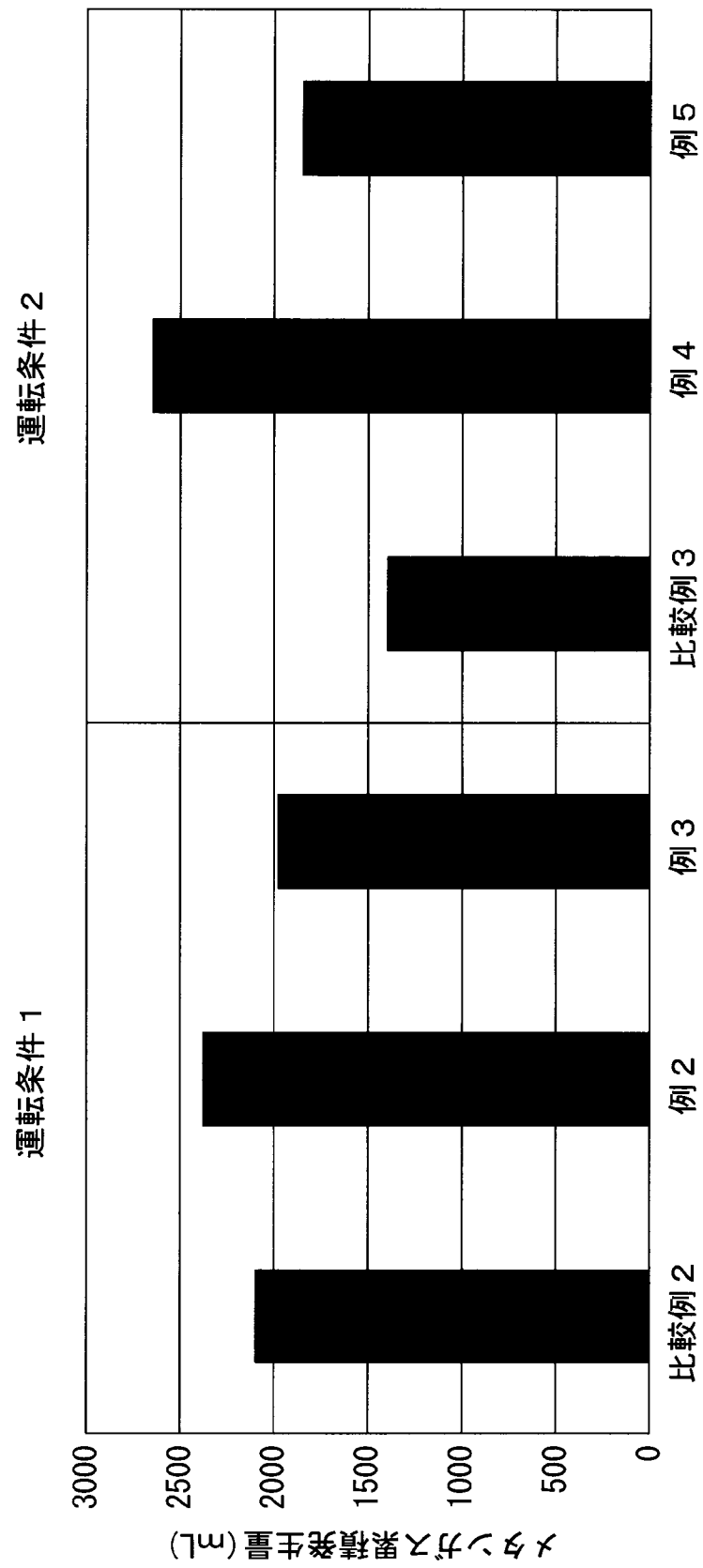
[図4B]

図4B



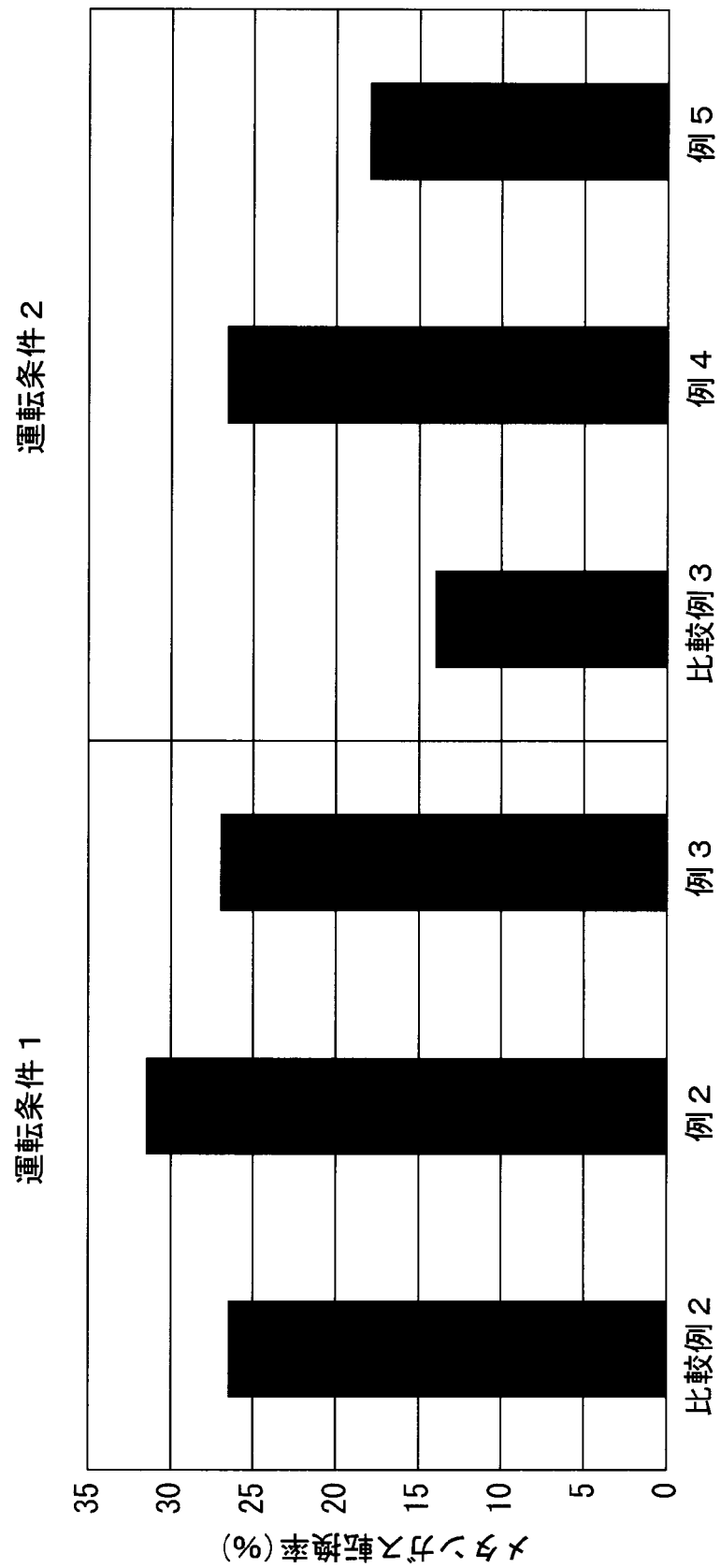
[図5A]

図5A



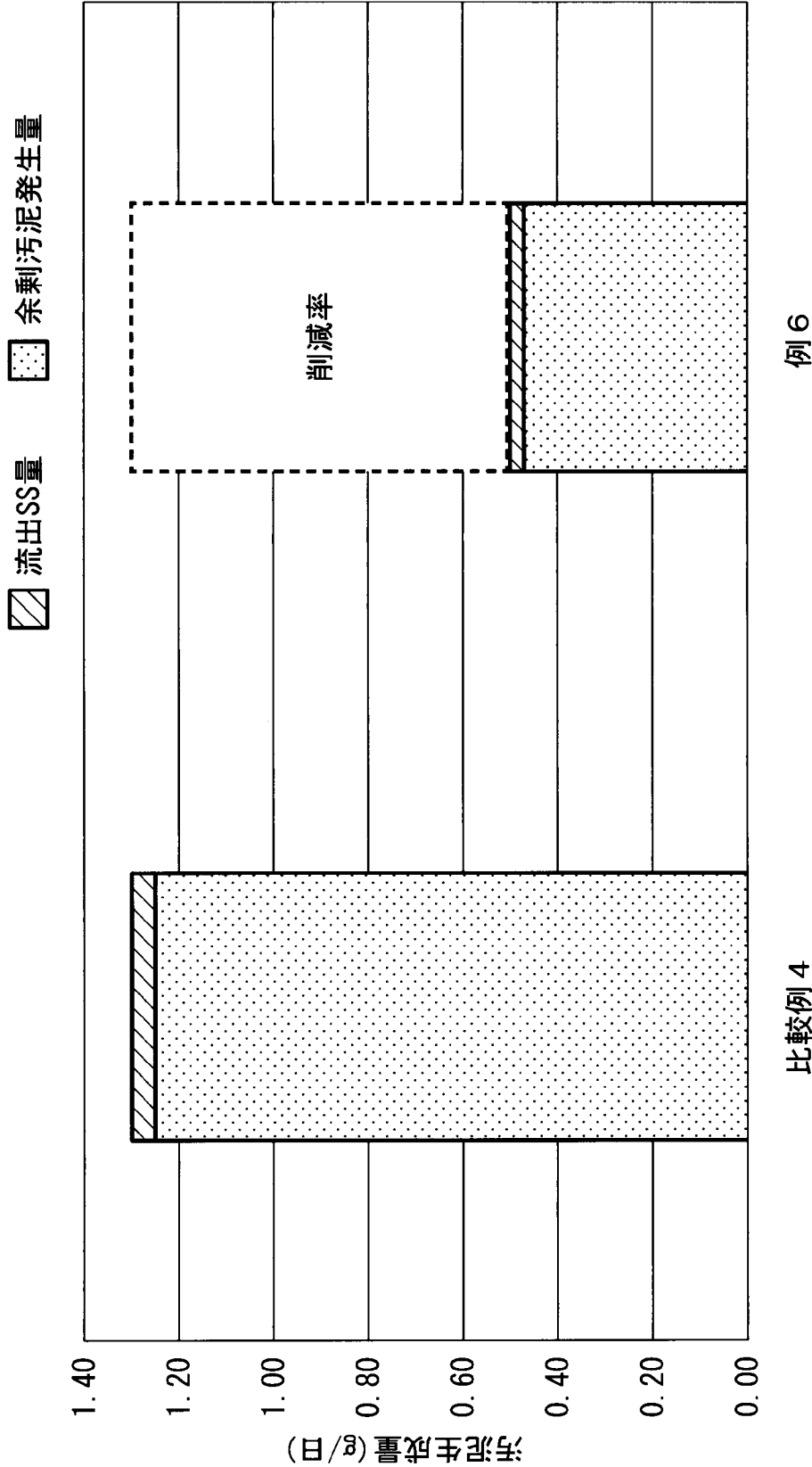
[図5B]

図5B



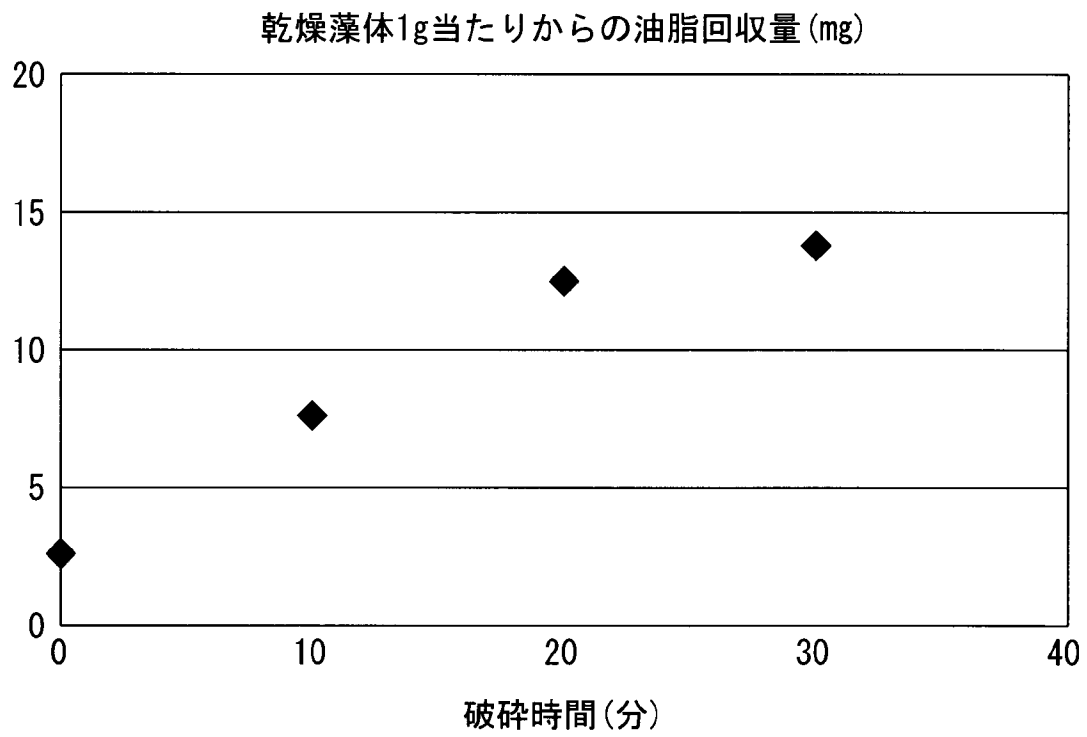
[図6]

図6



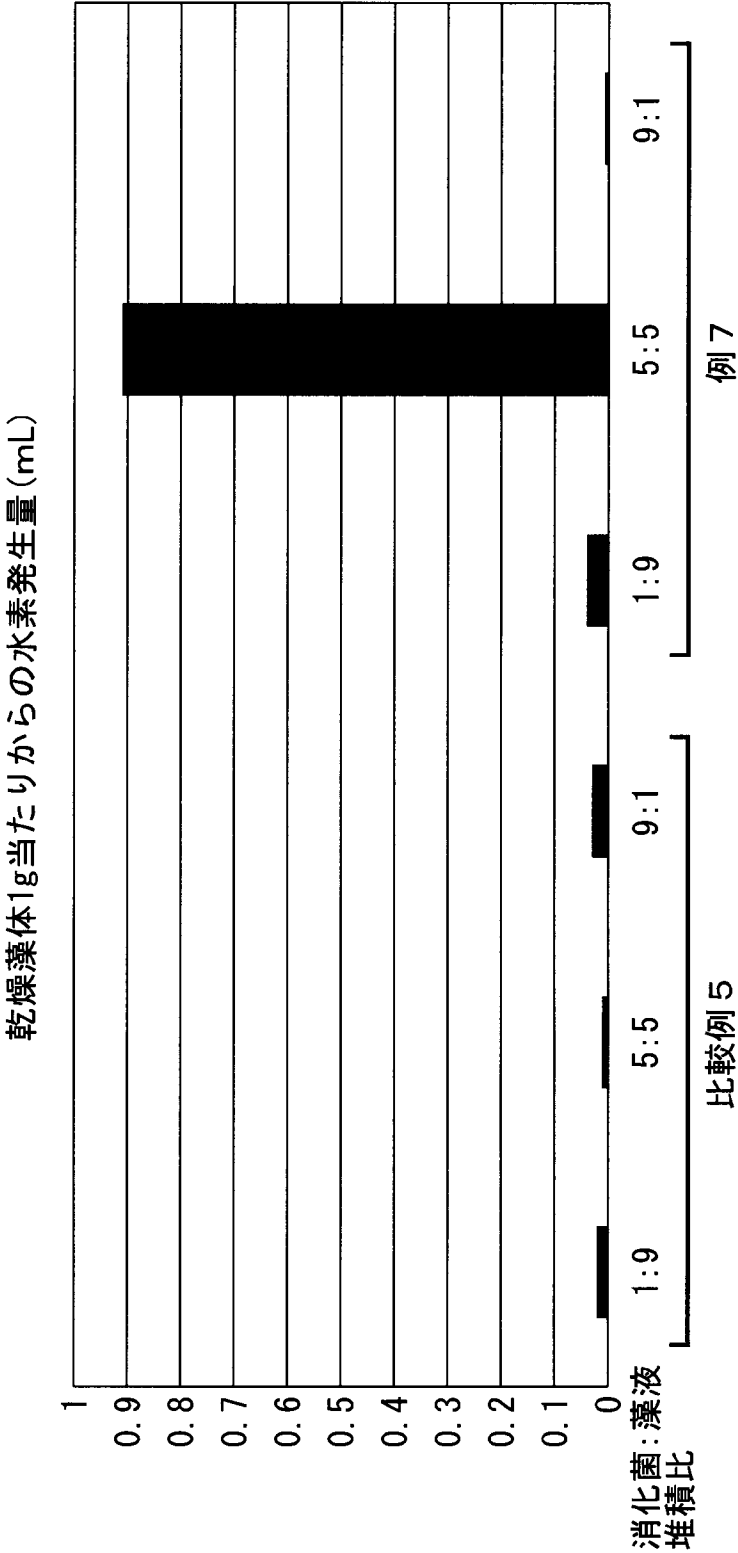
[図7A]

図7A



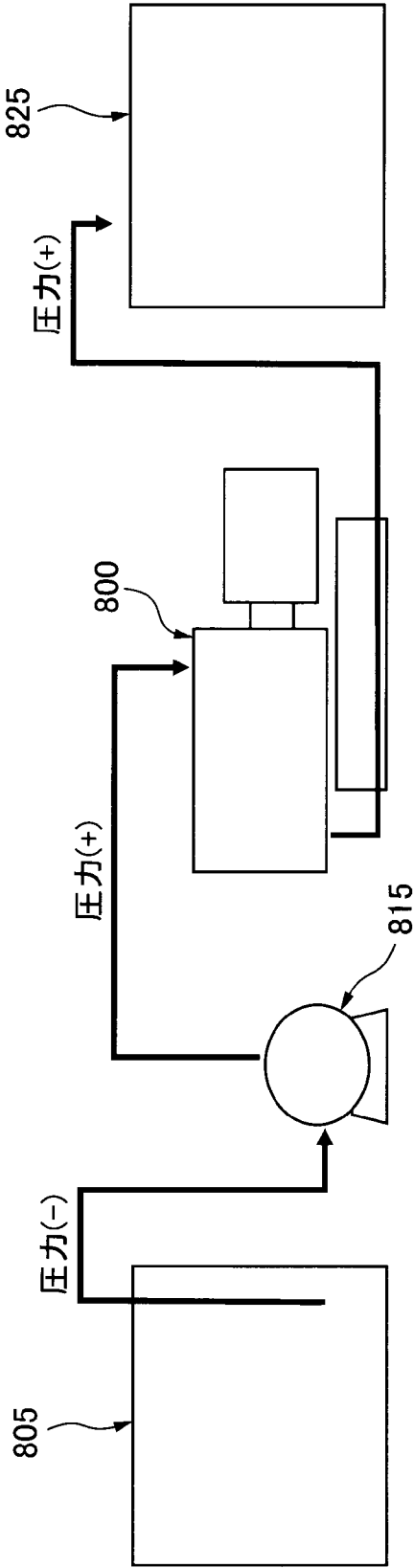
[図7B]

図7B



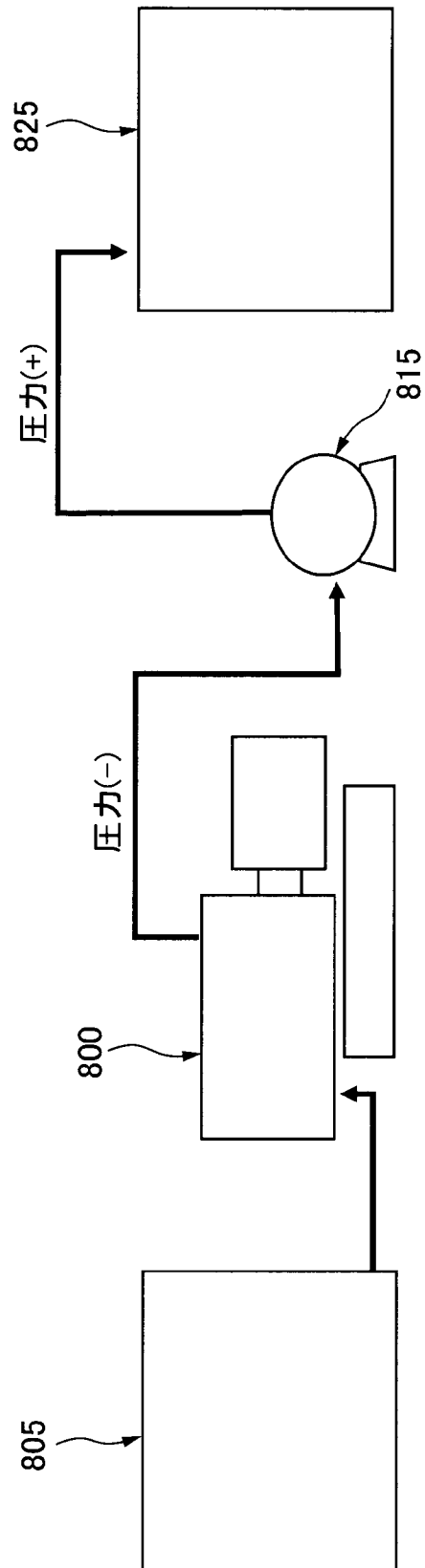
[図8A]

図8A



[図8B]

図8B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C12M1/33(2006.01)i, B02C7/02(2006.01)i, B02C19/18(2006.01)i, C02F11/00(2006.01)i, C02F11/04(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)

C12M1/33, B02C7/02, B02C19/18, C02F11/00, C02F11/04

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII), DWPI(Thomson Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X/Y	JP 2006-000802 A (Ebara Corp.), 05 January 2006 (05.01.2006), abstract; paragraphs [0001], [0013], [0024]; fig. 1, 4, 5 (Family: none)	1, 2, 4, 6-10, 13/1-16
Y	JP 3731204 B2 (Yamaguchi Technology Licensing Organization, Ltd.), 05 January 2006 (05.01.2006), claims 1 to 3; paragraphs [0004], [0043], [0060]; fig. 1 & JP 2002-282721 A	1-16

☒ 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
16 February 2017 (16.02.17)

Date of mailing of the international search report
28 February 2017 (28.02.17)

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/JP2016/084844

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-230247 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 September 1998 (02.09.1998), claim 4; paragraphs [0002], [0013], [0014] (Family: none)	1-16
Y	JP 53-030004 A (Kabushiki Kaisha Nishihara Kankyo Eisei Kenkyusho), 20 March 1978 (20.03.1978), entire text (Family: none)	2
Y	JP 2012-254426 A (Tsukishima Kikai Co., Ltd.), 27 December 2012 (27.12.2012), claim 8 (Family: none)	3
Y	JP 2013-133242 A (Fuji Koki Kabushiki Kaisha), 08 July 2013 (08.07.2013), claim 1 (Family: none)	11
Y	WO 2013/176261 A1 (Ajinomoto Co., Inc.), 28 November 2013 (28.11.2013), paragraphs [0001], [0011], [0035] & US 2015/0175954 A1 paragraphs [0003], [0012], [0057]	12, 15, 16
Y	JP 2011-234676 A (Trance Energy Kabushiki Kaisha), 24 November 2011 (24.11.2011), claims 4, 7; paragraphs [0001], [0020] (Family: none)	14
A	JP 2007-268515 A (Kenjiro MAKINO), 18 October 2007 (18.10.2007), claim 13; paragraphs [0075], [0101] (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C12M1/33(2006.01)i, B02C7/02(2006.01)i, B02C19/18(2006.01)i, C02F11/00(2006.01)i, C02F11/04(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 (IPC))

Int.Cl. C12M1/33, B02C7/02, B02C19/18, C02F11/00, C02F11/04

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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), DWPI (Thomson Innovation)

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
X / Y	JP 2006-000802 A (株式会社荏原製作所) 2006.01.05, 要約、[0001]、[0013]、[0024]、図1、図4、及び図 5等 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6-10, 13/ 1-16
Y	JP 3731204 B2 (有限会社山口ティール・エル・オー) 2006.01.05, 請求項1-3、[0004]、[0043]、[0060]、及び図1等 & JP 2002-282721 A	1-16

☑ 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

16.02.2017

国際調査報告の発送日

28.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

鈴木 崇之

電話番号 03-3581-1101 内線 3448

4B

4152

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
Y	JP 10-230247 A (三菱重工業株式会社) 1998. 09. 02, 請求項 4、[0002]、[0013]、及び[0014]等 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP 53-030004 A (株式会社西原環境衛生研究所) 1978. 03. 20, 全文 (ファミリーなし)	2
Y	JP 2012-254426 A (月島機械株式会社) 2012. 12. 27, 請求項 8 等 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2013-133242 A (富士工機株式会社) 2013. 07. 08, 請求項 1 等 (ファミリーなし)	11
Y	WO 2013/176261 A1 (味の素株式会社) 2013. 11. 28, [0001]、[0011]、及び[0035] & US 2015/0175954 A1, [0003], [0012], and [0057]	12, 15, 16
Y	JP 2011-234676 A (トランス・エナジー株式会社) 2011. 11. 24, 請求項 4、請求項 7、 [0001]、[0020]等 (ファミリーなし)	14
A	JP 2007-268515 A (牧野 賢次郎) 2007. 10. 18, 請求項 13、[0075]、[0101] (ファミリーなし)	1-16