

(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
2012 年 3 月 29 日(29.03.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/039464 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/16 (2006.01) C02F 3/30 (2006.01)
C02F 1/48 (2006.01) H01M 4/90 (2006.01)
C02F 3/28 (2006.01) H01M 8/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/071660
- (22) 国際出願日: 2011 年 9 月 22 日(22.09.2011)
- (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 2010-213564 2010 年 9 月 24 日(24.09.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イ
ビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒
5038604 岐阜県大垣市神田町二丁目 1 番地 Gifu
(JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 日比 慶久
(HIBI, Yoshihisa). 太田 祐介 (OTA, Yusuke).
- (74) 代理人: 細田 芳徳 (HOSODA, Yoshinori); 〒
5406591 大阪府大阪市中央区大手前一丁目 7 番

3 1 号 OMMビル 5 階 私書箱 2 6 号 細
田国際特許事務所内 Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MICROORGANISM FUEL CELL SYSTEM, METHOD FOR GENERATING ELECTRICITY, AND METHOD FOR PROCESSING ORGANIC SUBSTANCES

(54) 発明の名称: 微生物燃料電池システム、発電方法、及び有機物の処理方法

[図1]

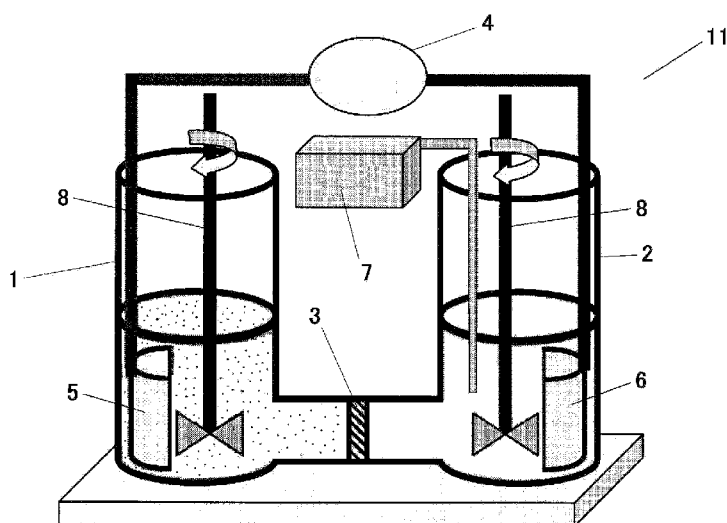


図 1

(57) Abstract: Provided is a microorganism fuel cell system comprising: an anaerobic tank which has anaerobic microorganisms accommodated and an electrode provided therein; an aerobic tank which has aerobic microorganisms accommodated and an electrode provided therein; a separator which separates the anaerobic tank and the aerobic tank; and an external circuit which electrically connects the electrodes, the electrode provided in the anaerobic tank constituting a negative electrode and the electrode provided in the aerobic tank constituting a positive electrode. This microorganism fuel cell system does not require the addition of a mediator, and is capable of operating, without generating bad odours, whether low concentration organic substances are supplied or high concentration organic substances are supplied.

(57) 要約: 嫌気性微生物群が収容され、かつ電極が設けられてなる嫌気槽、好気性微生物群が

収容され、かつ電極が設けられてなる好気槽、該嫌気槽と該好気槽とを分離するセパレータ、並びに前記電極間を電氣的に接続する外部回路から構成され、該嫌気槽に設けられた電極を負電極とし、該好気槽に設けられた電極を正電極とする、微生物燃料電池システム。かかる微生物燃料電池システムにより、メディエーターの添加が不要であって、臭気の発生を伴わず、低濃度又は高濃度の有機物が供給されても対応可能な微生物燃料電池システムが提供される。

WO 2012/039464 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

微生物燃料電池システム、発電方法、及び有機物の処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、発電と同時に廃水を浄化することができる微生物燃料電池システム、発電方法、有機物の処理方法に関し、特に嫌気・好気性微生物を利用した微生物燃料電池システム、発電方法及び有機物の処理方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、汚水中の有機物を微生物により分解する汚水の処理方法において、有機物を代謝した微生物から電子伝達剤により電子を取り出し、細胞合成を阻止して微生物の増殖を抑制することを特徴とする汚水の処理方法が報告されている（特許文献１）。

[0003] さらに、生活廃水及び／又は河川汚泥の浄化に適した微生物担体を電極とする微生物電池及び該電池を用いて効率的に汚泥を浄化する汚泥浄化装置に関わる報告がされている（特許文献２）。

[0004] 従来の微生物燃料電池は、微生物自身が生合成する電子伝達物質でないMB（メチレンブルー）又はNR（ニューートラルレッド）などをメディエーターとして利用して、微生物体内から電子を取り出し、発電を行っている。このことにより当該微生物の細胞分裂も抑制されるので、汚泥の増加を防ぐことができる。結果的に、微生物の増殖抑制による汚泥減少も達成される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２００６－７５７９１号公報

特許文献２：特開２００６－１１４３７５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、前述した従来技術には次のような問題がある。特許文献１

の汚水の処理方法では、メディエーターとして電子伝達物質（MB、NRなど）を外部から添加する事により、微生物が有機物を体内へ取り込み有機物を分解してエネルギー転換する際に発生する電子をメディエーターが奪い、その電子を微生物の体外へ持ち出すことによって、発電する。その結果、微生物の細胞分裂を抑制して、汚泥を減少させることができる。しかし、廃水処理においては添加された電子伝達物質が分解されない為、添加された電子伝達物質が余剰物質となるので、電子伝達物質を除外するための装置または処理方法が別途必要となる。

[0007] また特許文献2の汚泥浄化装置においては、嫌気槽と、好気槽にそれぞれ木炭や竹炭を用いた電極を利用して、微生物を付着させると同時に電気を取り出すものであるが、汚泥（ヘドロ）の浄化が主である。そのため、バッチ式沈降分離方法をとっており、連続運転が不可能であり、廃水の浄化を行うことができない。さらに、有機物の分解を嫌気処理と好気処理の両方で行っていないため、効率よく電子とプロトンが得られない。さらに、有機物含有廃水が連続して流入してくる場合や、有機物含有廃水が大量に流入してくる場合には嫌気槽と好気槽が混合してしまい、有機物含有廃水の浄化ができなくなる。また、起電力が低下し、電力も得られない。

[0008] また電極としては炭化した木質類や竹のみを利用することから、比表面積が小さいため、微生物の付着（集積）が悪く、電極表面に存在する微生物の数が少ない。そのため、微生物が有機物を分解・吸収する過程において発生する電子が少なくなるため、発電に活用できない。さらに、電極表面以外において微生物が有機物を分解するため、電子が電極に受け渡されないため、電子ロスが生じる。偏性嫌気性細菌を包含する嫌気性微生物が有機物を分解し最終的に生成するガス類（メタンや硫化水素など）は処理（活用）されていないのと同時に電子が有機物の分解からガス発生過程に利用されてしまうため（電子ロス）、高効率で電気が得られないのと同時に臭気の問題がある。

[0009] 本発明の目的は、メディエーターの添加が不要であって、臭気の発生を伴

わず、低濃度又は高濃度の有機物が供給されても対応可能な微生物燃料電池システムを提供することにある。さらに本発明の目的は、かかる微生物燃料電池システムを利用した発電方法及び有機物処理方法（廃水処理による水の浄化と汚泥の発生抑制方法）を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 即ち、本発明の要旨は、

〔１〕 嫌気性微生物群が収容され、かつ電極が設けられてなる嫌気槽、好気性微生物群が収容され、かつ電極が設けられてなる好気槽、該嫌気槽と該好気槽とを分離するセパレータ、並びに前記電極間を電氣的に接続する外部回路から構成され、

該嫌気槽に設けられた電極を負電極とし、該好気槽に設けられた電極を正電極とする、微生物燃料電池システム；

〔２〕 前記〔１〕に記載の微生物燃料電池システムを用いて、前記外部回路を経由して電気を取り出す発電方法；

〔３〕 嫌気性微生物群が収容され、かつ負電極が設けられてなる嫌気槽、好気性微生物群が収容され、かつ正電極が設けられてなる好気槽、該嫌気槽と該好気槽とを分離するセパレータ、並びに負電極と正電極との間を電氣的に接続する外部回路から構成され、

該嫌気槽に有機物を含む液体を供給する工程、及び

該好気槽から処理された液体を排出する工程を有する、有機物の処理方法；

[0011] 〔４〕 嫌気性微生物群を含む液体を入れた槽内に、有機物を含む液体及び無機凝集剤を供給して、該槽内を嫌気層と好気層とに分離させ、該嫌気層に存在するように該槽内に設けられた負電極と、該好気層に存在するように該槽内に設けられた正電極とを電氣的に接続する外部回路経由で電気を取り出す発電方法；並びに

〔５〕 嫌気性微生物群を含む液体を入れた槽内に正電極及び負電極と、前記電極間を電氣的に接続する外部回路とが設けられてなる槽の槽内に、有機

物を含む液体及び無機凝集剤を供給する供給工程、

次いで、該槽内を嫌気層と好気層とに分離させる工程、を有する有機物の処理方法であって、負電極が該嫌気層に存在するように該槽内に設けられ、かつ正電極が該好気層に存在するように該槽内に設けられたものである、有機物の処理方法；に関するものである。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態に係る微生物燃料電池システムの一例の概略構成を示す図である。

[図2]システム稼動前の実施例1で用いた負電極の表面構造の電子顕微鏡写真である。

[図3]2日間のシステム稼動後の実施例1で用いた負電極の表面構造の電子顕微鏡写真である。

[図4]本発明の実施形態に係る微生物燃料電池システムの別の一例の概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明においては、嫌気性微生物群と好気性微生物群を併用することにより、お互いの短所を補い合っている。即ち、高濃度有機物が含まれる廃水が供給された場合であっても、嫌気性微生物群は、有機物を分解し、低分子化することができる。このような高濃度有機物が含まれる廃水を嫌気槽のみで分解を行う場合、アンモニアや硫黄化合物が嫌気槽に蓄積されてしまい、かかる自己成生物により生育環境が悪化することになり、結果として嫌気槽での有機物の分解処理が抑制されてしまう。

[0014] しかし、嫌気槽側を負極（アノード側）として微生物燃料電池用電極を用いることにより、電極表面に菌が集積すると同時に嫌気槽内が乱流状態となり、菌が集積した電極と有機物の接触が促進される。その結果、「有機物の分解＝電子の放出」という関係が成り立つ。本発明においては、硫黄化合物をエネルギー源とする微生物やアンモニア態窒素を利用する微生物が嫌気槽に存在することが好ましく、このような場合、効率的に電極と廃液が接触す

ることにより、従来の嫌気処理において別途付帯設備を設けて処分を行っていた物質の分解除去も成り立つのと同時に、残存有機物の沈降による汚泥量も減少できる。

[0015] さらに、セパレータを介したり、又は処理槽を2槽化させることによって好気槽を設けることにより、嫌気槽側にて、有機物が分解され、低分子化された有機酸などがセパレータ又は計量枡を通過して好気槽側に移動し好気槽側で分解される。この結果、負極側電極表面上にて反応しきれなかった物質が好気槽側にて処理されるのと同時に、好気槽側の好気処理で従来不可能であった高濃度有機物が処分できると同時に電気の発生により今まで発生していた余剰汚泥量が40～50%軽減される。しかも、すでに設置されている有機物の処理装置において、嫌気槽と好気槽とが設けられている装置、または上下層で2槽化している装置であれば、装置の大規模な改造を伴うことなく、セパレータ、電極、外部回路、さらに必要に応じて曝気手段や槽内に乱流を起こす装置を後付で設けることによって、廃水の有機物処理の効率化だけでなく、発電を行うことも可能である。

[0016] なお、本発明において、高濃度有機物とは、BOD（生物化学的酸素要求率biochemical oxygen deemed：単位はppm）2000ppm以上のことをいう。

[0017] 更に、セパレータを利用しない発電方法も提案する。

[0018] 以下、図1を参照しつつ第1の本発明の微生物燃料電池システムを説明する。図1は、本発明の実施形態に係る微生物燃料電池システムの一例の概略構成を示す図である。

[0019] 第1の本発明の微生物燃料電池システム11は、嫌気性微生物群が収容され、かつ電極が設けられてなる嫌気槽1と、好気性微生物群が収容され、かつ電極が設けられてなる好気槽2と、該嫌気槽1と該好気槽2とを分離するセパレータ3と、前記電極間を電氣的に接続する外部回路4とから構成され、該嫌気槽1に設けられた電極を負電極5とし、該好気槽2に設けられた電極を正電極6とするものである。

[0020] また、好気槽の溶存酸素濃度はより高いことが好ましい。

[0021] 第1の本発明の微生物燃料電池システムにおいては、有機物を含む液体を嫌気槽に供給することが好ましい。嫌気性微生物群が収容された嫌気槽1に有機物廃水を供給すると、嫌気性菌（通性嫌気性菌・偏性嫌気性菌）が存在することによって、有機物（蛋白、脂質、糖質等）を低分子化（有機酸、単糖類等へ変化）させることができる。さらに偏性嫌気性菌の存在により反応が進み、一部はメタンまで分解される。嫌気性細菌としては、好塩性通性嫌気性細菌が好ましく、耐酸・耐アルカリ性の好塩性通性嫌気性細菌がより好ましい。

[0022] このような2段階の反応過程、即ち廃水中の有機物を低分子の有機酸等へ低分子化させる過程と、さらにメタン等まで分解する過程において、水素と電子が発生する。そしてこの反応は嫌気槽側で起こるので、嫌気槽側を負極とし、好気槽側を正極とする。この際に使用する電極としては、PtやCuなどの金属または金属化合物を担持させた多孔質カーボン、カーボンナノチューブ(CNT)などを修飾させた多孔質カーボン、カーボンフェルト等が好ましい。正極・負極の電極は同一であっても異なってもよいが、好ましくは正極に使用する電極には酸素を還元する触媒が付与された電極がよい。負極側においても発酵したメタンと反応する金属が付与されていても良い。

[0023] 多孔質、即ち比表面積が大きい電極を用いると、負極側電極の表面上に多くの微生物が付着する。付着した微生物群がネットワークを形成する事によって、微生物自身により合成されるシトクロームC物質が導電性ナノワイヤーとなり、電子伝達物質として働き、電子を負極に渡すと考えられる。一方、同時に発生するプロトンは、低分子化された有機物を含む溶液（廃液）を介して好気槽に移動する。

[0024] このような働きにより、メディエーターと呼ばれる電子伝達物質を外部から添加する必要がなくなるのと同時に、微生物自身を介して電子が伝達されることから、廃水処理（水の浄化）を高度化（例えばメディエーターを除去するプロセスを伴うこと）できる。

[0025] さらに嫌気性菌により生産されるメタン、メルカプタン、硫化水素などは、貴金属元素（Pt、Rh、又はAu）や金属元素（Cu）を触媒として、分解されるため、臭気の発生が抑えられる。さらに、嫌気性菌中に硫黄化合物を栄養源として取り込む微生物が存在する場合、臭気の発生がより効果的に抑えられると同時に有機物を分解する際に発生する電子を高効率で電極に受け渡すことができるため、好ましい。メタンは負極に担持されたPt等が触媒となり分解され、通常の燃料電池と同じ反応も示す。メタン以外の臭気物質である硫化水素などもCuが負極に担持されていることから反応し水素と電子を放出し前述と同様に電子は負極に受け渡される。この反応によりメルカプタン系臭気物質の減少（臭気抑制）と同時に高効率で電子を獲得することができる。

[0026] このような電極は、導電性が高いので、カーボンであることが望ましく、微生物が付着しやすいので多孔質であることが望ましい。具体的には、比表面積が16,000 cm²/g以上の電極が望ましく、比表面積が360,000 cm²/g以上の電極がより望ましい。電極の表面には、少なくとも、細孔直径が100 nm以上の、より好ましくは1 μm以上の大きさの細孔が開いていることが望ましい。さらに望ましくは、内部まで全体に細孔が分布していることが望ましい。なぜならば、これらのカーボンに触媒として、微生物や上述した触媒の貴金属元素、金属元素を担持させるときに、剥れにくくなるからである。加えて、集積した微生物間にてチトクロームCによるネットワークが密になることから導電性が向上すること、その理由である。また、微生物が中に入り込みやすいので、細孔直径は5 μm以下が望ましい。

[0027] 嫌気槽と好気槽との分離は、例えば、プロトン及び有機酸が通過可能であって、嫌気性微生物群と好気性微生物群とが通過不可能なもの（セパレータ）、または、嫌気槽側からの上長水の越流によって行われる。セパレータとしては、水処理用MF (Microfiltration Membrane) 膜、ろ紙又は多孔質の素焼き板等が挙げられる。これらの、セパレータは1 μm以下の孔を有していることが好ましい。微生物群の大きさが1 μm以上であるので、微生物群が

通過せず、プロトンや有機酸が通過することができるからである。セパレータの孔径としては、 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ が更に好ましい。有機酸を効果的に通過させる観点から、セパレータの孔径は $0.1 \mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $0.5 \mu\text{m}$ を超える微生物も存在することから、該孔径は $0.5 \mu\text{m}$ 以下が好ましい。

[0028] さらにセパレータ又は躯体槽で嫌気槽と好気槽との2槽にすることにより、高濃度廃水を含む一般廃水・産業廃水を最初に嫌気槽側に流入させ、嫌気槽内で有機物を低分子の有機酸等にまで分解後、嫌気槽側から好気槽側にプロトンや有機酸を含む液体が浸出する。好気槽では空気曝気などにより、溶存酸素濃度が高い状態 ($2 \sim 5 \text{mg/L}$) にしていることによりプロトンが酸素還元され水になり、さらに有機酸も好気性菌により分解除去され廃水は浄化される。そして処理された液体を好気槽から排出することが好ましい。このように、嫌気槽と好気槽との2槽にすることにより、廃水の連続流入処理が可能となり、廃水が大量に供給された場合も、嫌気槽の液体と好気槽の液体とが混合することがない。

[0029] このセパレータを通り好気槽に流入した廃水中の低分子に分解された有機酸等は、好気性菌に浄化され水と二酸化炭素まで分解される。しかし、嫌気槽のみである場合、嫌気性菌が有機物を分解する過程において、嫌気性菌自身が生成するアンモニア成分が高濃度に蓄積されることにより、生育抑制が生じる。その結果、嫌気処理（嫌気性菌が有機物を分解）自体を悪化させてしまう。そこで、嫌気層に、セパレータを介した好気槽を設けることによって、アンモニア成分や硫化物イオン等が嫌気層からセパレータを介して好気槽に移動し、好気槽内で分解される。硫黄化合物やアンモニア態窒素を栄養源とする菌群が存在する場合、嫌気槽内に電極を入れることにより電極表面上にこのような菌群が集積する。その結果、嫌気槽内でいままで律速要因になっていた現象が改善される。それと同時に、上記のように嫌気槽と好気槽とを設けることにより、廃水が嫌気槽で処理された後に、さらに廃水（残留アンモニア成分や硫化物イオン等）が、好気槽で処理されるシステムによっ

て、嫌気処理における律速要因が解消される。さらに好気槽側は正極側であることから、負極に渡された電子が、これらの電極間を電氣的に接続する外部回路を介して正極に電子が供給され、正極から好気槽へ電子が放出される。放出された電子を好気性菌が得ることにより、好気性菌が有機酸を取り込みエネルギー転換する際に損失する電子を補う事により、好気性菌の活性が維持され廃水の処理効率が向上する。

[0030] 好気槽 2 においては、溶存酸素濃度を高くするための曝気手段 7 がさらに設けられていることが好ましい。かかる曝気手段を設けることにより、溶存酸素濃度を好ましくは 2～5 mg/L、より好ましくは、3～5 mg/L とすることで、有機物を分解除去する能力がさらに向上するという効果が発揮され、高効率で廃水の浄化を行うことができる。曝気手段の具体例としては特に制限されるものではなく、例えばエアレータ等の、廃水処理分野で公知の曝気手段が挙げられる。

[0031] 嫌気槽 1 及び好気槽 2 の少なくとも一方に攪拌手段 8 を設けてもよい。かかる攪拌手段 8 を設けることにより、発電効率や有機物の処理効率を向上させることができる。このような攪拌機としては、羽根を回転させるものや、エジェクターやインジェクターが挙げられる。

[0032] 第 1 の本発明の微生物燃料電池システムにおいては、嫌気槽の前段階、嫌気槽と好気槽との間、又は好気槽の後段階に、必要に応じて別の廃液処理手段を設けてもよい。

[0033] 第 1 の本発明の発電方法においては、本発明の微生物燃料電池システムを用いて、負電極 5 と正電極 6 との間を電氣的に接続する外部回路経由で電気を取り出すことができる。即ち、本発明の微生物燃料電池システムが微生物燃料電池として駆動する。

[0034] 第 1 の本発明の微生物燃料電池システムを用いて発電する場合、嫌気槽 1 に設けられた負電極 5 では、嫌気性微生物群により水素イオン及び電子が生成される。生成された水素イオンはセパレータ 3 を透過して嫌気槽 1 側から好気槽 2 側へ移動し、電子は負電極 5 から外部回路 4 を介して正電極 6 に移

動し、水素イオン及び電子は正電極 6 において酸素と結合して水となる。その際に、外部回路 4 に流れる電気を取り出すことでエネルギーを回収する。

[0035] 第 1 の本発明の有機物の処理方法は、嫌気性微生物群が収容され、かつ負電極が設けられてなる嫌気槽、好気性微生物群が収容され、かつ正電極が設けられてなる好気槽、該嫌気槽と該好気槽とを分離するセパレータ、並びに負電極と正電極との間を電氣的に接続する外部回路から構成され、該嫌気槽に有機物を含む液体を供給する工程、及び該好気槽から処理された液体を排出する工程を有することを特徴とする。上記有機物処理方法は、本発明の微生物燃料電池システムを利用することができる。

[0036] 嫌気槽に有機物を含む液体を供給する工程としては、タンクに入った有機物を含む液体をポンプ等により嫌気槽へ供給する工程等が挙げられる。

[0037] また、好気槽から処理された液体を排出する工程としては、該液体を好気槽からオーバーフローさせて排出する工程が挙げられる。該好気槽においては、曝気手段がさらに設けられていることが好ましい。かかる曝気手段を設けることにより、溶存酸素濃度を高くすることができる。

[0038] 有機酸等の分解は微生物の栄養物質の取り込みであるといえる。しかしエネルギーを取り込む作業であると同時にその反応を進める為にエネルギーも消費することとなる。その際に正極側から放出される電子がエネルギーとして補われる為、微生物は常時活性化された状態となり、微生物数が増加する。その結果、有機物の処理効率が向上することになる。従って、本発明の微生物燃料電池システムによれば、有機物の処理効率が向上することで、いまままで余剰汚泥となっていた未分解物質も分解され余剰汚泥の発生も軽減される。

[0039] さらに従来は有機酸からメタン、二酸化炭素まで反応がすすみ、その反応過程において発生する硫化物やアンモニアにより微生物の活性が抑制され、これらの物質を除去する付帯設備が必要であった。しかし、有機酸の処理効率向上により汚泥の発生抑制のみならず、硫化物ならびにアンモニアの発生も軽減される。

[0040] 次に、第2の本発明の発電方法及び有機物の処理方法において説明するが、これは、第1の本発明の微生物燃料電池システム、発電方法、及び有機物の処理方法において、セパレータを用いることなく、しかも槽を嫌気槽と好気槽とに分ける必要が無い態様である。

[0041] 第2の本発明の発電方法と有機物の処理方法では、BODが2000ppm～5000ppmと高い液体であっても、240～450m³/日の連続的な浄化が可能になる。

[0042] 一般的に、BODが高い液体は、分解するための微生物が酸素を大量に必要とするので、槽全体的の液体が嫌気性になりやすく、槽内が好気性となりにくい。そのような液体が大量に流れ込むことは、槽内の液体が嫌気性になりやすい。

[0043] このような嫌気性となりやすい槽内の液体を好気性とするために、例えば、無機凝集剤を有機物を含む槽内の液体に添加することによりフロック（綿状沈殿：Flocks）が形成される方法を用いることができる。かかる方法で用いられる無機凝集剤としては、従来より用いられている、例えば、珪藻土、黒曜石、石灰などに含まれている、カルシウム、マグネシウム、ケイ素の酸化物等が挙げられる。

[0044] その結果、一つの槽内で、槽の下部には、沈殿物が多くなり、槽の上部には、沈殿物が形成されていない状態となる。

[0045] 槽の下部の沈殿物は、液体との接触が少なく、無酸素状態に近づくために、嫌気性となり、嫌気層となる。逆に、層の上部は下部と比べて沈殿物が少なくなるので、液体との接触が多く、酸素供給がされやすくなり、好気性となり、好気層となる。

[0046] 活性汚泥中に含まれる菌は通性嫌気性細菌であり、酸素がある場合は好気性菌としてはたらき、無酸素状態になれば嫌気性菌となる。

[0047] 第2の本発明の発電方法では、BODが2000ppm以上であっても、第1の本発明の発電方法と同様に、上部、好気槽（層）側に正電極を設け、下部、嫌気槽（層）側に負電極を設けることにより、電極間を電氣的に接続する外部回路を経由して電気を取り出すことができる。

[0048] 第1の本発明の微生物燃料電池システム（発電方法）であれば、セパレータが必要であったが、第2の本発明の発電方法においては、セパレータが必要ではない。

[0049] これは、無機凝集剤により、一つの槽内で好気層側と、嫌気層側とに、分けられているからであり、溶液内を水素イオンと、低分子化された有機酸が浮遊して、嫌気槽（層）側から、好気槽（槽）側へ移動することが可能になるからである。

[0050] 第2の本発明の発電方法において、槽を曝気することが好ましい。槽を曝気した場合、嫌気層の形成が阻害されることが予想されるが、意外にも曝気の実施に関わらず、好気層と嫌気層が形成させることができた。

[0051] それは、廃水処理における生物処理として、MLSS（活性汚泥浮遊物質：Mixed liquor Suspended Solid）として、好ましくは15000～20000mg/L、より好ましくは20000～35000mg/Lの濃度で管理を行った場合に、底面から散気装置を用いて曝気を行っても下部に汚泥が大量に堆積するからであるからである。そのため、下部は嫌気層となる。そして槽の上段においては逆に、浮遊しているフロックが懸濁している状態になっているが、下部（嫌気層）と比べて、溶存酸素濃度が高く、相対的に、好気槽となるからである。

[0052] 次に、第2の本発明の発電方法、有機物の処理方法に使われる、微生物燃料電池システムについて図4を用いて説明する。

[0053] 微生物燃料電池システム11は、槽9に嫌気性微生物群が収容され、かつ嫌気層13が形成される位置、例えば槽内の下部に設けられた電極5、及び好気層14が形成される位置、例えば槽内の上部に設けられた電極6と、前記電極間を電氣的に接続する外部回路4とから構成され、該嫌気層13に設けられた電極を負電極5とし、該好気層14に設けられた電極を正電極6とするものである。

[0054] また、処理時間の経過に従って、好気層が嫌気層よりも、溶存酸素濃度が高くなる。従って、好気層には好気性微生物群が存在することになる。

[0055] 第2の本発明に用いられる微生物燃料電池システムにおいては、有機物を

含む液体を嫌気槽（層）１３に供給することが好ましい。即ち、嫌気層は槽の下方に形成されるので、有機物を含む液体は槽の下部から供給することが好ましい。嫌気性微生物群が収容された嫌気槽（層）１３に有機物廃水を供給すると、嫌気性菌（通性嫌気性菌・偏性嫌気性菌）が存在することによって、有機物（蛋白、脂質、糖質等）を低分子化（有機酸、単糖類等へ変化）させることができる。さらに偏性嫌気性菌の存在により反応が進み、一部はメタンまで分解される。嫌気性細菌としては、好塩性通性嫌気性細菌が好ましく、耐酸・耐アルカリ性の好塩性通性嫌気性細菌がより好ましい。

[0056] 有機物を含む廃液は無機凝集材の添加により、フロック形成をなし、その結果、一部は通常の好気性処理がなされるが大半が沈降する。これにより、上述した反応が生じることから、廃液を上部から供給することも可能である。

[0057] このような２段階の反応過程、即ち廃水中の有機物を低分子の有機酸等へ低分子化させる過程と、さらにメタン等まで分解する過程において、水素と電子が発生する。しかし、メタンまで発酵（分解）が進む場合、電子はこの反応に利用されてしまうため、メタン発酵の反応を抑制させることが好ましい。そしてこの反応は嫌気槽（層）１３側で起こるので、嫌気槽（層）１３側を負極とし、好気槽（層）１４を正極とする。この際に使用する電極としては、PtやCuなどの金属または金属化合物を担持させた多孔質カーボン、さらに好ましくはCNT修飾された多孔質カーボン等が好ましい。正極・負極の電極は同一であってもよく、異なってもよい。好ましくは負極側電極はCNTに修飾されたカーボン電極を用い、正極には金属触媒（Pt、Ni等）を担持させた多孔質カーボン等が好ましい。

[0058] 多孔質の電極を用いると、負極側電極の表面上に多くの微生物が付着する。付着した微生物群がネットワークを形成する事によって、微生物自身により合成されるシトクロームC物質が電子伝達物質（導電性ナノワイヤー）として働き、電子を負極に渡すと考えられる。一方、同時に発生するプロトンは、槽内を浮遊し、好気槽（層）１４に移動する。

[0059] このような働きにより、メディエーターと呼ばれる電子伝達物質を外部から添加する必要がなくなるのと同時に、微生物自身を介して電子が伝達されることから、廃水处理（水の浄化）を高度化（例えばメディエーターを除去するプロセスを伴うこと）できる。

[0060] さらに嫌気性菌により生産されるメタン、メルカプタン、硫化水素などは、貴金属元素（Pt、Rh、又はAu）や金属元素（Cu）を触媒として、分解されるため、臭気の発生が抑えられる。嫌気性菌中において硫黄化合物を栄養源とする菌が存在する場合、臭気の発生がより効果的に抑えられる。メタンは負極に担持されたPt等が触媒となり分解され、通常の燃料電池と同じ反応も示す。メタン以外の臭気物質である硫化水素などもCuが負極に担持されていることから反応し水素と電子を放出し前述と同様に電子は負極に受け渡される。この反応によりメルカプタン系臭気物質の減少（臭気抑制）と同時に高効率で電子を獲得することができる。さらに硫黄化合物を栄養源とする菌が存在する場合、臭気物質のもととなる硫黄化合物を取り込み分解する反応プロセスにて発生する電子もさらに利用できるため、より好ましい。

[0061] このような電極は、導電性が高いので、カーボンであることが望ましく、微生物が付着しやすいので多孔質であることが望ましい。電極の表面には、少なくとも、細孔直径が1 μm 以上の大きさの細孔が開いていることが望ましい。さらに望ましくは、内部まで全体に細孔が分布していることが望ましい。なぜならば、これらのカーボンに触媒として、上述した触媒の貴金属元素、金属元素を担持させるときに、剥れにくくなるからである。また、微生物が中に入り込みやすいので、細孔直径が5 μm 以下が望ましい。

[0062] 嫌気槽（層）13側と好気槽（層）14との分離は、先述したように、無機凝集剤によって行われる。

[0063] 嫌気槽（層）13側と好気槽（層）14との2部分に槽を分けたことにより、高濃度廃水を含む一般廃水・産業廃水を槽に流入させると、分離し、下部の嫌気槽（層）13側で有機物を低分子の有機酸等にまで分解後、嫌気槽

(層) 13側から好気槽(層) 14にプロトンや有機酸を含む液体が移動する。好気槽(層) 14では空気曝気などにより、溶存酸素濃度が高い状態(2~5 mg/L)にしていることによりプロトンが酸素還元され水になり、さらに有機酸も好気性菌により分解除去され廃水は浄化される。そして、処理された液体を該好気槽(層) から排出することが好ましい。このように、嫌気槽と好気槽との2部分に槽を分けたことにより、廃水の連続流入処理が可能となり、廃水が大量に供給された場合も、嫌気槽の液体と好気槽の液体とが分離している。

[0064] 好気槽(層) 14に流入した低分子に分解された有機酸等は、好気性菌に浄化され水と二酸化炭素まで分解される。もし、嫌気槽(層) 13のみである場合、嫌気性菌が有機物を分解する過程において、嫌気性菌自身が生成するアンモニア成分が高濃度に蓄積されることにより、生育抑制が生じる。その結果、嫌気処理(嫌気性菌が有機物を分解)自体を悪化させてしまう。

[0065] そこで、嫌気槽(層) 13を無機凝集剤で分離し、好気槽(層) 14を設けることによって、アンモニア成分や硫化物イオン等が嫌気槽(層) 13に蓄積せず、嫌気槽(層) 13から好気槽(層) 14に移動し、好気槽内で分解される。このように、嫌気槽(層) 13と好気槽(層) 14とを設けて、廃水が嫌気槽(層) 13で処理された後に、さらにアンモニア成分や硫化物イオン等が、好気槽(層) 14で処理されるシステムによって、嫌気処理における律速要因が解消される。さらに好気槽(層) 14側は正極側であることから、負極に渡された電子が、これらの電極間を電氣的に接続する外部回路を介して正極に電子が供給され、正極から好気槽(層) 14へ電子が放出される。放出された電子を好気性菌が得ることにより、好気性菌が有機酸を取り込みエネルギー転換する際に損失する電子を補う事により、好気性菌の活性が維持され廃水の処理効率が向上する。

[0066] 槽においては、溶存酸素濃度を高くするための曝気手段7がさらに設けられていることが好ましい。かかる曝気手段を設けることにより、溶存酸素濃度を好ましくは2~5 mg/L、より好ましくは、3~5 mg/Lとするこ

とで、有機物を分解除去する能力がさらに向上するという効果が発揮され、高効率で廃水の浄化を行うことができる。曝気手段の具体例としては特に制限されるものではなく、例えばエアレータ等の、廃水処理分野で公知の曝気手段が挙げられる。かかる曝気手段は槽の上部に設けてもよく、中央部に設けてもよく、下部に設けてもよい。

[0067] 嫌気槽（層）１３及び好気槽（層）１４の少なくとも一方に、図示しないが、攪拌手段を設けてもよい。かかる攪拌手段を設けることにより、発電効率や有機物の処理効率を向上させることができる。このような攪拌機としては、羽根を回転させるもの、エジェクターやインジェクターが好ましい例である。

[0068] 第２の本発明に用いられる、微生物燃料電池システムにおいては、嫌気槽の前段階、又は好気槽の後段階に、必要に応じて別の廃液処理手段を設けてもよい。

[0069] 第２の本発明の発電方法は、上述した微生物燃料電池システムを用いて、負電極５と正電極６との間を電氣的に接続する外部回路経由で電気を取り出すことができる。即ち、本発明の微生物燃料電池システムが微生物燃料電池として駆動する。

[0070] 第２の本発明の微生物燃料電池システムを用いて発電する場合、嫌気槽（層）１３に設けられた負電極５では、嫌気性微生物群により水素イオン及び電子が生成される。生成された水素イオンは槽内を浮遊し嫌気槽（層）１３側から好気槽（層）１４側へ移動し、電子は負電極５から外部回路４を介して正電極６に移動し、水素イオン及び電子は正電極６において酸素と結合して水となる。その際に、外部回路４に流れる電気を取り出すことでエネルギーを回収する。該好気槽においては、曝気手段がさらに設けられていることが好ましい。かかる曝気手段を設けることにより、溶存酸素濃度を高くすることができる。

[0071] 第２の本発明の有機物の処理方法は、嫌気性微生物群を含む液体を入れた槽内に正電極及び負電極と、前記電極間を電氣的に接続する外部回路とが設

けられてなる槽の槽内に、有機物を含む液体及び無機凝集剤を供給する供給工程、次いで、該槽内を嫌気層と好気層とに分離させる工程、を有する有機物の処理方法であって、負電極が該嫌気層に存在するように該槽内に設けられ、かつ正電極が該好気層に存在するように該槽内に設けられたものであることを特徴とする。上記有機物処理システムは、本発明の微生物燃料電池システムを利用することができる。

[0072] 槽に有機物を含む液体を供給する工程としては、タンクに入った有機物を含む液体をポンプ等により槽へ供給する工程等が挙げられる。

[0073] また、槽から処理された液体を排出する工程としては、該液体を好気槽からオーバーフローさせて排出する工程が挙げられる。該好気槽においては、曝気手段がさらに設けられていることが好ましい。かかる曝気手段を設けることにより、溶存酸素濃度を高くすることができる。

[0074] 有機酸等の分解は微生物の栄養物質の取り込みであるといえる。しかしエネルギーを取り込む作業であると同時にその反応を進める為にエネルギーも消費することとなる。その際に正極側から放出される電子がエネルギーとして補われる為、微生物は常時活性化された状態となり、微生物数が増加する。その結果、有機物の処理効率が向上することになる。従って、本発明の微生物燃料電池システムによれば、有機物の処理効率が向上することで、いまままで余剰汚泥となっていた未分解物質も分解され余剰汚泥の発生も軽減される。有機酸が取り込まれることによりメタン発酵まで反応が進まないことから、その過程で発生する硫化物イオンやアンモニアなどの発生が軽減される。

実施例

[0075] 次に、実施例を挙げて前記実施形態をさらに具体的に説明する。

[0076] 実施例 1

図 1 に示されるような、U 字形状の亚克力製の容器を用いて下記のような微生物燃料電池システムを作製した。嫌気槽 1 及び好気槽 2 は、直径が約 20 cm、容積が約 3 リットルの円柱状のチャンバーであり、互いの下部が

直径が約5 c mの孔径のアクリル製のパイプで接続されていた。該パイプのほぼ中央に、セパレータ3としてのP V D F（ポリフッ化ビニリデン）膜（東レ（株）製、商品名：M B R膜）を設けた。嫌気槽1及び好気槽2には、攪拌手段8と電極（多孔質カーボンにP tを担持させたもの、東レ（株）製、商品名：TGP-H-090）及び温度計を設置した。さらに好気槽2には、曝気手段としてのエアレータを設け、好気槽2の底部から空気を供給した。

[0077] 次いで、日本国岐阜県大垣市内の電子部品製造工場廃水処理場において、活性汚泥法を利用して一般の廃水処理を行っている曝気槽の底部より、嫌気汚泥を、上部より好気汚泥を入手した。嫌気槽1には入手した嫌気汚泥を、そして好気槽2には入手した好気汚泥をそれぞれ2リットル添加した。さらに、嫌気槽1には有機物を含む液体としての加水分解液を0.5リットル供給した。嫌気槽1の上部を酸素と接触しないようにパラフィンフィルムで覆った後、各電極と外部回路としての電気抵抗1Ω電流計とを接続し、エアレーションと攪拌を開始した。

[0078] 本微生物燃料電池システムの稼動を2日間行った。その結果を表1に示す。

[0079] [表1]

表 1

	システム稼動0日目	システム稼動2日目
嫌気槽のBOD	10000	1400
好気槽のBOD	700	45
実施例1における電圧	0.8V	0.8V
実施例2における電圧	0.5V	0.5V

[0080] 表1に示すように、初期状態の電圧が0.8V、2日稼動後の電圧が0.8Vであった。このことから、電子伝達物質と呼ばれるメディーターを添加せずとも、稼動期間を通して発電できることが分かる。しかも、プロトン透過膜やイオン交換膜等と比べて安価な膜（P V D F膜）をセパレータとして使用できることも分かる。

[0081] 各槽内の液体のB O Dの測定結果としては、初期状態のB O Dが嫌気層で1

0000ppm、好気層で700ppmであったものが、2日稼動後のBODは、嫌気層で1400ppm、好気層で45ppmであった。このように、BOD値が高い液体であっても、最初に嫌気槽で有機物を処理する本発明の有機物の処理方法により、効果的に有機物の分解を行えたことが分かる。しかも、2槽化することにより、バッチ式だけではなく連続的に、有機物を含有する液体を供給し処理することができることが示された。

[0082] 稼動2日後の嫌気槽1の活性汚泥を調べたところ、独立栄養細菌であるロドバクターや鉄還元細菌のシュワネラなどが検出されたことから、システムの稼動により嫌気槽1内に嫌気性微生物群が存在することが示された。一方、同様に好気槽2の活性汚泥を調べたところ、好気性微生物であるバチルス属細菌やパラコッカス属細菌やタウエラ属細菌など多数の菌群が検出されたことから、本発明の微生物燃料電池システムの稼動により好気槽2内に好気性微生物群が存在することが示された。さらに、稼動2日後の好気槽と嫌気槽の溶存酸素濃度を測定したところ、それぞれ好気槽は3mg/L、嫌気槽は略0mg/Lであり、好気槽の方が嫌気槽よりも溶存酸素濃度が高い状態で維持されていた。

[0083] 実施例2

両方の槽内の電極を緻密体のカーボン（緻密体カーボンにCuを担持させたもの）に変更した以外は実施例1と同様の微生物燃料電池システム及び条件にて、微生物燃料電池システムの稼動を2日間行った。その結果、初期状態の電圧が0.5V、2日稼動後の電圧が0.5Vであった。表1に示されるように、多孔質カーボン製の電極を用いた実施例1は、初期状態の電圧が0.8V、2日稼動後の電圧が0.8Vであるので、緻密質カーボンの実施例2よりも高出力の電力を得ることができる。

[0084] この結果から、電極が多孔質で、比表面積が大きい方が微生物が付着しやすいこと、即ち微生物が密集する事によるネットワーク形成がなされたことにより高出力の電力となったのだと考えられる。このことは、図2及び図3の電子顕微鏡写真からもわかる。即ち、図2はシステム稼動前の実施例1で

用いた負電極の表面構造の電子顕微鏡写真であり、図3は2日間のシステム稼働後の実施例1の負電極の表面構造の電子顕微鏡写真である。このように、カーボン上に微生物が付着することで、効率的に有機物の分解が行われ、負電極に電子が渡されると推定される。

[0085] 実施例3

図4に示されるような容器を用いて下記のような微生物燃料電池システムを作製した。槽9は、セパレータがないが、嫌気層13及び好気層14に分けられている。

[0086] 槽9の下部の嫌気層13と、槽9の上部の好気層14には、電極5及び電極6（多孔質カーボンにPtを担持させたもの、東レ（株）製、商品名：TGP-H-090）及び温度計を設置した。さらに嫌気層13には、曝気手段としてのエアレータ7を設け、嫌気層13の底部から空気12を供給した。各電極と外部回路4としての電気抵抗1Ω電流計とを接続した。

[0087] 日本国岐阜県大垣市内の電子部品製造工場廃水处理場において、活性汚泥法を利用して一般の廃水处理を行っている曝気槽の上部より好気汚泥（MLSSとして3000～7000mg/L）を入手した。そして、槽9内に汚泥を投入した。

[0088] 次いで、Mgやシリカを含む、珪藻土(2.5g/m³)や黒曜石(19g/m³)の粉末を無機凝集剤として槽9内に添加し、さらにpH調整において石灰スラリーなどCaを含む薬液(300g/L)を添加することにより活性汚泥を凝集させ、槽9の下方に沈降させた。

[0089] 本実施例3の微生物燃料電池システムで、水量300L／日の廃水（BOD2000ppm～3500ppm、COD2000ppm～3500ppm）の稼働を7日間行った。その結果、初期状態の電圧が0.8V、7日稼働後の電圧が0.8Vの電圧を示し、最終的には、BOD、CODが共に20ppmにまで下がり、廃水が浄化された。

[0090] 以上のことから、実施例3の微生物燃料電池システムは、高出力の電力を得られると同時に大量の廃水も浄化できることがわかる。

[0091] 比較例1

図4に示されるような容器を用いて下記のような微生物燃料電池システム

11を作製した。槽9は、セパレータがないが、嫌気層13及び好気層14に分けられている。

[0092] 嫌気層13と、好気層14には、実施例3と同様に電極5及び電極6（多孔質カーボンにPtを担持させたもの、東レ（株）製、商品名：TGP-H-090）及び温度計を設置した。さらに嫌気層13には、曝気手段としてのエアレータ7を設け、嫌気層13の底部から空気12を供給した。各電極と外部回路4としての電気抵抗1Ω電流計とを接続した。

[0093] 次に、日本国岐阜県大垣市内の電子部品製造工場廃水処理場において、活性汚泥法を利用して一般の廃水処理を行っている曝気槽の上部より好気汚泥（MLSSとして3000～7000mg/L）を入手した。

[0094] そして、実施例3と異なり、比較例では、珪藻土や黒曜石の粉末及び、石灰スラリーの薬液を添加しなかったため、比較例では、活性汚泥が凝集しなかった。

[0095] 本微生物燃料電池システムに、水量300L／日の廃水（BOD2000ppm～3500ppm、COD2000ppm～3500ppm）の稼動を7日間行った。その結果、電圧は0Vで変化がなく、BODもCODも2000ppm～3500ppmで浄化されなかった。

[0096] 以上のことから、比較例の微生物燃料電池システムでは、連続的な発電と有機物の処理を行うことができなかった。

産業上の利用可能性

[0097] 本発明によれば、発電と同時に有機物を含有する廃水を浄化することができる微生物燃料電池システムを提供することができる。

符号の説明

[0098] 1 嫌気槽
2 好気槽
3 セパレータ
4 外部回路
5 負電極
6 正電極

- 7 曝気手段
- 8 攪拌手段
- 9 槽
- 1 1 微生物燃料電池システム
- 1 2 空気（気泡）
- 1 3 嫌気層
- 1 4 好気層

請求の範囲

- [請求項1] 嫌気性微生物群が収容され、かつ電極が設けられてなる嫌気槽、好気性微生物群が収容され、かつ電極が設けられてなる好気槽、該嫌気槽と該好気槽とを分離するセパレータ、並びに前記電極間を電氣的に接続する外部回路から構成され、
- 該嫌気槽に設けられた電極を負電極とし、該好気槽に設けられた電極を正電極とする、微生物燃料電池システム。
- [請求項2] 該嫌気槽に有機物を含む液体が供給され、該好気槽から処理された液体が排出される、請求項1に記載の微生物燃料電池システム。
- [請求項3] 前記好気槽は、前記嫌気槽よりも溶存酸素濃度が高いことを特徴とする請求項1又は2に記載の微生物燃料電池システム。
- [請求項4] 高い溶存酸素濃度を好気槽内で実現するための曝気手段が該好気槽にさらに設けられてなる、請求項1～3のいずれか1項に記載の微生物燃料電池システム。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載の微生物燃料電池システムを用いて、前記外部回路を経由して電氣を取り出す発電方法。
- [請求項6] 嫌気性微生物群が収容され、かつ負電極が設けられてなる嫌気槽、好気性微生物群が収容され、かつ正電極が設けられてなる好気槽、該嫌気槽と該好気槽とを分離するセパレータ、並びに負電極と正電極との間を電氣的に接続する外部回路から構成され、
- 該嫌気槽に有機物を含む液体を供給する工程、及び
- 該好気槽から処理された液体を排出する工程を有する、有機物の処理方法。
- [請求項7] 嫌気性微生物群を含む液体を入れた槽内に、有機物を含む液体及び無機凝集剤を供給して、該槽内を嫌気層と好気層とに分離させ、該嫌気層に存在するように該槽内に設けられた負電極と、該好気層に存在するように該槽内に設けられた正電極とを電氣的に接続する外部回路経由で電氣を取り出す発電方法。

- [請求項8] 前記槽内で曝気手段により曝気することを特徴とする請求項7に記載の発電方法。
- [請求項9] 嫌気性微生物群を含む液体を入れた槽内に正電極及び負電極と、前記電極間を電氣的に接続する外部回路とが設けられてなる槽の槽内に、有機物を含む液体及び無機凝集剤を供給する供給工程、
次いで、該槽内を嫌気層と好気層とに分離させる工程、を有する有機物の処理方法であって、負電極が該嫌気層に存在するように該槽内に設けられ、かつ正電極が該好気層に存在するように該槽内に設けられたものである、有機物の処理方法。
- [請求項10] 前記槽内で該曝気手段により曝気することを特徴とする請求項9に記載の有機物の処理方法。

[図1]

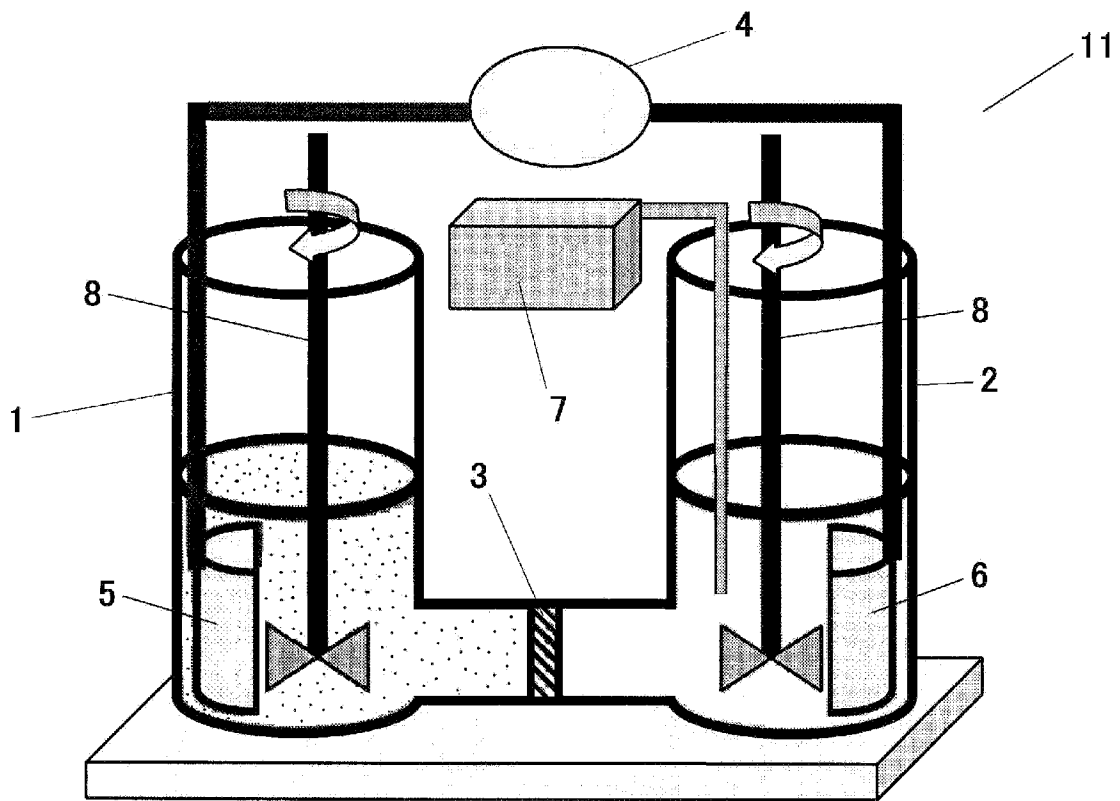


図 1

[図2]

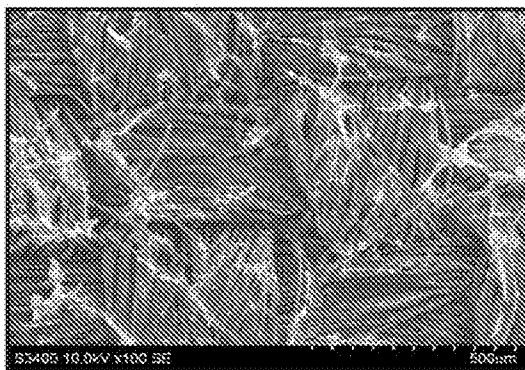


図2

[図3]

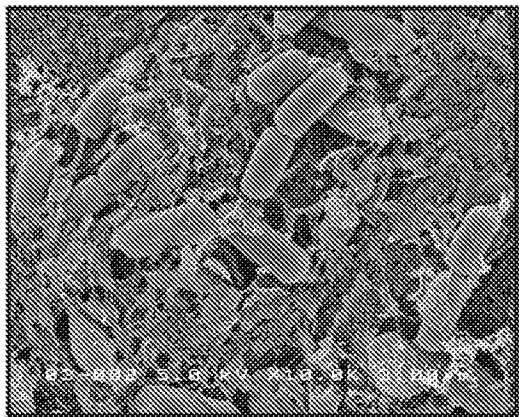


図3

[図4]

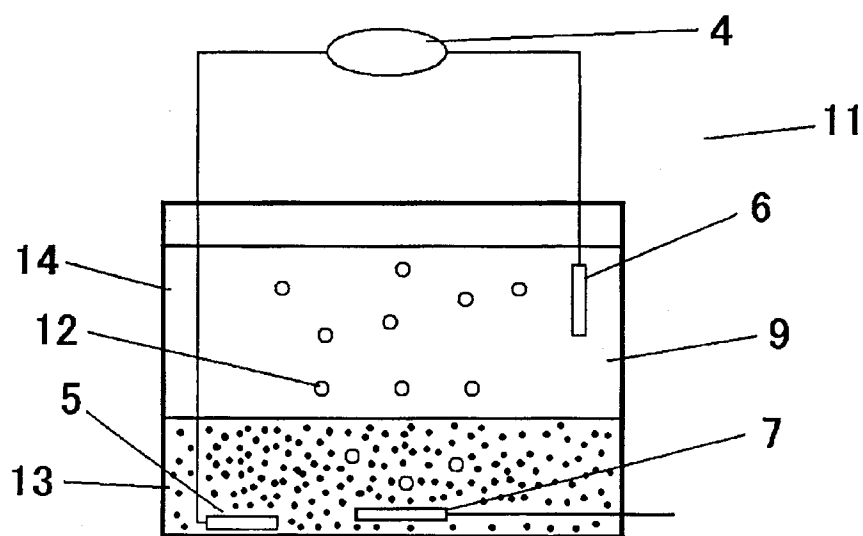


図 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/071660

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/16(2006.01)i, C02F1/48(2006.01)i, C02F3/28(2006.01)i, C02F3/30(2006.01)i, H01M4/90(2006.01)i, H01M8/06(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)

H01M8/16, C02F1/48, C02F3/28, C02F3/30, H01M4/90, H01M8/06

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-133327 A (Canon Inc.), 12 May 2000 (12.05.2000), claims 1 to 6; paragraphs [0011], [0019] to [0024], [0034] to [0035], [0039] to [0040]; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 2006-114375 A (Mie TLO Co., Ltd.), 27 April 2006 (27.04.2006), claims 1 to 8; paragraphs [0010], [0014] to [0019]; fig. 1 to 3 (Family: none)	7-10

☒ 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
30 November, 2011 (30.11.11)

Date of mailing of the international search report
13 December, 2011 (13.12.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/071660

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 63-221897 A (Yasuyoshi HASHIMOTO), 14 September 1988 (14.09.1988), page 1, lower right column, line 20 to page 3, upper right column, line 3; fig. 1 to 2 (Family: none)	7-10
Y	JP 8-033899 A (Shimizu Corp.), 06 February 1996 (06.02.1996), paragraph [0002] (Family: none)	7-10
Y	JP 2009-224090 A (Kajima Corp.), 01 October 2009 (01.10.2009), paragraph [0036]; fig. 2 & US 2011/0020671 A1 & WO 2009/113203 A1	8, 10
A	JP 2006-159112 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 22 June 2006 (22.06.2006), entire text (Family: none)	1-10
A	JP 2007-117996 A (Ebara Corp.), 17 May 2007 (17.05.2007), entire text & US 2009/0142627 A1 & EP 1939968 A1 & WO 2007/037261 A1	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/071660

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: JP 2000-133327 A (Canon Inc.) 12 May 2000 (12.05.2000) discloses "a microbial fuel cell system comprising a negative electrode vessel in which an anaerobic microorganism such as a facultative anaerobic bacterium is contained, a positive electrode vessel in which an aerobic microorganism such as a strictly aerobic bacterium is contained in a positive electrode, and a separator which partitions between the negative electrode vessel and the positive electrode vessel". The invention described in claim 1 is not novel over the invention disclosed in document 1, and has no special technical feature.

Consequently, a group of inventions described in claims 1-10 obviously do not comply with the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/16(2006.01)i, C02F1/48(2006.01)i, C02F3/28(2006.01)i, C02F3/30(2006.01)i, H01M4/90(2006.01)i, H01M8/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/16, C02F1/48, C02F3/28, C02F3/30, H01M4/90, H01M8/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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	JP 2000-133327 A（キヤノン株式会社）2000.05.12, 請求項 1-6, 【0011】, 【0019】 - 【0024】, 【0034】 - 【0035】, 【0039】 - 【0040】, 図 1（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2006-114375 A（株式会社三重ディーエルオー）2006.04.27, 請求項 1-8, 【0010】, 【0014】 - 【0019】, 図 1-3（ファミリーなし）	7-10
Y	JP 63-221897 A（橋本 恭芳）1988.09.14, 第 1 頁右下欄第 20 行目 - 第 3 頁右上欄第 3 行目, 第 1-2 図（ファミリーなし）	7-10

☒ 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

3 0 . 1 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 3 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

長谷川 真一

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7

4 X

4 0 3 8

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 8-033899 A (清水建設株式会社) 1996. 02. 06, 【0002】 (ファミリーなし)	7-10
Y	JP 2009-224090 A (鹿島建設株式会社) 2009. 10. 01, 【0036】, 図 2 & US 2011/0020671 A1 & WO 2009/113203 A1	8, 10
A	JP 2006-159112 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2006. 06. 22, 全文 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2007-117996 A (株式会社荏原製作所) 2007. 05. 17, 全文 & US 2009/0142627 A1 & EP 1939968 A1 & WO 2007/037261 A1	1-10

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1：JP 2000-133327 A (キヤノン株式会社) 2000.05.12 には「通性嫌気性細菌等の嫌気性微生物が収容された負極槽と、偏性好気性細菌等の好気性微生物が正極に収容された正極槽と、負極槽と正極槽とを仕切るセパレータを備えた微生物燃料電池システム」が記載されており、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

そのため、請求項1－10に記載されている一群の発明が、発明の単一性の要件を満たしていないことは明らかである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。