

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-161813

(P2014-161813A)

(43) 公開日 平成26年9月8日(2014.9.8)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
CO2F	11/04 (2006.01)	CO2F 11/04	ZABZ 4D059
BO1F	7/22 (2006.01)	BO1F 7/22	4G035
BO1F	7/24 (2006.01)	BO1F 7/24	4G078
BO1F	3/12 (2006.01)	BO1F 3/12	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-36201 (P2013-36201)  
 (22) 出願日 平成25年2月26日 (2013. 2. 26)  
 (11) 特許番号 特許第5351346号 (P5351346)  
 (45) 特許公報発行日 平成25年11月27日 (2013. 11. 27)

(71) 出願人 000192590  
 株式会社神鋼環境ソリューション  
 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号  
 (71) 出願人 593153532  
 公益財団法人日本下水道新技術機構  
 東京都新宿区水道町3番1号 水道町ビル7階  
 (74) 代理人 110000556  
 特許業務法人 有古特許事務所  
 (72) 発明者 小山 忠志  
 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号 株式会社神鋼環境ソリューション本社内

最終頁に続く

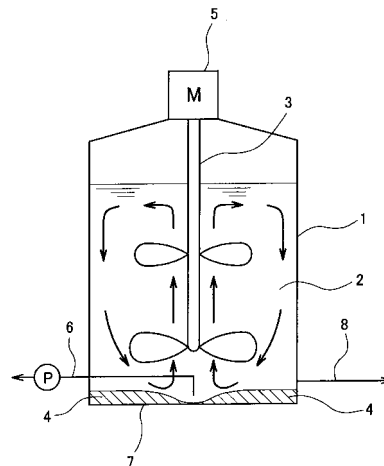
(54) 【発明の名称】 メタン発酵槽の運転方法

(57) 【要約】

【課題】メタン発酵槽の底面に堆積する堆積物を、連続運転しながら効率よくメタン発酵槽外へと除去し得るメタン発酵槽の運転方法を提供すること。

【解決手段】スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を備えるメタン発酵槽において、メタン発酵槽を通常に運転し、底面の端部付近に堆積物が堆積すると、堆積物引き抜き運転を行う。スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を逆回転させることにより、底面の端部付近に堆積した堆積物が底面中央部に集めることができる。集められた堆積物を、底面中央部に配置された堆積物引き抜き管によって除去する。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

メタン発酵槽の運転方法であって、  
前記メタン発酵槽は、  
略水平な底面を有する円筒形であって、  
中心部には被処理液を攪拌するスクリー式又はインペラ式の攪拌装置が設けられており、

底面中央部には堆積物引き抜き管が配置されており、  
前記運転方法は、通常運転と堆積物引き抜き運転を交互に行い、  
通常運転時には、前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を回転させることによって、メタン発酵槽中央には底面に向かって下降流が発生し、メタン発酵槽側面には水面に向かって上昇流が発生しており、

堆積物引き抜き運転時には、前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を通常運転時と逆回転させることによって、メタン発酵槽中央には水面に向かって上昇流が発生し、側面には底面に向かって下向流が発生しており、前記堆積物引き抜き管から底面中央部に集めた堆積物をメタン発酵槽外へと排出することを特徴とする、運転方法。

**【請求項 2】**

堆積物引き抜き運転時における被処理液の流速が10cm/秒以上50cm/秒以下である、請求項 1 に記載のメタン発酵槽の運転方法。

**【請求項 3】**

前記メタン発酵槽の側面下方に消化液移送管が接続されている、請求項 1 又は 2 に記載のメタン発酵槽の運転方法。

**【請求項 4】**

前記メタン発酵槽及び前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置は、前記メタン発酵槽底面の直径をTとした場合に、

前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置の攪拌翼の翼径Dが $0.2 \sim 0.3T$ であり、

前記メタン発酵槽の缶体高さが $0.8 \sim 1.2T$ であり、

前記メタン発酵槽内の被処理液の深さが $0.8 \sim 1.0T$ であり、

前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置の攪拌翼の上端部が被処理液の液面から $0.5D$ 以上浸漬している、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のメタン発酵槽の運転方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、略水平な底面を有し、槽中心部にスクリー式又はインペラ式の攪拌装置が設けられているメタン発酵槽の運転方法であって、底面に堆積する堆積物の除去が可能な運転方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

下水汚泥のような有機物を含有する廃水の処理方法には、汚泥の安定化及びメタンガスの回収を目的として、嫌気性消化法が一般的に用いられる。嫌気性消化法としては、有機物を含有する廃水をメタン発酵槽（消化槽）に投入し、嫌気性下でメタン菌により発酵処理することで、有機物をメタンガスに転換するメタン発酵法が汎用される。投入原料の性状及び運転条件によって、様々な処理方法及びメタン発酵槽が提案されている。

**【0003】**

嫌気性下でメタン菌により有機物が嫌氣的に生分解されると、バイオガスと水とに分解される。このような嫌気性消化法は、廃水に含有されている有機物を大幅に減少することができると共に、副産物として生成するメタンガス（バイオガス）をエネルギーとして回収できる利点がある。

**【0004】**

廃水中には難分解性で比重の高い固形物又は発酵不適物（砂、毛髪、ビニール片等）も

10

20

30

40

50

存在することから、メタン発酵槽内にこれらが徐々に堆積する。そのため、定期的にメタン発酵槽底面に堆積した堆積物を除去する必要がある。特許文献1は、メタン菌を主体とする嫌気性微生物を担持させた床を有する第1発酵槽と第2発酵槽を直列に配置してメタン発酵槽とし、この第1発酵槽に有機性廃棄物を粉碎したスラリーを投入し、第1発酵槽の床を通過させてメタン発酵させた後の液状の処理液を第2発酵槽に送り、該処理液を第2発酵槽で再度メタン発酵させて、バイオガス等の資源を回収すると共に、発酵廃液を消化液として取出すメタン発酵処理方法において、前記第1発酵槽にガス攪拌装置を設けて、前記スラリーの投入時から所定時間経過するまでの間、前記ガス攪拌装置の出力を停止するか、又は出力を弱めて、該スラリー中の発酵不適物を沈降させて分離した後、前記ガス攪拌装置の出力を高めて、前記スラリーを攪拌しながら発酵させることを特徴とするメタン発酵処理方法を開示している。

10

## 【0005】

特許文献1に開示されているメタン発酵処理方法は、第1発酵槽において、処理液中に含まれている発酵処理が可能な成分と発酵不適物とを、沈降速度の差を利用することで効果的に分離できるため、発酵不適物の処理が容易となり、配管中にこれらが堆積して閉塞するといった事態を防止でき、メタン発酵処理を長期間安定して実施し得るとされている。また、第2発酵槽では、固形物が少なく、発酵不適物の極めて少ない液状の処理液が送られてくるので、第2発酵槽では高速処理が可能となる。そのため、全体として高速高容積負荷のメタン発酵処理を行い得るとされている。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開2006-255545号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

底面に堆積した堆積物の排出を可能にするため、特許文献1に示されるように、メタン発酵槽の底面は下方に凸な形状とし、最も低い位置に堆積物を抜き出すために配管を配置することが一般的である。また、一般的に下水汚泥の消化処理のために下水処理場に設けられるメタン発酵槽はコンクリート製で卵形又は亀甲形の形状となっており、この場合もメタン発酵槽の底面は下方に凸となっている。これは被処理液を攪拌するためにスクリー式又はインペラ式の攪拌装置がメタン発酵槽に設けられる場合が多いが、卵形の場合も、メタン発酵槽の底面が下方に凸となっている方が、デッドスペースが無く、被処理液の攪拌効率が高く好ましいとされている。スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を回転させた場合、被処理液の流れは、図5(a)に示される向きとなる。

30

## 【0008】

嫌気性消化処理は、例えば、低温発酵においては温度20 付近で滞留時間30~60日、中温発酵においては温度37 付近で滞留時間20~30日で運転され、高温発酵においては温度55 付近で滞留時間7~20日程度で運転される。このため、このようなメタン発酵槽においては、図5(b)に示されるように、メタン発酵槽下部の凸部に堆積物14が溜まる。そこで当該凸部に堆積物引き抜き管16を設置することで、ある程度堆積物14を引き抜くことは可能である。しかし、図6に示されるように、堆積物引き抜き管16周辺の堆積物14は除去できるが、それ以外の堆積物14は引き抜くことが困難である。その結果、メタン発酵槽11下部の堆積物14量が徐々に増加し、メタン発酵槽11内にデッドスペースが増加するという問題がある。

40

## 【0009】

一方で、近年、コンクリート製のメタン発酵槽の代替として、より容易に設置できる鋼板製のメタン発酵槽の要望が増加している。しかし、鋼板製のメタン発酵槽においては、施工の容易さから底面の形状を下方に向かって凸状とせず、略平面状と形成することが望まれている。このようなメタン発酵槽において、図1(a)に示されるようにメタン発酵

50

槽 1 を連続運転すると、図 1 (b) に示されるように、堆積物 4 がメタン発酵槽 1 の側面下部を中心に堆積されることが判明した。この場合、堆積物引き抜き管 6 をメタン発酵槽の底面 7 中央に設置し、ポンプ P によって堆積物 4 を引き抜こうとしても、引き抜き管 6 周辺の堆積物のみが引き抜かれるだけであるため、堆積物を効率よく引く抜くことができない。

【 0 0 1 0 】

また、メタン発酵槽 1 の側面下部には消化液移送管 8 も設けられているが、消化液移送管 8 から堆積物 4 をポンプによって引き抜こうとしても、消化液移送管 8 の周辺の堆積物 4 のみが引き抜かれるだけであり、堆積物 4 を効率良く引き抜くことはできない。

【 0 0 1 1 】

被処理液の供給を止め、メタン発酵槽 1 内の被処理液 2 をすべて排出すれば、メタン発酵槽 1 内を洗浄することにより、堆積物 4 を堆積物引き抜き管 6 から排出することは可能である。しかし、メタン発酵槽 1 の規模が大きいと、被処理液 2 の排出及びメタン発酵槽 1 内の洗浄に時間がかかり、長期間、運転を停止しなければならない。また、規模が大きいメタン発酵槽においては、予備のメタン発酵槽を設けることができず、微生物により発酵処理の起ち上げにも時間を要する。このため、メタン発酵槽 1 内の被処理液 2 を排出するような洗浄方法は、現実的ではない。

【 0 0 1 2 】

そこで本発明は、メタン発酵槽の底面に堆積する堆積物を、連続運転しながら効率よくメタン発酵槽外へと除去し得るメタン発酵槽の運転方法の提供を目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

本発明者等は、鋭意検討した結果、スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を備えるメタン発酵槽においては、攪拌装置を逆回転させることにより、底面の端部付近に堆積した堆積物を、底面中央部に移動させ得ることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【 0 0 1 4 】

具体的に、本発明は、  
メタン発酵槽の運転方法であって、  
前記メタン発酵槽は、  
略水平な底面を有する円筒形であって、  
中心部には被処理液を攪拌するスクリー式又はインペラ式の攪拌装置が設けられており、  
底面中央部には堆積物引き抜き管が配置されており、  
前記運転方法は、通常運転と堆積物引き抜き運転を交互に行い、  
通常運転時には、前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を回転させることによって、メタン発酵槽中央には底面に向かって下降流が発生し、メタン発酵槽側面には水面に向かって上昇流が発生しており、  
堆積物引き抜き運転時には、前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を通常運転時と逆回転させることによって、メタン発酵槽中央には水面に向かって上昇流が発生し、側面には底面に向かって下向流が発生しており、前記堆積物引き抜き管から底面中央部に集めた堆積物をメタン発酵槽外へと排出することを特徴とする運転方法に関する。

【 0 0 1 5 】

本願明細書において、「略水平」には、底面が水平（水平な平面）である場合はもちろん、底面が端部（円周部）に比べて中心部が若干高くなっている場合（底面が上向きに凸状となっている場合）及び若干低くなっている場合（底面が下向きに凸状となっている場合）も含まれる。端部（円周部）に比べて中心部が高く又は低くなっている場合、端部と中心部とを結ぶ直線が水平線となす角度は、0.3度以上1度以下に調整されることが好ましく、0.5度以上1度以下に調整されることがより好ましい。

【 0 0 1 6 】

堆積物引き抜き運転時における被処理液の流速は、10cm/秒以上50cm/秒以下であること

10

20

30

40

50

が好ましい。

【0017】

前記メタン発酵槽の側面下方に消化液引き抜き管が接続されていることが好ましい。

【0018】

前記メタン発酵槽及び前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置は、前記メタン発酵槽底面の直径を $T$ とした場合に、

前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置の攪拌翼の翼径 $D$ が $0.2 \sim 0.3T$ であり、

前記メタン発酵槽の缶体高さが $0.8 \sim 1.2T$ であり、

前記メタン発酵槽内の被処理液の深さが $0.8 \sim 1.0T$ であり、

前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置の攪拌翼の上端部が被処理液の液面から $0.5D$ 以上浸漬していることが好ましい。 10

【発明の効果】

【0019】

本発明のメタン発酵槽の運転方法によれば、メタン発酵槽を連続して運転しながら、堆積物を効率よく除去することが可能である。また、新たな機器等を追加することなく攪拌装置の回転のみで被処理液の流れを変えることができ、堆積物を効率よく除去できるため、運転コストの低減が図れる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明におけるメタン発酵槽内の被処理液の攪拌を説明する概念図であり、(a)は通常運転中の被処理液の流れを示し、(b)はメタン発酵槽内で堆積物の堆積する位置を示す。 20

【図2】図1(b)に示される状態から堆積物引き抜き管から堆積物を排出する場合における堆積物の堆積状態を示す。

【図3】本発明におけるメタン発酵槽内の被処理液の攪拌を説明する概念図であり、攪拌装置の逆回転時の被処理液の流れを示す。

【図4】メタン発酵槽内の堆積物の状態を説明する概念図であり、(a)は攪拌装置の逆回転後の堆積物の堆積状態を示し、(b)は堆積物引き抜き管から堆積物を引き抜いた状態を示す。

【図5】従来型のメタン発酵槽における被処理液の攪拌を説明する概念図であり、(a)は通常運転中の被処理液の流れを示し、(b)はメタン発酵槽内で堆積物の堆積する位置を示す。 30

【図6】図5(b)に示される状態から堆積物引き抜き管から堆積物を排出する場合における堆積物の堆積状態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の実施の形態について、適宜図面を参照しながら説明する。本発明は、以下の記載に限定されない。

【0022】

図1は、本発明におけるメタン発酵槽1内の被処理液2の攪拌を説明する概念図である。本発明で使用されるメタン発酵槽1は、円筒形又は水平方向の断面が八角形以上の多角形となる柱状体であり、下水処理場で発生する余剰汚泥を消化処理して消化ガスを取り出すように構成されている。このようなメタン発酵槽の缶体高さは、10m以上30m以下で、直径（水平方向の断面が多角形の場合は、内接円の直径は10m以上30m以下である。メタン発酵槽1内の被処理液2は、図示されていない熱交換器のような加温装置により、例えば、中温発酵に適した $37 \sim 40$  に保たれている。 40

【0023】

本発明を適用するメタン発酵槽1の容量は特に限定されないが、 $750 \sim 6000\text{m}^3$ であることが好ましい。メタン発酵槽1槽の容量が大きく、底面7の面積も広い場合、攪拌装置3の逆回転によって堆積物を底面の中心付近に集めるために多大なエネルギーが必要となる 50

。

## 【0024】

図2は通常運転中の被処理液2の流れを示す。メタン発酵槽1は、底面7が水平な平面であり、中央部に攪拌装置3としてモータ5に接続された2段のインペラ翼が設けられている。2段のインペラ翼の替わりに、攪拌装置3としてスクリー翼を設けてもよく、インペラ翼を1段又は3段以上の多段としてもよい。

## 【0025】

なお、本発明においては、インペラ式攪拌装置として、プロペラ型、パドル型、フラットパドル型、タービン型又はコーン型の攪拌装置を使用し得る。また、本発明においては、スクリー式攪拌装置として、リボン型又はスクリー型の攪拌装置を使用し得る。

10

## 【0026】

鋼板製メタン発酵槽は、コンクリート製の土台上に設置されることが一般的であるが、土台とメタン発酵槽との間に雨水等が溜まらないように、メタン発酵槽の底面は、水平とするか、上向きに凸状となるように傾斜をつけることが好ましい。

## 【0027】

攪拌装置3は、通常、連続して運転されており、通常運転及び逆回転運転がタイマー等によって、連続して定期的に行われる。具体的には、逆回転運転は、1日1回～4回程度の頻度で行われ、投入される汚泥量によって運転時間が調節される。攪拌翼の翼径をD、メタン発酵槽底面の直径をTとすると、メタン発酵槽1と攪拌翼の大きさの比率は、 $D = 0.2T$ 以上 $0.3T$ 以下とすることが好ましい。

20

## 【0028】

攪拌翼の設置場所は、攪拌翼の上端部が液面から $0.5D$ 以上浸漬させることが好ましい。多段の攪拌翼を利用する場合、最下段翼がメタン発酵槽1の底面7から $0.75D \sim 1.5D$ 以上離して設置することが好ましい。

## 【0029】

攪拌装置3としてスクリー翼を設ける場合、最上段翼がメタン発酵槽1内の液面から50cm以上200cm以下となるように調整するのが好ましい。また、スクリー翼を設ける場合、通常はドラフトチューブを設置するため、ドラフトチューブの最下部がメタン発酵槽1の底面7から2m以上15m以下となるように調整することが好ましい。

## 【0030】

被処理液2の具体例は、下水処理場で発生する汚泥又は食品廃棄物、畜産由来の糞尿等のバイオマスを含む液であるが、有機物を含有し、メタン菌の発育に悪影響を与える物質を含有していない限り、被処理液2としてメタン発酵槽1へと供給してよい。なお、メタン発酵槽に供給される上記汚泥や食品廃棄物は、事前に固形分濃度2～10%に調整されることが好ましい。

30

## 【0031】

図1(a)に示される被処理液2の流れる方向は、図5(a)と同じであり、メタン発酵槽1中央には、攪拌装置3(インペラ翼)に沿って底面7に向かう下降流が発生している。この下降流は、底面7に当たって側面方向に向きを変え、さらに側面に当たって水面に向かう上昇流が発生している。そして、攪拌装置3によって再び下降流となる。一方で、発生したバイオガスは、メタン発酵槽上部に設けられるガス取り出し口から、外部に設置されるガスホルダー(図示せず)へと取り出される。

40

## 【0032】

通常運転を継続すると、メタン発酵槽1内の被処理液2に含有されている土壌、砂若しくは金属片のような難分解性の固形物、又は髪の毛又はプラスチック片のような発酵不適物塊が徐々に堆積する。図1(a)に示されるような形状のメタン発酵槽1の場合、堆積物4は、図1(b)に示されるように、底面7に側面に近い程高く、中央に近づくほど低く堆積する。この場合、メタン発酵槽1の側面下方に設けられている消化液移送管8によっては、堆積物4を効率よく除去することができない。すなわち、消化液移送管8から被処理液2(被消化液)を引き抜くと、消化液移送管8周辺の堆積物4は、消化液移送管8を通

50

じて除去されるが、その他大部分の堆積物 4 は除去されずに、そのままメタン発酵槽 1 の底面 7 に堆積した状態である。

【0033】

そこで、メタン発酵槽 1 の底面 7 に配置されている堆積物引き抜き管 6 を開き、堆積物 4 を排出することも考えられるが、この場合、図 2 に示されるように、堆積物引き抜き管 6 周辺の堆積物 4 しか除去されない。一方で、堆積物引き抜き管 6 を多数（例えば 10 本程度）設けることも考えられるが、引き抜き効率が低く、現実的ではない。また、堆積物 4 を除去するために、被処理液 2 をすべて排水してメタン発酵槽 1 内を空にし、底面 7 を洗浄することも考えられるが、こちらの手法も、立ち上がりの時間及び運転停止日数を考慮すると現実的ではない。

10

【0034】

しかし、本発明では、通常運転を一定期間継続し、底面 7 の端部付近に堆積物 4 が堆積した場合、モータ 5 の回転方向を反転させ、攪拌装置 3 を通常運転時とは逆回転させる堆積物引き抜き工程を行う。このとき、被処理液 2 の流れる方向は、図 3 に示されるような向きとなる。このとき、底面 7 付近では、中心部へ向けた流れが発生するため、端部の堆積物 4 に水平流が加わり、堆積物 4 は、図 4 (a) に示されるように、堆積物引き抜き管 6 が設置されている中央へと移動される。

【0035】

図 4 (a) に示される状態で、堆積物引き抜き管 6 に設けられているポンプ P を運転することにより、中央へと集められた堆積物を、効率よく堆積物引き抜き管 6 から引き抜くことが可能となる。

20

【0036】

モータ 5 は、図示しない制御装置によって回転速度及び回転方向が制御されている。攪拌装置 3 の回転速度は、正回転の場合は 10 ~ 20 r/min で、逆回転の場合は正回転の 40 ~ 100 % の回転速度で運転する。

【0037】

攪拌装置 3 を逆回転させる時間は、堆積物 4 量に比例させてもよく、定期的に所定時間運転するようにしてもよい。通常は、1日のうち 1 ~ 4 程度、1回あたり 5分 ~ 30分程度逆回転させるが、堆積物 4 が多い場合には、逆回転運転の回数及び時間を増やしてもよい。

【0038】

攪拌装置 3 は、上記のように定期的に逆回転運転させる以外に、センサーによって堆積物の有無を検知し、堆積物が検知された場合に、逆回転運転を行うようにしてもよい。この場合、検知後に 1日数回の逆回転運転を行うようにしてもよいが、確実に堆積物を排出するために、センサー検知後、数日（例えば 2 ~ 4日）の間、1日 1 ~ 4 程度の逆回転運転を行ってもよい。

30

【0039】

堆積物の有無を検知する場合、温度センサー又は超音波センサー等を利用して堆積物の有無を直接測定してもよく、メタンを含むバイオガスの発生量を測定することによって、メタン発酵槽内の有効容積の減少を予測し、間接的に堆積物の有無を測定してもよい。

【0040】

センサーを利用して堆積物の有無を感知して堆積物除去工程を実施する場合には、その具体的な判断基準としては、例えば、缶高さに対して 3 ~ 5 % となる高さまで堆積物が堆積したと判断される場合、又は消化槽の容積に対して堆積物体積が 3 ~ 5 % となる体積まで堆積物が堆積したと判断される場合である。

40

【0041】

被処理液 2 の流速が低すぎると堆積物 4 を移動させることができず、逆に被処理液 2 の流速が高すぎると堆積物 4 が攪拌装置 3 によって巻き上げられてしまう。このため、堆積物引き抜き工程においては、被処理液 2 の流速を 10cm/秒以上 50cm/秒以下に調整することが好ましい。被処理液 2 の流速は、モータ 5 の出力を調整することによって制御される。

【0042】

50

底面 7 の中央に移動した堆積物 4 は、堆積物引き抜き管 6 に設けられたポンプ P により、メタン発酵槽 1 の外へと除去される。堆積物の引き抜きは、逆回転運転時に 1 回以上実施され、排出時間は 1 回につき 3 ~ 5 分程度に調整される。堆積物引き抜き工程終了後、堆積物引き抜き管 6 は閉じられ、堆積物 4 の引き抜きが停止される。堆積物引き抜き工程が繰り返される場合、再度堆積物引き抜き管 6 が開かれ、ポンプ P を運転することによって、堆積物 4 が引き抜かれる。その後、逆回転運転時間が所定時間となった時点で、攪拌装置 3 が正回転に切り換えられ、メタン発酵槽 1 の通常運転に戻る。

【 0 0 4 3 】

なお、モータ 5 を正回転から逆回転に切り換える第 1 切換え時又は逆回転から正回転に切り換える第 2 切換え時に、通常、攪拌装置 3 は、5 分程度停止される。攪拌装置 3 が停止されている間にも、ポンプ P を運転して堆積物を排出してもよい。堆積物が排出された後、堆積物引き抜き管 6 は閉じられ、堆積物 4 の引き抜きが停止される。

10

【 0 0 4 4 】

攪拌装置 3 の停止時に堆積物を引き抜くことによって、被処理液 2 の攪拌によって浮遊している固形物が塊状になって移送させにくくなる前に、固形物を排出させることが可能となる。

【 0 0 4 5 】

なお、通常メタン発酵槽 1 は、中温発酵の場合には、滞留時間が 20 ~ 30 日で連続的に運転されるため、被処理物をメタン発酵槽 1 へと供給した際に、被処理液 2 の増加量に合わせて、メタン発酵槽 1 内の被処理液 2 がポンプ又は水位差を利用した自然吸引により引き抜かれる。このため、本発明においては、汚泥引き抜き運転を、被処理物の投入のタイミングに合わせてもよく、被処理物の投入と関係なく実施してもよい。

20

【 0 0 4 6 】

消化液移送配管 8 又は堆積物引き抜き管 6 から引き抜かれた被処理液又は堆積物は、適宜二次メタン発酵槽のような生物処理槽へと供給され、残存する有機物をさらに生物学的に分解されてもよく、脱水機等により脱水されてもよい。脱水された場合、脱水ろ液は別途、水処理に付され、脱水物は焼却又は廃棄されてもよい。

【 0 0 4 7 】

消化液移送配管 8 を設けず、堆積物引き抜き管 6 を消化液の移送管として利用することも可能である。消化液移送配管 8 を独立して設ける場合には、消化液移送配管 8 を設置する高さを調整することにより、消化液と堆積物とが混ざることが抑制し得る。一方、消化液移送配管 8 を底面付近に設置することにより、消化液移送配管 8 から堆積物の一部を引き抜くことも可能である。

30

【 0 0 4 8 】

メタン発酵槽 1 には、被消化液 2 の液温をメタン発酵に適した温度範囲に調整するための加温装置（図示せず）を設けてもよい。また、堆積物引き抜き管 6 又は消化液移送管 8 から移送される消化液をメタン発酵槽へと循環するための循環ライン（図示せず）を設け、この返送経路に液温を調整するための加熱装置を設け、加熱後の被処理液をメタン発酵槽 1 へと返送してもよい。

【 0 0 4 9 】

[ 実施例 ]

直径 10m、高さ 11m の円筒形の鋼板製消化槽を利用して実験を行った。消化槽には 750m<sup>3</sup> の被処理物が投入され、消化槽の内部には直径約 2m のインペラ式の攪拌翼が 2 段設置され（消化槽下部からそれぞれ、2m 及び 8m の高さ）、15rpm で攪拌翼を回転させた。メタン発酵対象となる汚泥を 30m<sup>3</sup>/日 で供給し、滞留時間 25 日 でメタン発酵を行った。

40

【 0 0 5 0 】

( 堆積物の測定 )

タンク中心から外壁に向けて 1m 毎に、上部から探触子を利用して堆積物の高さを測定した。中心から同じ距離となる部分には同じ量の堆積物が堆積していると仮定して等高線を引いた。消化槽における堆積物高さから堆積物の体積を求め、消化槽に対する堆積物の容

50

積割合（堆積物体積 / 消化槽の容積）を算出した。

【0051】

なお、探触子は、紐の先端におもりを付けたものであり、堆積物が存在するとおもりが消化槽の底まで沈まずに途中で止まるため、おもりが沈む深さを測定することで、堆積物の堆積高さを測定することが可能となる。

【0052】

（逆回転運転の実施）

消化運転開始後、堆積物が徐々に堆積しはじめ、約4ヶ月経過後に、上述した消化槽に対する堆積物の容積割合（堆積物体積 / 消化槽容積）が3.5%程度となったと判断された。そこで、通常運転に加えて攪拌機の逆回転運転（15rpmで数分間、4~5回/日）を行い、攪拌機の逆回転に合わせて消化液の引き抜きを行った。

10

【0053】

メタン発酵の通常の運転に、逆回転運転による堆積物の排出運転を組み合わせた運転を10日間行い、探触子を利用して消化槽内の堆積物の堆積状況を確認したところ、消化槽に対する堆積物の容積割合は2.5%まで低下していることが確認された。その後も4ヶ月間運転を継続したが、上記と同様の逆回転運転を行うことで、堆積物の堆積状況は2.5%程度まで低下できることが確認された。

【産業上の利用可能性】

【0054】

本発明のメタン発酵槽の運転方法は、廃水処理及びエネルギーの分野において有用である。

20

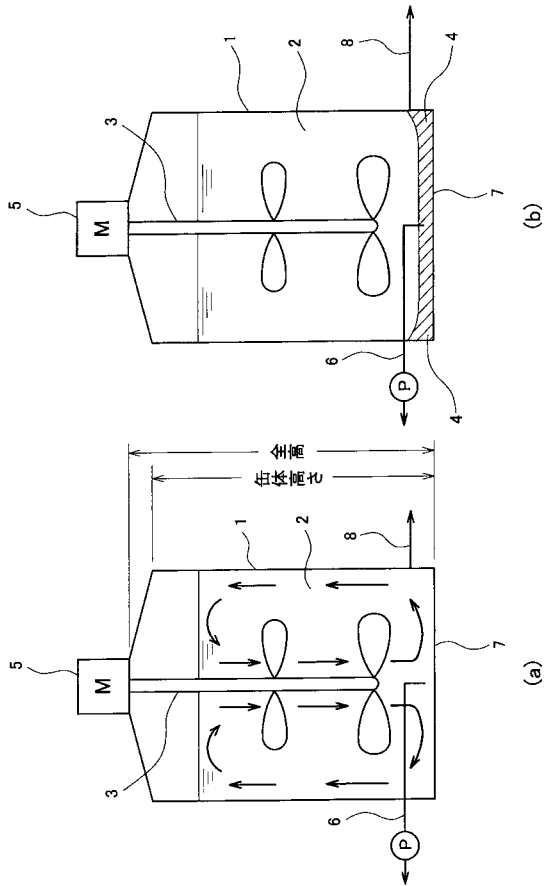
【符号の説明】

【0055】

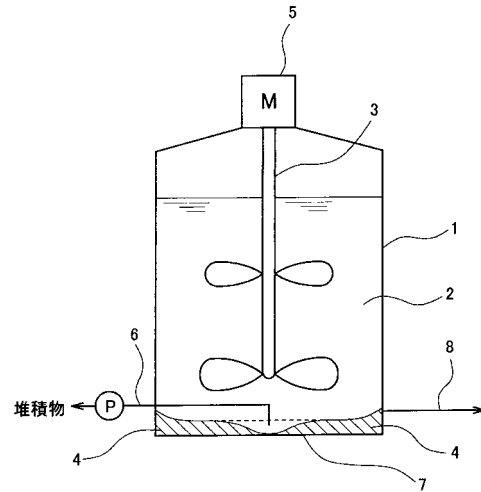
- 1, 11 : メタン発酵槽
- 2, 12 : 被処理液（被消化液）
- 3, 13 : 攪拌装置
- 4, 14 : 堆積物
- 5, 15 : モータ
- 6, 16 : 堆積物引き抜き管
- 7, 17 : 底面
- 8 : 消化液移送管
- P : ポンプ

30

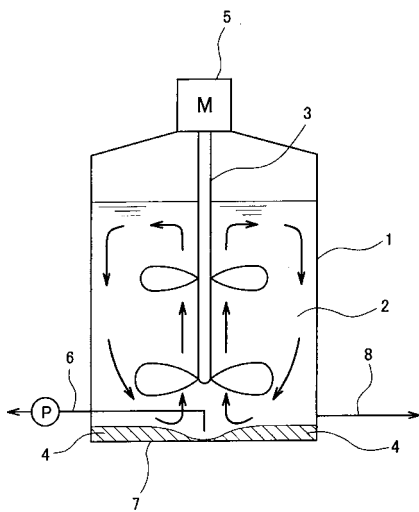
【 図 1 】



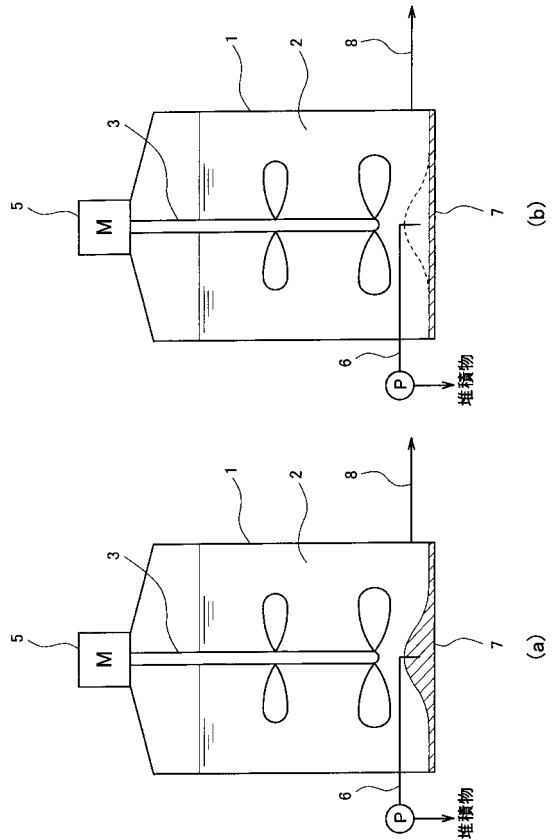
【 図 2 】



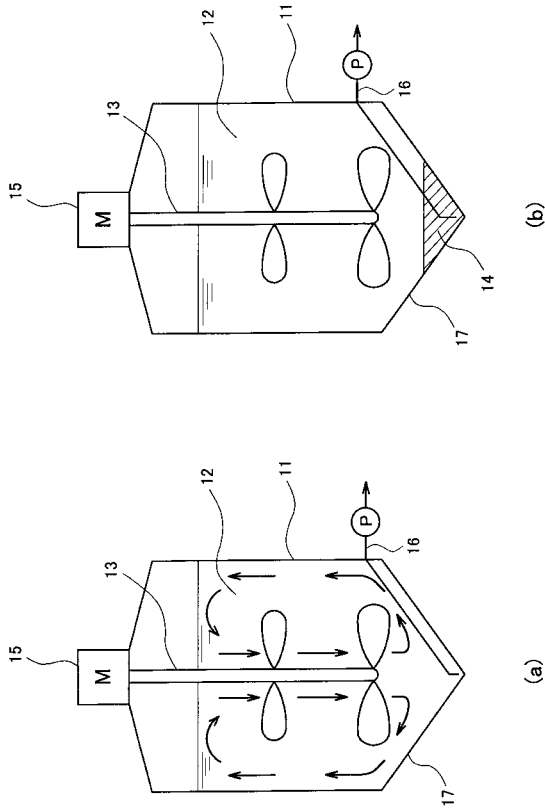
【 図 3 】



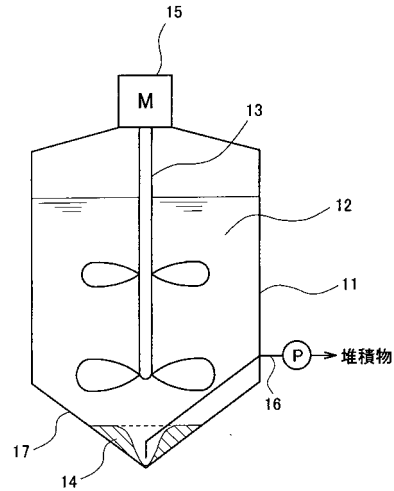
【 図 4 】



【図5】



【図6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成25年6月10日(2013.6.10)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

メタン発酵槽の運転方法であって、

前記メタン発酵槽は、

水平な底面を有するか、上向き又は下向きに凸状であり、端部と中心部とを結ぶ直線が水平線となす角度が0.3度以上1度以下である底面を有する円筒形であって、

中心部には被処理液を攪拌するスクリー式又はインペラ式の攪拌装置が設けられており、

底面中央部には堆積物引き抜き管が配置されており、

前記運転方法は、通常運転と堆積物引き抜き運転を交互に行い、

通常運転時には、前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を回転させることによって、メタン発酵槽中央には底面に向かって下降流が発生し、メタン発酵槽側面には水面に向かって上昇流が発生しており、

堆積物引き抜き運転時には、前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を通常運転時と逆回転させることによって、メタン発酵槽中央には水面に向かって上昇流が発生し、側面には底面に向かって下向流が発生しており、前記堆積物引き抜き管から底面中央部に集めた堆積物をメタン発酵槽外へと排出することを特徴とする、運転方法。

【請求項2】

前記メタン発酵槽の側面下方に消化液移送管が接続されている、請求項1に記載のメタン発酵槽の運転方法。

【請求項3】

前記メタン発酵槽及び前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置は、前記メタン発酵槽底面の直径をTとした場合に、

前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置の攪拌翼の翼径Dが $0.2 \sim 0.3T$ であり、

前記メタン発酵槽の缶体高さが $0.8 \sim 1.2T$ であり、

前記メタン発酵槽内の被処理液の深さが $0.8 \sim 1.0T$ であり、

前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置の攪拌翼の上端部が被処理液の液面から $0.5D$ 以上浸漬している、請求項1又は2に記載のメタン発酵槽の運転方法。

【請求項4】

前記通常運転時における前記攪拌装置の回転速度が $10 \sim 20r/min$ であり、

前記堆積物引き抜き運転時における前記攪拌装置の回転速度が、前記通常運転時における前記攪拌装置の回転速度の $40 \sim 100\%$ である、請求項1乃至3のいずれか1項に記載のメタン発酵槽の運転方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

具体的に、本発明は、

メタン発酵槽の運転方法であって、

前記メタン発酵槽は、

水平な底面を有するか、上向き又は下向きに凸状であり、端部と中心部とを結ぶ直線が水平線となす角度が $0.3$ 度以上 $1$ 度以下である底面を有する円筒形であって、

中心部には被処理液を攪拌するスクリー式又はインペラ式の攪拌装置が設けられており、

中心部には被処理液を攪拌するスクリー式又はインペラ式の攪拌装置が設けられており、

底面中央部には堆積物引き抜き管が配置されており、

前記運転方法は、通常運転と堆積物引き抜き運転を交互に行い、

通常運転時には、前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を回転させることによって、メタン発酵槽中央には底面に向かって下降流が発生し、メタン発酵槽側面には水面に向かって上昇流が発生しており、

堆積物引き抜き運転時には、前記スクリー式又はインペラ式の攪拌装置を通常運転時と逆回転させることによって、メタン発酵槽中央には水面に向かって上昇流が発生し、側面には底面に向かって下向流が発生しており、前記堆積物引き抜き管から底面中央部に集めた堆積物をメタン発酵槽外へと排出することを特徴とする運転方法に関する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】削除

【補正の内容】

## フロントページの続き

- (72)発明者 井上 智行  
兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号 株式会社神鋼環境ソリューション本社内
- (72)発明者 榎本 周一  
兵庫県神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社神鋼環境ソリューション技術研究所内
- (72)発明者 三浦 雅彦  
兵庫県神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社神鋼環境ソリューション技術研究所内
- (72)発明者 石田 貴  
東京都新宿区水道町3番1号 財団法人下水道新技術推進機構内
- (72)発明者 福沢 敬三  
東京都新宿区水道町3番1号 財団法人下水道新技術推進機構内
- (72)発明者 小川 裕正  
東京都新宿区水道町3番1号 財団法人下水道新技術推進機構内

Fターム(参考) 4D059 AA01 AA03 AA05 AA07 BA12 BA56 BA60 BE00 BF15 BJ02  
BJ03 BJ06 CA22 CB01 EA08 EA20 EB20  
4G035 AB46 AB54 AE13 AE19  
4G078 AA01 AB20 BA05 BA09 CA01 DA09 DA19 DB03 EA20