

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6029011号  
(P6029011)

(45) 発行日 平成28年11月24日(2016.11.24)

(24) 登録日 平成28年10月28日(2016.10.28)

(51) Int.Cl. F 1  
C O 2 F 3/28 (2006.01) C O 2 F 3/28 Z

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-68572 (P2013-68572)	(73) 特許権者	000002107
(22) 出願日	平成25年3月28日 (2013. 3. 28)		住友重機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2014-188485 (P2014-188485A)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(43) 公開日	平成26年10月6日 (2014. 10. 6)	(73) 特許権者	501273886
審査請求日	平成27年9月15日 (2015. 9. 15)		国立研究開発法人国立環境研究所
			茨城県つくば市小野川16-2
		(74) 代理人	100088155
			弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100162640
			弁理士 柳 康樹
		(72) 発明者	宍戸 美子
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社 横須賀製造所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 嫌気性処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

有機性排水を嫌気性処理する嫌気性処理槽を用いる嫌気性処理方法であって、  
前記有機性排水の水温を目標温度まで下げるための設定温度を設定する工程と、  
嫌気性処理システム内の何れかの箇所における前記有機性排水の水温、及び前記嫌気性  
処理槽の外の気温の少なくとも一方を検出する温度検出工程と、

前記温度検出工程での検出結果に基づいて、前記水温が前記設定温度よりも高いと判定  
される場合、または高くなると推定される場合、前記有機性排水を冷却する冷却工程と、  
を備え、

前記設定温度を設定する工程では、時間の経過と共に前記目標温度へ向けて低下する時  
間ごとの目標値として前記設定温度を設定する、嫌気性処理方法。

10

【請求項2】

前記温度検出工程において、前記嫌気性処理槽の外の気温を検出し、  
前記冷却工程において、前記温度検出工程で検出された前記気温に基づくフィードフォ  
ワード制御によって前記有機性排水を冷却する、請求項1に記載の嫌気性処理方法。

【請求項3】

有機性排水を嫌気性処理する嫌気性処理槽を用いる嫌気性処理方法であって、  
前記有機性排水の水温を目標温度まで下げるための設定温度を設定する工程と、  
嫌気性処理システム内の何れかの箇所における前記有機性排水の水温、及び前記嫌気性  
処理槽の外の気温の少なくとも一方を検出する温度検出工程と、

20

前記有機性排水の前記水温が前記設定温度に基づいて変化するように、前記有機性排水を加熱する加熱工程と、を備え、

前記設定温度を設定する工程では、予め予測される予測温度よりも高い温度に前記設定温度を設定し、且つ、時間の経過と共に前記目標温度へ向けて低下する時間ごとの目標値として前記設定温度を設定し、

前記加熱工程では、前記温度検出工程での検出結果に基づいて、加熱量を調整する、嫌気性処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、嫌気性処理方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、有機成分が含まれる有機性排水を嫌気的に処理して処理水を得る嫌気性処理方法として、例えば下記特許文献1に記載の嫌気性処理方法が知られている。この嫌気性処理装置は、有機性排水を前処理槽に導入して前処理を行った後、嫌気性処理槽においてメタン発酵処理を行うことで有機物を分解し、有機物濃度を低下させた処理水を得ている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-188504号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、有機性排水を嫌気性処理する嫌気性処理方法として、低温でも十分な活性のあるメタン菌を用いる省エネ型メタン発酵が適用される場合がある。当該方法では、可能な限り投入エネルギーを減らす（可能な限り加温を行わない）ことが可能であり、例えば、気温が高い夏場では無加温での運転を行い、気温が低い冬場では最低限の加温での運転を行うことができる。しかしながら、当該方法では、メタン発酵の温度依存性が高く、気温の変化が大きい季節において、運転が安定しない場合がある。

【0005】

そこで、気温の変化に関わらず安定運転を行うことができる嫌気性処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る嫌気性処理方法は、有機性排水を嫌気性処理する嫌気性処理槽を用いる嫌気性処理方法であって、有機性排水の水温を目標温度まで下げると設定温度を設定する工程と、所定の測定箇所における温度を検出する温度検出工程と、温度検出工程での検出結果に基づいて、水温が設定温度よりも高いと判定される場合、または高くなると判定される場合、有機性排水を冷却する冷却工程と、を備える。

【0007】

本発明に係る嫌気性処理方法は、温度検出工程での検出結果に基づいて、有機性排水の水温が設定温度よりも高いと判定される場合、または高くなると判定される場合、有機性排水を冷却する冷却工程を備えている。従って、有機性排水を目標温度まで下げる際に、嫌気性処理槽中の菌にとって適切な温度変化となるように設定温度を設定し、当該設定温度に基づいて有機性排水を冷却することができる。これによって、気温の変化が大きい季節であっても、嫌気性処理槽中の菌に対して、有機性排水の水温の急激な温度降下によるショックを少なくできると共に、積極的に低温に馴養させることができ、安定した運転を行うことが可能となる。これによって、気温の変化に関わらず安定運転を行うことができる。

10

20

30

40

50

## 【0008】

また、本発明に係る嫌気性処理方法では、温度検出工程において、嫌気性処理槽の外の気温を検出し、冷却工程において、温度検出工程で検出された気温に基づくフィードフォワード制御によって有機性排水を冷却してよい。これによって、嫌気性処理槽の水温が気温の変化による影響を受ける前に、設定温度に従って水温を目標温度に向かって下げることができる。

## 【0009】

本発明に係る嫌気性処理方法は、有機性排水を嫌気性処理する嫌気性処理槽を用いる嫌気性処理方法であって、有機性排水の水温を目標温度まで下げのための設定温度を設定する工程と、所定の測定箇所における温度を検出する温度検出工程と、有機性排水の水温が設定温度に基づいて変化するように、有機性排水を加熱する加熱工程と、を備え、設定温度を設定する工程では、予め予測される予測温度よりも高い温度に設定温度を設定し、加熱工程では、温度検出工程での検出結果に基づいて、加熱量を調整する。

10

## 【0010】

本発明に係る嫌気性処理方法は、有機性排水の水温が設定温度に基づいて変化するように、有機性排水を加熱する加熱工程と、を備え、設定温度を設定する工程では、予め予測される予測温度よりも高い温度に設定温度を設定し、加熱工程では、温度検出工程での検出結果に基づいて、加熱量を調整する。例えば、有機性排水の温度が急激に降下するものであると予測される場合に、当該予測温度よりも高い温度であって、緩やかに温度降下するような設定温度を設定しておき、水温が設定温度に基づいて変化するように加熱することで、水温を緩やかに変化させることが可能となる。すなわち、有機性排水を目標温度まで下げる際に、嫌気性処理槽中の菌にとって適切な温度変化となるように設定温度を設定し、当該設定温度に基づいて有機性排水を加熱することができる。これによって、気温の変化が大きい季節であっても、嫌気性処理槽中の菌に対して、有機性排水の水温の急激な温度降下によるショックを少なくすることができ、安定した運転を行うことが可能となる。これによって、気温の変化に応じて調整し、安定運転を行うことができる。

20

## 【発明の効果】

## 【0011】

本発明の嫌気性処理方法によれば、気温の変化に応じて調整し、安定運転を行うことができる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0012】

【図1】本発明の実施形態に係る嫌気性処理方法を行う嫌気性処理システムを示す図である。

【図2】本発明の実施形態に係る嫌気性処理方法に係る運転制御の一例を示すフローチャートである。

【図3】設定温度の一例を示すグラフである。

【図4】メタン菌の発酵温度とメタン発酵必要日数の関係を示すグラフである。

【図5】年間の気温の変動の一例を示すグラフである。

【図6】変形例に係る嫌気性処理方法を説明するための設定温度の一例を示すグラフである。

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0013】

以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明する。なお、以下の説明においては、同一の要素には同一の符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

## 【0014】

図1は、本発明の第1実施形態に係る嫌気性処理システムの構成を示す概略図である。嫌気性処理システム1は、原水流入管L1を通ってきた有機性排水を受け入れる調整槽9と、その後段の酸生成槽11と、更にその後段の嫌気性処理槽12と、を備えている。

## 【0015】

50

調整槽 9 は、後段に送出する有機性排水の流量調整処理を行う槽である。調整槽 9 から送水管 L 2 を通じて酸生成槽 1 1 に所定の流量で有機性排水が送られる。酸生成槽 1 1 は、酸生成菌により有機性排水に含まれる有機物を酢酸等に分解する。また、酸生成槽 1 1 において、中和剤としてアルカリ剤（例えば、水酸化ナトリウム）を添加してもよい。酸生成槽 1 1 には、送水管 L 3 が接続されており、当該送水管 L 3 に設けられたポンプ P 3 によって、酸生成槽 1 1 内の有機性排水が上向流式嫌気性処理槽 1 2 に流入するようになっている。

【 0 0 1 6 】

嫌気性処理槽 1 2 は、例えば直方体状の容器からなり、E G S B (Expanded Granular Sludge Bed) 反応槽などと呼ばれるタイプの水処理槽を適用してよい。嫌気性処理槽 1 2 の下部には、流入部 1 3 が設けられている。流入部 1 3 は、送水管 L 3 に連絡しており有機性排水 W を嫌気性処理槽 1 2 内に流入させる。流入部 1 3 は、例えば、長手方向に均一に穴部が設けられた送水管である。嫌気性処理槽 1 2 内には、嫌気性汚泥が粒状化してなるグラニュール汚泥が収納されている。有機性排水 W は、グラニュール汚泥に接触することにより、グラニュール汚泥中の嫌気性菌によって嫌気性処理される。このようなグラニュール汚泥が、有機性排水中で下部に沈降して溜まることにより、嫌気性処理槽 1 2 の下部にはグラニュール汚泥層 1 4 が形成されている。

【 0 0 1 7 】

嫌気性処理槽 1 2 では、その下部に設けられた流入部 1 3 から有機性排水 W を内部に導入することによって上向きの流動を生じさせ、グラニュール汚泥層 1 4 に有機性排水 W を通して、有機性排水 W を嫌気性処理する。グラニュール汚泥層 1 4 の上部には、当該グラニュール汚泥層 1 4 を通過し嫌気性処理を経た有機性排水 W の液層が形成されている。この液層の有機性排水 W には、グラニュール汚泥層 1 4 から浮上した浮上グラニュール汚泥や、嫌気性処理によって発生したバイオガス（例えば、メタンガス）が含まれている。なお、浮上グラニュール汚泥は、グラニュール汚泥が浮いたものであり、例えば、グラニュール汚泥にガスが付着したり、ガスが内包されたりなどしたものである。バイオガスの主な構成成分はメタンと二酸化炭素であり、硫化水素、窒素、水素等の他の成分も少量含まれる。

【 0 0 1 8 】

また、嫌気性処理槽 1 2 の上部には、有機性排水 W と浮上グラニュール汚泥とバイオガスとを分離するための三相分離部 1 8 が、配置されている。

【 0 0 1 9 】

三相分離部 1 8 の下端部には、有機性排水 W を三相分離部 1 8 の内部に導入する導入口 1 8 a が形成されている。この導入口 1 8 a に有機性排水 W を導くために、三相分離部 1 8 の下方であって導入口 1 8 a の周囲には、三相分離部 1 8 の底部に沿って設置された導入板 1 9 が設けられている。また、導入板 1 9 には、導入口 1 8 a に導入されなかった有機性排水 W を下側に返送するための返送口 1 9 a が形成されている。また、導入板 1 9 の更に下方には、導入板 1 9 の返送口 1 9 a を通って返送される有機性排水 W の流れを整えるための整流板 2 0 が設けられている。

【 0 0 2 0 】

有機性排水 W は、上記グラニュール汚泥層 1 4 を通過し上向きに流動し、導入板 1 9 によって導入板 1 9 と三相分離部 1 8 との間に形成された導入路に外側から流入する。上記導入路を通った有機性排水 W の一部は、導入口 1 8 a から三相分離部 1 8 内に流入し、他の部分は、導入板 1 9 の返送口 1 9 a から下側に流れるようになっている。

【 0 0 2 1 】

三相分離部 1 8 内に流入した有機性排水 W は、三相分離部 1 8 の側壁 1 8 b から外側に溢れ、処理水として処理水排出部 2 3 に集められる。側壁 1 8 b の上端の高さに、有機性排水 W の液面 H が形成される。処理水排出部 2 3 の処理水の一部は、処理水返送路 L 4 を通じて酸生成槽 1 1 に返送され、処理水排出部 2 3 の処理水の残部は、排水管 L 5 を通じて系外に排出される。三相分離部 1 8 において、三相分離部 1 8 の側壁 1 8 b の内側には

10

20

30

40

50

、導入口 1 8 a から流入した有機性排水 W が直接処理水排出部 2 3 に流入しないようにするための隔壁 2 4 が設けられている。

【 0 0 2 2 】

また、嫌気性処理槽 1 2 内で、液面 H よりも上方の閉鎖空間には、前述のバイオガスが一時的に貯留される。この液面 H よりも上方の閉鎖空間を、以下、ガス貯留空間 3 1 と呼ぶ。これに対し、液面 H 下の有機性排水 W が貯留された空間を、以下、嫌気性処理空間 3 3 と呼ぶ。

【 0 0 2 3 】

嫌気性処理槽 1 2 では、嫌気性処理空間 3 3 で有機性排水 W の嫌気性処理が行われ、バイオガスが発生する。当該バイオガスが浮上し液面 H まで到達することで、ガス貯留空間 3 1 にバイオガスが一時的に貯留される。ガス貯留空間 3 1 のバイオガスは、ガス回収ライン L 6 を通じて外部に排出され有用なエネルギー源として回収される。ここで、ガス回収ライン L 6 上には、ポンプ（排気手段）P 6 が設けられている。ポンプ P 6 の駆動により、ガス貯留空間 3 1 を吸引排気して強制的にバイオガスを嫌気性処理槽 1 2 外に排出させることもできる。

【 0 0 2 4 】

続いて、上記嫌気性処理システム 1 による嫌気性処理方法の基本動作について説明する。

【 0 0 2 5 】

（酸生成槽処理工程）

調整槽 9 で調整された流量で、酸生成槽 1 1 に対し有機性排水が導入されると、酸生成槽 1 1 では、酸生成菌により有機性排水に含まれる有機物が酢酸等に分解される。これにより酢酸等の有機酸を多く含む有機性排水が、酸生成槽 1 1 から嫌気性処理槽 1 2 に送られる。

【 0 0 2 6 】

（嫌気性処理工程）

嫌気性処理槽 1 2 の流入部 1 3 から導入された有機性排水 W は、嫌気性処理空間 3 3 内を上向きに流動する。このとき、有機性排水 W は、グラニュール汚泥層 1 4 を通過しながらグラニュール汚泥に接触し、嫌気性処理される。

【 0 0 2 7 】

（処理水排出工程）

その後、液面 H まで到達した有機性排水 W は、側壁 1 8 b の上端を越えて処理水排出部 2 3 に溢れ、処理水として排水管 L 5 を通じて系外に排出される。なお、排出された処理水には、後段で更なる所定の水処理が施される。

【 0 0 2 8 】

（ガス貯留工程）

上記嫌気性処理工程では、嫌気性反応によるバイオガス（メタンガス、二酸化炭素等）が発生し、液面 H まで浮上することでガス貯留空間 3 1 に一時的に貯留される。通常時は、ポンプ P 6 が駆動されずに、ガス貯留空間 3 1 のバイオガスが、ガス貯留空間 3 1 の圧力によってガス回収ライン L 6 を流動し排出される。

【 0 0 2 9 】

次に、本実施形態の嫌気性処理方法を実行するための嫌気性処理システム 1 の構成について、更に詳細に説明する。

【 0 0 3 0 】

本実施形態に係る嫌気性処理システム 1 は、低温でも十分な活性のあるメタン菌を用いる省エネ型メタン発酵を採用するシステムである。すなわち、嫌気性処理槽 1 2 内のグラニュール汚泥中には低温活性のメタン菌が含まれている。例えば図 4 に示すように、本実施形態に係る嫌気性処理槽 1 2 は、低温であってもメタン発酵が可能である。本実施形態に係る嫌気性処理システム 1 は、省エネ型メタン発酵を採用しても一年を通して安定運転が可能なシステムである。図 1 に示すように、嫌気性処理システム 1 は、嫌気性処理シス

10

20

30

40

50

テム 1 の運転制御を実行する制御部 5 0 と、嫌気性処理システム 1 内の有機性排水を加熱する加熱部 5 1 と、嫌気性処理システム 1 内の有機性排水を冷却する冷却部 5 2 と、嫌気性処理システム 1 内の有機性排水の水温を検出する温度検出部 5 3 と、嫌気性処理槽 1 2 の外の気温を検出する温度検出部 5 4 と、を備えている。

【 0 0 3 1 】

加熱部 5 1 は、嫌気性処理システム 1 内の有機性排水を加熱する機能を有する。加熱部 5 1 は、有機性排水を加熱することができるものであれば特に限定されないが、電気式のヒーター、燃焼器などを適用してよい。図 1 に示す例では、嫌気性処理システム 1 は、調整槽 9 の有機性排水を加熱する加熱部 5 1 A と、酸生成槽 1 1 の有機性排水を加熱する加熱部 5 1 B と、嫌気性処理槽 1 2 の有機性排水を加熱する加熱部 5 1 C と、を備えている。ただし、嫌気性処理システム 1 は、少なくとも嫌気性処理槽 1 2 の水温を上げることができる位置（嫌気性処理槽 1 2 の位置、または嫌気性処理槽 1 2 より上流側の位置）で有機性排水を加熱できる加熱部 5 1 を有していればよく、加熱部 5 1 A ~ 5 1 C のうちの少なくとも 1 つを有していればよく、ライン L 1 , L 2 , L 3 を流れる有機性排水を加熱する加熱部 5 1 を有していてもよい。

10

【 0 0 3 2 】

冷却部 5 2 は、嫌気性処理システム 1 内の有機性排水を冷却する機能を有する。冷却部 5 2 は、有機性排水を冷却することができるものであれば特に限定されないが、ヒートポンプ、熱交換器などを適用してよい。図 1 に示す例では、嫌気性処理システム 1 は、調整槽 9 の有機性排水を冷却する冷却部 5 2 A と、酸生成槽 1 1 の有機性排水を冷却する冷却部 5 2 B と、嫌気性処理槽 1 2 の有機性排水を冷却する冷却部 5 2 C と、を備えている。ただし、嫌気性処理システム 1 は、少なくとも嫌気性処理槽 1 2 の水温を下げるができる位置（嫌気性処理槽 1 2 の位置、または嫌気性処理槽 1 2 より上流側の位置）で有機性排水を加冷却できる冷却部 5 2 を有していればよく、冷却部 5 2 A ~ 5 2 C のうちの少なくとも 1 つを有していればよく、ライン L 1 , L 2 , L 3 を流れる有機性排水を冷却する冷却部 5 2 を有していてもよい。

20

【 0 0 3 3 】

温度検出部 5 3 は、嫌気性処理システム 1 内の有機性排水の水温を検出する機能を有し、温度センサなどによって構成される。図 1 に示す例では、嫌気性処理システム 1 は、調整槽 9 の有機性排水の水温を検出する温度検出部 5 3 A と、酸生成槽 1 1 の有機性排水の水温を検出する温度検出部 5 3 B と、嫌気性処理槽 1 2 の有機性排水の水温を検出する温度検出部 5 3 C と、を備えている。槽 9 , 1 1 , 1 2 内における各温度検出部 5 3 A , 5 3 B , 5 3 C の位置は、水温を検出できる位置であれば特に限定されない。ただし、嫌気性処理システム 1 は、少なくとも嫌気性処理槽 1 2 の水温を計測可能な位置、または推定可能な位置（嫌気性処理槽 1 2 より上流側または下流側の位置）で有機性排水の水温を検出できる温度検出部 5 3 を有していればよく、温度検出部 5 3 A ~ 5 3 C のうちの少なくとも 1 つを有していればよく、ライン L 1 , L 2 , L 3 , L 4 , L 5 を流れる有機性排水の水温を検出する温度検出部 5 3 を有していてもよい。温度検出部 5 4 は、嫌気性処理槽 1 2 の外の気温を検出する機能を有し、温度センサなどによって構成される。温度検出部 5 4 の設置位置は特に限定されない。

30

40

【 0 0 3 4 】

制御部 5 0 は、嫌気性処理システム 1 全体の制御を行うものである。制御部 5 0 は、加熱部 5 1 A ~ 5 1 C、冷却部 5 2 A ~ 5 2 C、及び温度検出部 5 3 A ~ 5 3 C、5 4 と電氣的に接続されている。制御部 5 0 は、温度検出部 5 3、5 4 の検出結果に基づいて、加熱部 5 1 及び冷却部 5 2 を制御することにより、年間の気温推移に合わせ、嫌気性処理槽 1 2 の水温を省エネ型メタン発酵において適切な温度とする。特に、制御部 5 0 は、秋から冬にかけて急激に気温が降下することによるショックを低減するために、嫌気性処理槽 1 2 の水温を積極的に低下させることで、嫌気性処理槽 1 2 内のメタン菌を積極的に低温に馴養させるような制御を行う。

【 0 0 3 5 】

50

制御部 50 は、嫌気性処理槽 12 の水温を目標温度まで下げるための設定温度を設定する設定部として機能する。ここで、目標温度とは、冬場における嫌気性処理槽 12 の水温の設定値であり、例えば 5 ~ 25 とすることができる。設定温度とは、嫌気性処理槽 12 の水温の急激な温度降下を避けるために、目標温度に向かって徐々に温度を低下させる際の水温の時間ごとの目標値である。図 3 に示すように、時間を横軸に設定し、温度を縦軸に設定した場合、設定温度 DT は時間の経過とともに目標温度 MT へ向けて徐々に低下するような直線（または曲線や階段状に減少するグラフでもよい）に係るグラフで示される。なお、設定温度 DT は、冷却や加熱の要否を判断する際に用いられる（詳細は後述）が、演算の負荷や冷却部 52、加熱部 51 の負荷を低減するために、当該判断が行われる際に設定温度に対して高温側及び低温側に許容範囲を有していてもよい。例えば、図 3 に示すように、基準設定温度 ST に対して高温側の許容値 UB を設定し、基準設定温度 ST に対して低温側の許容値 DB を設定してよい。この場合、許容値 UB と許容値 DB の間の範囲を設定温度 DT として演算してよい。なお、高温側の許容値 UB と低温側の許容値 DB の何れか一方のみでもよい。例えば、嫌気性処理槽 12 の水温の検出結果に基づいてフィードバック制御を行う際、嫌気性処理槽 12 の水温が基準設定温度 ST と一致していなくとも、設定温度 DT の範囲に入っていれば加熱部 51 及び冷却部 52 を停止しておいてよい。

10

#### 【0036】

また、制御部 50 は、温度検出部 53、54 の検出結果に基づいて、加熱部 51 による加熱の要否を判定すると共に加熱処理を実行する機能と、冷却部 52 による冷却の要否を判定すると共に冷却処理を実行する機能を有している。例えば、制御部 50 は、温度検出部 53、54 での検出結果を取得し、当該検出結果に基づいて、嫌気性処理槽 12 の水温が設定温度よりも高くなるか否かの判定を行うと共に、低くなるか否かの判定を行ってよい。制御部 50 は、嫌気性処理槽 12 の水温が設定温度よりも高くなると判定したときに冷却部 52 による冷却を実行してよく、低くなると判定したときに加熱部 51 による加熱を実行してよい。また、制御部 50 は、温度検出部 53、54 での検出結果を取得し、当該検出結果に基づいて、嫌気性処理槽 12 の水温が設定温度よりも高くなることを推定してよく、低くなることを推定してよい。

20

#### 【0037】

次に、年間の気温推移に合わせた嫌気性処理システム 1 の運転制御方法の一例について説明する。なお、以下の運転制御は一例に過ぎず、地域や年によって適宜適切な制御を行ってよい。図 5 に示すように、1 ~ 2 月は気温が最も低い季節であり、制御部 50 は、最低限度の加熱によって運転を行うべく、嫌気性処理槽 12 の水温が 10 以上になるように、加熱部 51 によって常時加熱を行う。12 月及び 3 ~ 4 月は気温が低い季節であり、制御部 50 は、温度検出部 53、54 の検出結果に基づき、嫌気性処理槽 12 の水温が 10 以下になる場合のみ、加熱部 51 によって加熱を行う。5 ~ 9 月は気温が高い季節であるため、制御部 50 は加熱部 51 による加熱を行わない（無加熱）。

30

#### 【0038】

ここで、10 ~ 11 月は冬に向けて気温が急激に低下する季節であるため、急激な温度降下によるショックを少なくするため、制御部 50 は、所定の温度から設定温度を目標温度に向かって徐々に下げるように加熱部 51 による加熱及び冷却部 52 による冷却を行う。例えば、制御部 50 は、平均気温（約 18 ）から目標温度（10 ）に向かって設定温度を一週間ごとに 1 下げるように冷却部 52 を制御し、水温が 10 以下になる場合は加熱部 51 で加熱を行ってよい。

40

#### 【0039】

上述のような秋 ~ 冬にかけての運転制御について、図 2 及び図 3 を参照してより詳細に説明する。図 2 は、秋 ~ 冬にかけての運転制御の一例を示すフローチャートである。なお、図 2 の処理が開始される前段階において、制御部 50 は、嫌気性処理槽 12 の水温を目標温度 MT まで下げるための所定期間における設定温度 DT を設定しておく（設定温度を設定する工程）。図 2 に示すように、制御部 50 は、予め設定しておいた設定温度 DT が

50

ら、現在の設定温度DTの値を参照する(ステップS10)。次に、制御部は、温度検出部53, 54の検出結果を取得する(ステップS20:温度検出工程)。

【0040】

次に、制御部50は、S20で取得した検出結果に基づいて、有機性排水の冷却が必要か否かの判定を行う(ステップS30)。S30において冷却が必要であると判定されると、制御部50は、冷却部52を制御することによって有機性排水の冷却を行う(ステップS40:冷却工程)。S40の後、図2に示す処理が終了し、再びS10から処理が繰り返される。一方、S30において冷却が必要でないと判定されると、制御部50は、S20で取得した検出結果に基づいて、有機性排水の加熱が必要か否かの判定を行う(ステップS50)。S50において加熱が必要であると判定されると、制御部50は、加熱部51を制御することによって有機性排水の加熱を行う(ステップS60)。S60の後、図2に示す処理が終了し、再びS10から処理が繰り返される。一方、S50において加熱が必要でないと判定されると、冷却及び加熱は行われず、図2に示す処理が終了し、再びS10から処理が繰り返される。

10

【0041】

ここで、S20において温度検出部54で嫌気性処理槽12の外の気温を検出した検出結果を用いてS30~S60の処理を行う場合の一例について具体的に説明する。制御部50は、S30及びS40において、S20で検出された気温に基づくフィードフォワード制御によって有機性排水を冷却してよい。すなわち、S30において、制御部50は、S20で検出された気温に基づいて、(冷却しなかった場合に)嫌気性処理槽12の水温が設定温度よりも高くなるか否かについて推定する。制御部50は、現時点における設定温度と気温の差や、気温の変動や、ガス発生量などに基づいて、当該推定を行うことができる。制御部50は、検出した気温に基づいて、嫌気性処理槽12の水温が設定温度よりも高くなると推定した場合に、冷却が必要であると判定すると共に、冷却部52による冷却量を演算する。また、制御部50は、S40において、当該冷却量に基づいて冷却部52の制御を行う。

20

【0042】

また、制御部50は、S50及びS60において、S20で検出された気温に基づくフィードフォワード制御によって有機性排水を加熱してよい。すなわち、S50において、制御部50は、S20で検出された気温に基づいて、(加熱しなかった場合に)嫌気性処理槽12の水温が設定温度よりも低くなるか否かについて推定する。制御部50は、現時点における設定温度と気温の差や、気温の変動や、ガス発生量などに基づいて、当該推定を行うことができる。制御部50は、検出した気温に基づいて、嫌気性処理槽12の水温が設定温度よりも低くなると推定した場合に、加熱が必要であると判定すると共に、加熱部53による加熱量を演算する。また、制御部50は、S50において、当該加熱量に基づいて加熱部51の制御を行う。あるいは、制御部50は、気温が急激に低下した場合などに、嫌気性処理槽12の水温が急激に低下することを推定し、予め加熱部53による加熱を行ってよい。あるいは、制御部50は、気温が所定の温度(例えば目標温度である10)を下回った場合は直ちに加熱を行ってよい。

30

【0043】

制御部50は、S30及びS40において、S20で検出された有機性排水の水温に基づくフィードバック制御によって有機性排水を冷却してよい。すなわち、S30において、制御部50は、S20で検出された有機性排水の水温に基づいて、嫌気性処理槽12の水温が設定温度よりも高いか否かについて判定する。なお、嫌気性処理槽12の温度検出部53Cの検出結果を用いる場合は、検出結果に係る値をそのまま判定に用いてよい。他の槽9, 11の検出結果を用いる場合は、検出結果に係る値から嫌気性処理槽12の水温の推定値を演算し、当該推定値を判定に用いてよい。制御部50は、検出した水溫に基づいて、嫌気性処理槽12の水温が設定温度よりも高くなると判定した場合に、冷却が必要であると判定すると共に、冷却部52による冷却量を演算する。また、制御部50は、S40において、当該冷却量に基づいて冷却部52の制御を行う。なお、有機性排水の水温

40

50

の検出結果に基づいて、嫌気性処理槽 1 2 の水温が設定温度よりも高くなることを推定してもよい。例えば、現時点では水温が設定温度より高くなくても、温度検出部 5 3 が水温の急激な上昇を検出した時などは、制御部 5 0 は、水温が設定温度よりも高くなると推定してよい。

【 0 0 4 4 】

制御部 5 0 は、S 5 0 及び S 6 0 において、S 2 0 で検出された有機性排水の水温に基づくフィードバック制御によって有機性排水を加熱してよい。すなわち、S 5 0 において、制御部 5 0 は、S 2 0 で検出された気温に基づいて、嫌気性処理槽 1 2 の水温が設定温度よりも低いかなにかについて判定する。制御部 5 0 は、検出した水温に基づいて、嫌気性処理槽 1 2 の水温が設定温度よりも低くなると判定した場合に、加熱が必要であると判定すると共に、加熱部 5 3 による加熱量を演算する。また、制御部 5 0 は、S 5 0 において、当該加熱量に基づいて加熱部 5 1 の制御を行う。なお、有機性排水の水温の検出結果に基づいて、嫌気性処理槽 1 2 の水温が設定温度よりも低くなることを推定してもよい。例えば、現時点では水温が設定温度より低くなくても、温度検出部 5 3 が水温の急激な下降（例えば、図 3 では、破線で示す水温が局所的に急激に降下している）を検出した時などは、制御部 5 0 は、水温が設定温度よりも低くなると推定してよい。あるいは、制御部 5 0 は、嫌気性処理槽 1 2 の水温が所定の温度（例えば目標温度である 1 0 ）を下回った場合は直ちに加熱を行ってよい。

10

【 0 0 4 5 】

なお、制御部 5 0 は、S 3 0 において、気温を用いた判定及び有機性排水の水温を用いた判定の何れか一方のみを行ってもよく、両方を行ってもよい。また、制御部 5 0 は、S 5 0 において、気温を用いた判定及び有機性排水の水温を用いた判定の何れか一方のみを行ってもよく、両方を行ってもよい。

20

【 0 0 4 6 】

続いて、以上説明した嫌気性処理システム 1 の嫌気性処理方法による作用効果について説明する。

【 0 0 4 7 】

ここで、低温でも十分な活性のあるメタン菌を用いる省エネ型メタン発酵を適用する嫌気性処理方法では、可能な限り投入エネルギーを減らす（可能な限り加温を行わない）ことが可能であり、例えば、気温が高い夏場では無加温での運転を行い、気温が低い冬場では最低限の加温での運転を行うことができる。しかしながら、当該方法では、メタン発酵の温度依存性が高いため（例えば図 4 参照）、夏場や冬場は安定運転が可能である一方、特に秋～冬にかけての気温の変化が大きい季節では、運転が安定しない場合がある。

30

【 0 0 4 8 】

これに対して、本実施形態に係る嫌気性処理方法は、S 2 0 の温度検出工程で取得した温度検出部 5 3 , 5 4 からの検出結果に基づいて、有機性排水の水温が設定温度よりも高いと判定される場合、または高くなると推定される場合、有機性排水を冷却する S 4 0 の冷却工程を備えている。従って、有機性排水を目標温度まで下げる際に、嫌気性処理槽 1 2 中のメタン菌にとって適切な温度変化となるように設定温度を設定し、当該設定温度に基づいて有機性排水を冷却することができる。これによって、気温の変化が大きい季節であっても、嫌気性処理槽 1 2 中のメタン菌に対して、有機性排水の水温の急激な温度降下によるショックを少なくすることができると共に、積極的に低温に馴養させることができ、安定した運転を行うことが可能となる。これによって、気温の変化に関わらず安定運転を行うことができる。

40

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態に係る嫌気性処理方法では、S 2 0 の温度検出工程において、嫌気性処理槽 1 2 の外の気温を検出し、S 4 0 の冷却工程において、S 2 0 で検出された気温に基づくフィードフォワード制御によって有機性排水を冷却している。これによって、嫌気性処理槽 1 2 の水温が気温の変化による影響を受ける前に、設定温度に従って水温を目標温度に向かって下げることができる。

50

## 【 0 0 5 0 】

本発明は、上述の実施形態に限定されるものではない。例えば嫌気性処理槽の構成は上述のような構成に限定されず、嫌気性処理を行うことができる限り、適宜構成を変更してよい。

## 【 0 0 5 1 】

また、上述の実施形態では、有機性排水の水温が急激に変化しないように積極的に冷却を行っていた。これに替えて、実際の有機性排水の水温が急激に低下する場合に、設定温度を高めを設定しておくことで加熱部 5 1 で加熱する状態としておき、時間の経過とともに加熱部 5 1 の加熱量を徐々に変化させることで、有機性排水の水温が緩やかに変化するようにしてもよい。この嫌気性処理方法は、有機性排水の水温を目標温度まで下げるための設定温度を設定する工程と、所定の測定箇所における温度を検出する温度検出工程と、有機性排水の水温が設定温度に基づいて変化するように、有機性排水を加熱する加熱工程と、を備えている。また、設定温度を設定する工程では、予め予測される予測温度よりも高い温度に設定温度を設定し、加熱工程では、温度検出工程での検出結果に基づいて、加熱量を調整する。

## 【 0 0 5 2 】

図 6 を参照して、積極的に冷却を行うことで水温を緩やかに変化させる方法と、加熱を行うことで水温を緩やかに変化させる方法について説明する。前述の実施形態のように、積極的に冷却を行う場合、例えば一点鎖線に示すような設定温度  $D T 1$  を設定する。このような設定温度  $D T 1$  は、気温や水温（加熱や冷却を何も行わないと仮定した場合の水温）の予測温度（図中、破線で示す）に基づいて設定することができる。設定温度  $D T 1$  は、予測温度よりも低い温度であって、予測温度の変化度合い（低下度合い）よりも緩やかな変化度合いで変化するような温度に設定される。例えば、設定温度  $D T 1$  の傾きや変化率を、予測温度の傾き（近似的な傾きであってよい）や変化率よりも小さいものに設定してよい。また、設定温度  $D T 1$  の温度低下開始点  $P 1$  を、予測温度の温度低下開始点  $P 2$ （任意に設定可能であり、急激な温度低下が開始する点としてもよく、所定の温度となるタイミングに係る点としてもよい）よりも早い時期に設定してよい。なお、予測温度は、過去の気温のデータなどから予測してもよく、外部機関から発表されたデータなどを用いてもよい。このように、予測気温に基づいて設定温度を設定しておき、実際の運転時は温度検出部 5 4 の検出結果に基づいて、冷却部 5 2 による冷却量及び加熱部 5 1 による加熱量を調整することで、設定温度  $D T 1$  に基づいて有機性排水を緩やかに目標温度  $M T$  まで低下させることができる。これにより、実際に水温が急激に低下するよりも前段階で、メタン菌を低温に馴養させることができ、安定した運転を行うことができる。

## 【 0 0 5 3 】

一方、加熱によって緩やかに温度変化をさせる場合、例えば実線に示すような設定温度  $D T 2$  を設定する。このような設定温度  $D T 2$  は、気温や水温の予測温度（図中、破線で示す）に基づいて設定することができる。設定温度  $D T 2$  は、予測温度よりも高い温度であって、予測温度の変化度合い（低下度合い）よりも緩やかな変化度合いで変化するような温度に設定される。例えば、設定温度  $D T 2$  の傾きや変化率を、予測温度の傾き（近似的な傾きであってよい）や変化率よりも小さいものに設定してよい。また、設定温度  $D T 2$  の温度低下開始点  $P 3$  を、予測温度の温度低下開始点  $P 2$  よりも遅い時期に設定してよい。なお、予測温度に基づいて予め設定温度を設定していた場合でも、温度検出部 5 3 の検出結果に基づいて、設定温度を補正してもよい（例えば、予測温度よりも測定結果に係る実際の温度低下が早い場合は、設定温度  $D T 2$  のグラフを全体的に左に寄せてよく、予測温度よりも測定結果に係る実際の温度低下が遅い場合は、設定温度  $D T 2$  のグラフを全体的に右に寄せてよい）。このように、予測気温に基づいて設定温度を設定しておき、実際の運転時は温度検出部 5 4 の検出結果に基づいて、加熱部 5 1 による加熱量を調整することで、設定温度  $D T 2$  に基づいて有機性排水を緩やかに目標温度  $M T$  まで低下させることができる。加熱部 5 1 は、測定温度が設定温度  $D T 2$  よりも低い時（低いと推定される時）は加熱を行う。例えば、設定温度に対して気温などの測定温度が大きく低下する場合

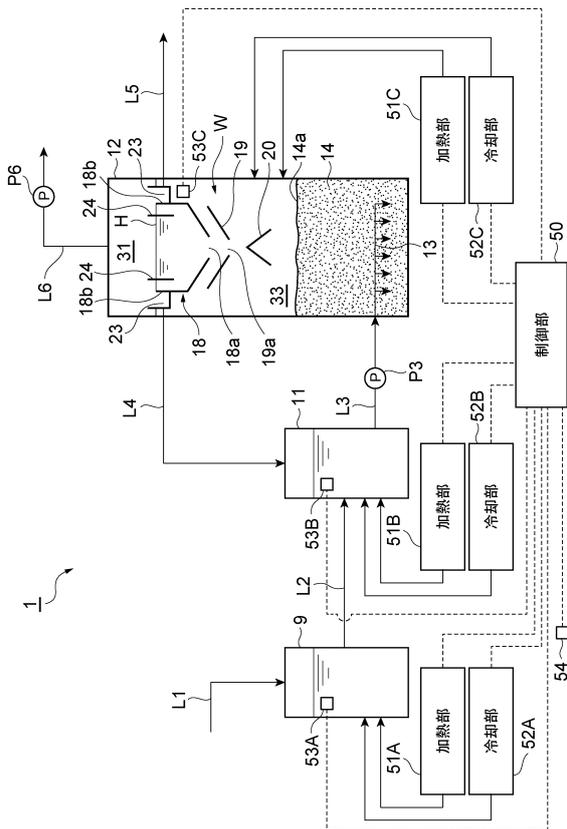
は加熱量を増加し、気温などが設定温度に近くなる場合は加熱量を減少させる。これにより、急激な温度低下によるショックを少なくし、安定した運転を行うことができる。なお、加熱部 5 1 のみでの制御が可能となるため、システムから冷却部 5 2 を省略することも可能である。ただし、冷却部 5 2 を補助的に用いてもよい（局所的に急激に気温が高くなる場合に、冷却してよい）。

【符号の説明】

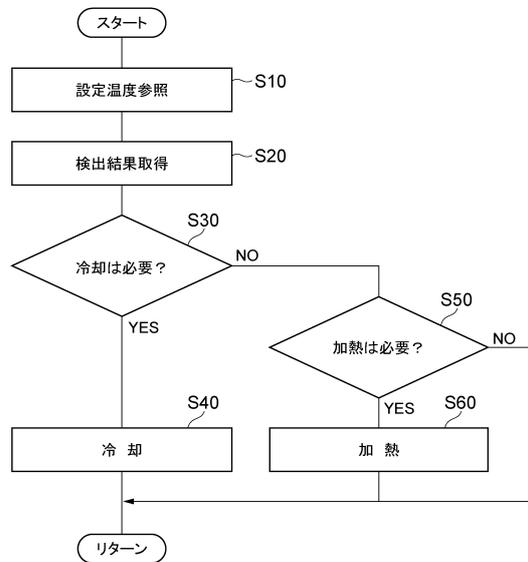
【 0 0 5 4 】

1 ... 嫌気性処理システム、9 ... 調整槽、11 ... 酸生成槽、12 ... 嫌気性処理槽、50 ... 制御部、51 ... 加熱部、52 ... 冷却部、53 ... 温度検出部、54 ... 温度検出部、W ... 有機性排水。

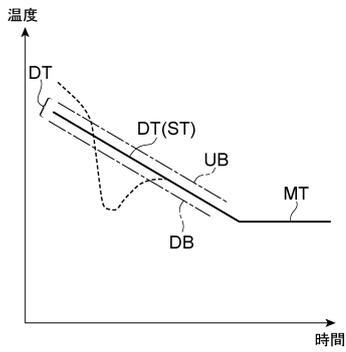
【 図 1 】



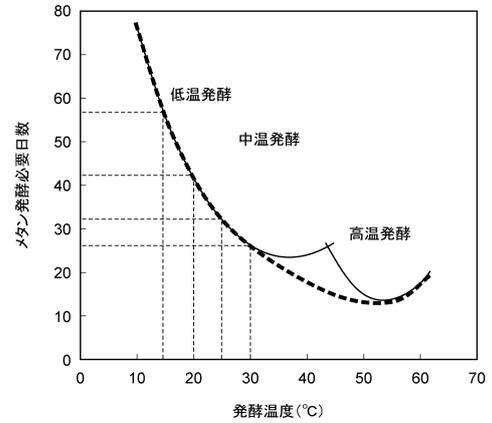
【 図 2 】



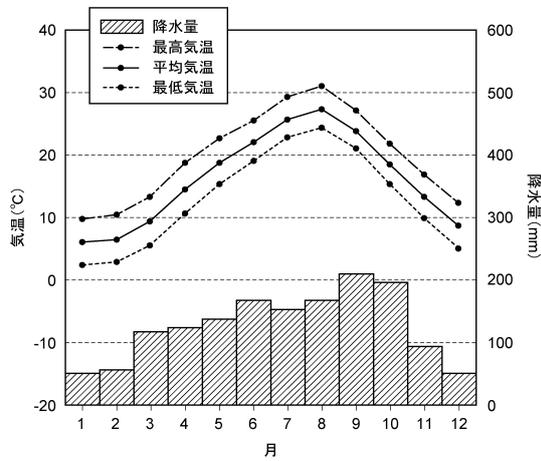
【 図 3 】



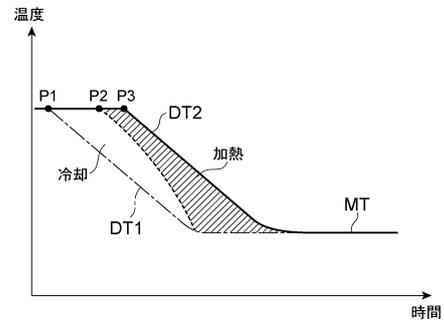
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 珠坪 一晃

茨城県つくば市小野川16-2 国立研究開発法人国立環境研究所内

審査官 富永 正史

(56)参考文献 特開2011-230007(JP,A)

特開昭61-103600(JP,A)

特開2007-260604(JP,A)

特開昭60-222197(JP,A)

特開昭59-166295(JP,A)

特開2012-101186(JP,A)

特開昭59-073100(JP,A)

特開2005-246119(JP,A)

米国特許第04632758(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 3/00 - 3/34

C02F 11/00 - 11/20