

(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2009-66513

(P2009-66513A)

(43) 公開日 平成21年4月2日(2009.4.2)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B09B 3/00 (2006.01)</b>	B09B 3/00 Z A B C	4 D 0 0 4
<b>CO2F 11/04 (2006.01)</b>	B09B 3/00 D	4 D 0 5 9
	CO2F 11/04 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-237163 (P2007-237163)	(71) 出願人	504300088 国立大学法人帯広畜産大学 北海道帯広市稲田町西2線11番地
(22) 出願日	平成19年9月12日(2007.9.12)	(71) 出願人	000005902 三井造船株式会社 東京都中央区築地5丁目6番4号
		(74) 代理人	100101340 弁理士 丸山 英一
		(72) 発明者	高橋 潤一 北海道帯広市稲田町西2線11番地 国立 大学法人帯広畜産大学内
		(72) 発明者	梅津 一孝 北海道帯広市稲田町西2線11番地 国立 大学法人帯広畜産大学内

最終頁に続く

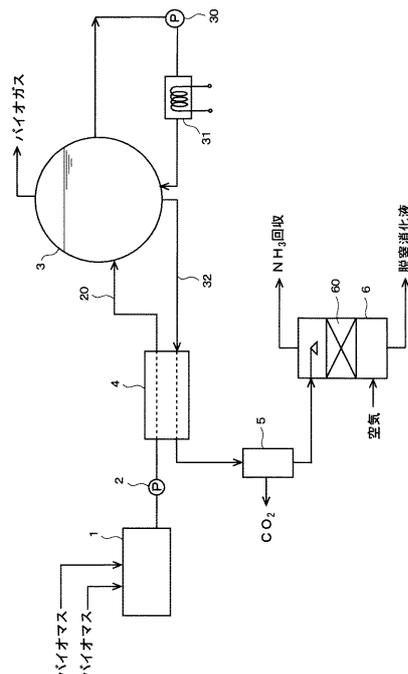
(54) 【発明の名称】 メタン発酵方法

(57) 【要約】

【目的】揮発性有機物の基質や、水素供与体となる有機化合物の分解、変換を促進し、バイオガスの精製効果やバイオガスとしての回収効率に優れたメタン発酵方法を提供すること。

【構成】バイオマスをもタン発酵槽に導入してメタン発酵するメタン発酵方法において、前記メタン発酵槽内を、強制的に加圧することなく、発酵によって生じる自然発酵圧によって0.2MPa~5MPaの範囲まで圧力を上昇させてメタン発酵することを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

バイオマスをメタン発酵槽に導入してメタン発酵するメタン発酵方法において、前記メタン発酵槽内を、強制的に加圧することなく、発酵によって生じる自然発酵圧によって 0 . 2 M P a ~ 5 M P a の範囲まで圧力を上昇させてメタン発酵することを特徴とするメタン発酵方法。

## 【請求項 2】

前記メタン発酵槽内を前記自然発酵圧によって 0 . 3 M P a ~ 2 M P a の範囲まで圧力を上昇させることを特徴とする請求項 1 記載のメタン発酵方法。

## 【請求項 3】

前記メタン発酵槽内の温度が 5 5 以上 9 0 以下の槽内均一な環境とすることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のメタン発酵方法。

## 【請求項 4】

前記メタン発酵槽内の温度が 6 5 以上 8 5 以下の槽内均一な環境とすることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のメタン発酵方法。

## 【請求項 5】

前記メタン発酵槽に導入するバイオマスの温度をメタン発酵槽から排出される消化液の熱を利用して昇温し、且つメタン発酵槽内の消化液を外部に取り出して再度メタン発酵槽内に循環ポンプにより返送してメタン発酵槽内を循環攪拌すると共に、返送過程で消化液の温度をバイオガスの燃焼熱を利用して昇温することにより、前記槽内均一な環境とすることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載のメタン発酵方法。

## 【請求項 6】

前記メタン発酵槽から消化液を取り出し、消化液にバイオマスを混合してメタン発酵槽内にバイオマスポンプで返送してメタン発酵槽内を循環攪拌する際に、バイオガスの燃焼熱を利用してバイオマスの温度を昇温することにより、前記槽内均一な環境とすることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載のメタン発酵方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明はメタン発酵方法に関し、詳しくは揮発性有機物の利用効率が上昇し、バイオガスの精製効果やバイオガス収集効率に優れるメタン発酵方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、非特許文献 1 には、バイオマスをメタン発酵する方法において、無動力攪拌発酵槽を用いる技術が開示されている。

## 【0003】

この無動力攪拌発酵槽はメタン発酵に伴って発生する自然発酵圧を利用したもので、圧力は最大でも 0 . 1 M P a 程度であり、それ以上になった場合には圧力開放弁によって外部に圧力を放出していた。

## 【0004】

また、自然発酵圧を利用したメタン発酵槽内の消化液の排出においては従来から時々行われているが、この場合の圧力も通常 0 . 1 M P a 程度で、0 . 2 M P a を超えることはなかった。

## 【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 3 4 3 1 0 0 号公報 高温のメタン発酵

## 【非特許文献 1】都市と廃棄物 3 5 巻 1 0 号、2 0 0 5 年、p . 8 0 ~ 8 3

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかし、従来の方式では、メタン発酵槽内の自然発酵圧が最高 0 . 1 M P a 程度であると共に、バイオガス中の硫化水素濃度は通常高く、精製が必要であり、またメタン濃度が

10

20

30

40

50

50～70%程度なので発熱量が低いという課題が残されていた。

【0006】

搾乳牛糞尿などを馴養して65℃や75℃以上のメタン発酵を常圧あるいは0.1MPa程度の圧力下で行う方法はメタン収率を10%程度までは向上できるものの、この程度では揮発性有機物化の進行が十分でなく、バイオガスの精製効果や揮発性有機物の利用効率が満足できないことがわかった。

【0007】

そこで、本発明の課題は、揮発性有機物の基質や、水素供与体となる有機化合物の分解、変換を促進し、バイオガスの精製効果やバイオガスとしての回収効率に優れるメタン発酵方法を提供することにある。

【0008】

また本発明の他の課題は、以下の記載によって明らかとなる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題は、以下の各発明によって解決される。

【0010】

(請求項1)

バイオマスをメタン発酵槽に導入してメタン発酵するメタン発酵方法において、前記メタン発酵槽内を、強制的に加圧することなく、発酵によって生じる自然発酵圧によって0.2MPa～5MPaの範囲まで圧力を上昇させてメタン発酵することを特徴とするメタン発酵方法。

【0011】

(請求項2)

前記メタン発酵槽内を前記自然発酵圧によって0.3MPa～2MPaの範囲まで圧力を上昇させることを特徴とする請求項1記載のメタン発酵方法。

【0012】

(請求項3)

前記メタン発酵槽内の温度が55℃以上90℃以下の槽内均一な環境とすることを特徴とする請求項1又は2記載のメタン発酵方法。

【0013】

(請求項4)

前記メタン発酵槽内の温度が65℃以上85℃以下の槽内均一な環境とすることを特徴とする請求項1又は2記載のメタン発酵方法。

【0014】

(請求項5)

前記メタン発酵槽に導入するバイオマスの温度をメタン発酵槽から排出される消化液の熱を利用して昇温し、且つメタン発酵槽内の消化液を外部に取り出して再度メタン発酵槽内に循環ポンプにより返送してメタン発酵槽内を循環攪拌すると共に、返送過程で消化液の温度をバイオガスの燃焼熱を利用して昇温することにより、前記槽内均一な環境とすることを特徴とする請求項3又は4記載のメタン発酵方法。

【0015】

(請求項6)

前記メタン発酵槽から消化液を取り出し、消化液にバイオマスを混合してメタン発酵槽内にバイオマスポンプで返送してメタン発酵槽内を循環攪拌する際に、バイオガスの燃焼熱を利用してバイオマスの温度を昇温することにより、前記槽内均一な環境とすることを特徴とする請求項3又は4記載のメタン発酵方法。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、揮発性有機物の基質や、水素供与体となる有機化合物の分解、変換を促進し、バイオガスの精製効果やバイオガスとしての回収効率に優れるメタン発酵方法を

10

20

30

40

50

提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0018】

本発明のメタン発酵方法は、バイオマスをメタン発酵槽に導入してメタン発酵する方法において、前記メタン発酵槽内を、強制的に加圧することなく、発酵によって生じる自然発酵圧によって0.2MPa～5MPaの範囲まで圧力を上昇させてメタン発酵することを特徴とする。

【0019】

本発明において、「強制的に加圧することなく」というのは、コンプレッサなどの加圧装置を用いて人為的に発酵槽内の圧力を上げる手法を採用していないことを意味している。

【0020】

また「発酵によって生じる自然発酵圧」というのは、密閉された発酵槽内で、メタン発酵など生物学的な反応によってメタンなどの気体成分が生じることによってメタン発酵槽内の圧力が高い状態になることを意味する。

【0021】

本発明においては、発酵によって生じる自然発酵圧によって0.2MPa～5MPaの範囲、好ましくは0.3MPa～2MPaの範囲、より好ましくは0.5MPa～1MPaの範囲まで発酵槽内の圧力を上昇させる。0.2MPa未満では揮発性有機物の利用効率が低下し、バイオガスの精製効果やバイオガスとしての回収効率が不十分である。圧力の上限はメタン発酵槽の耐圧構造コストと揮発性有機物の利用効率、バイオガスの精製効果との関係で決まり、5MPaを越えると耐圧構造コストの影響が大きくなる。経済的に効率の良い発酵圧は0.5～1MPaであり、この圧力範囲であるとプロパン貯蔵容器レベルの耐圧設計で済む。

【0022】

すなわち、本発明者は、発酵によって生じる自然発酵圧によって0.2MPa～5MPaの範囲まで圧力を上昇させることによって、VS（揮発性有機物）利用率の向上が可能となり、その結果、バイオガスとして回収するエネルギーは常圧発酵もしくは0.1MPa以下の発酵より10%以上向上することを見出した。

【0023】

また本発明者は、発酵によって生じる自然発酵圧によって0.2MPa～5MPaの範囲まで圧力を上昇させることにより、バイオガスの精製効果、高カロリー化が実現することを見出した。すなわち発酵槽中の圧力が上昇することで、水溶性のガスである二酸化炭素、硫化水素はメタン発酵消化液（発酵液）に吸収される。一方でメタンガスはほとんど水に溶けることがないため、発酵槽内の気体はメタンの割合が高くなり、バイオガスの精製効果、高カロリー化が実現する。

【0024】

メタン発酵槽は、絶対嫌気性であるメタン生成菌による活動を妨げることがない構成のものが好ましく、例えば空気を完全に遮断したタンクにより構成される。タンクは0.2MPa～5MPaの範囲の圧力に対応した設計となり、また攪拌用スクリーシャフトなどのメカニカルシール部をできるだけ有していない方が制作上、維持管理上好ましい。

【0025】

メタン発酵槽には、適正範囲の圧力で稼働していることを確認するための圧力センサを設けることができ、また例えば5MPa以上に圧力が上昇した場合に、圧力を開放できる圧力開放弁を設けることができる。

【0026】

更に、本発明者は、前記メタン発酵槽内の温度が55以上90以下の環境下で発酵することによって上記の圧力とも相俟って、VS（揮発性有機物）利用率は更に向上する

10

20

30

40

50

ことを見出した。例えば発酵温度が55で、加圧しない従来例と圧力を約1MPaにしたものでは、VS利用率が42%から約1.1倍の45%になった。さらに、圧力が1MPaで発酵温度を55から65に上昇させると、加圧なし、発酵温度55（従来例）のVS利用率に比べて約1.4倍の58%となり、85では、約1.6倍の70%となることを見出した。

【0027】

発酵槽内を高温にすると好熱性メタン発酵生成菌による微生物学的な分解の他に、化学的な加水分解速度も大きくなるものと考えられた。

【0028】

本発明においてメタン発酵槽内を高温にする手法は、加圧状態になっている内部のガスを漏出させないことが重要で、シャフトのメカニカルシールなどはできるだけ用いないことが重要である。そのため、内部の攪拌や加温は消化液を外部に抜き出して熱交換器によって昇温すると共にポンプで循環して槽内を均一化する方法をとることが好ましい。

【0029】

本発明のメタン発酵方法に用いられるバイオマス（有機性廃棄物）としては、例えば畜産廃棄物（例えば牛、豚、羊、山羊、ニワトリなどの家畜糞尿や飼料残渣、敷糞）、緑農廃棄物、生ごみ、農水産業廃棄物、食品加工廃棄物、廃水処理汚泥（例えば下水処理汚泥やし尿処理汚泥など）などを挙げることができる。

【0030】

本発明において、かかるバイオマスは発酵槽に導入される前に十分な破碎、前発酵処理などがなされていることが好ましい。発酵槽内でメタン発酵を速やかに進行させるからである。

【0031】

メタン発酵槽におけるメタン生成菌は加水分解菌や酸発酵菌などと共生し、これらの微生物の代謝によってメタン生成菌の代謝に必要な基質や水素供与体を供給している。

【0032】

加水分解や酸発酵がメタン発酵と同様の効果を有するかは不明だが、高温化、加圧しても支障は生じていない。

【0033】

図1に本発明のメタン発酵方法を実施する好ましいシステム例を説明する。

【0034】

図1において、バイオマスを貯蔵する貯蔵タンク1からスクリュウポンプなどのバイオマスポンプ2により輸送管20を介して定量的に搬送され、メタン発酵槽3に送られる。メタン発酵槽3に至る過程で、熱交換器4によって加温（昇温）される。メタン発酵槽3には図示しない圧力センサ、温度センサ、圧力調整弁（例えば5MPa以上に加圧された場合に圧力を放出する）などが設けられている。

【0035】

本発明においては、前述のように、内部の攪拌や加温する方法は、消化液を外部に抜き出して熱交換器によって昇温すると共に、ポンプで循環して槽内を均一化する方法が好ましい。具体的には、前記メタン発酵槽3内の温度が55以上90以下の槽内均一な環境とすることが好ましく、より好ましくは65以上85以下の槽内均一な環境とすることである。

【0036】

図1には、循環ポンプ30によってメタン発酵槽3内の消化液を循環させて、メタン発酵槽3内を攪拌する手法が示されている。

【0037】

循環ポンプ30からメタン発酵槽3に至る過程に、熱交換器31が設けられている。熱交換器31では、バイオガスの燃焼によって得られるスチームや温水を熱源として利用することが好ましい。この熱交換器31での昇温温度は、メタン発酵槽3内に設置された温度センサによって検出された温度に応じて制御される。

10

20

30

40

50

## 【0038】

本発明では、消化液の循環によって槽内攪拌を行うと共に、温度調節も同時に実施される。その結果、前述のバイオマスの昇温とも相俟って、55 以上90 以下の槽内均一な環境が形成される。

## 【0039】

メタン発酵槽3では、発酵によって生じる自然発酵圧0.2MPa~5MPaの範囲でメタン発酵が行われる。生成するバイオガス中のメタンガス濃度は例えば85%以上と高濃度になり、CO<sub>2</sub>濃度は低く、H<sub>2</sub>S濃度は0ppmに近づく。

## 【0040】

メタン発酵槽から抽出した消化液は熱回収、液肥として農地還元するための過剰窒素除去などを、例えば次のようなプロセスで行うことが好ましい。

## 【0041】

消化液は排出管32から排出され、熱交換器4でバイオマスと熱交換し、バイオマスを昇温(加温)する。消化液は発酵温度が55 以上と高いので、その温度(熱含量)を利用できる。

## 【0042】

熱交換後CO<sub>2</sub>は脱気装置5へ送られ、CO<sub>2</sub>が脱気される。その後、アンモニアストリッピング装置6に至り、アンモニアが回収される。アンモニアストリッピング装置6には、充填材60を有し、該充填材60の上方から下方に向かって消化液を散布し、下方から空気を送り込み、アンモニアストリッピングを行う。

## 【0043】

本発明では、メタン発酵槽3から消化液を抽出するためにポンプなどの移送手段を必要としない。メタン発酵槽3内が自然発酵圧0.2MPa~5MPaの範囲で加圧されているからである。従って、抽出しポンプについて設備コストと動力コストの削減効果がある。

## 【0044】

本発明では、発酵によって生じる自然発酵圧によって0.2MPa~5MPaの範囲まで圧力を上昇させるので、通常馴養の結果として、メタン発酵槽内では高温、高圧力下で、活性が高くなる、もしくは活性が保たれる微生物が優占化する菌叢になっている。これらの微生物によって加水分解菌による加水分解反応や酸発酵菌による酸発酵反応等が促進され、その結果、メタン生成菌の代謝に対する基質や水素供与体濃度が増加し、メタン生成量も増加する。

## 【0045】

従来メタン発酵は55 程度の高温発酵、37 程度の中温発酵は主流であった。本発明における発酵温度、例えば75 では55 より20 高く、エネルギー(RT)にしてたかだか0.04kcal/mdである。また、海洋生物に見られるように圧力への馴養は比較的容易であり、高温、高圧は反応速度を大きくする効果が顕著に現れる。

## 【0046】

次に、本発明において、消化液を外部に抜き出して熱交換器によって昇温すると共にポンプで循環して槽内を均一化する方法の他の好ましい態様を図2に基づいて説明する。

## 【0047】

図2に示す例は、メタン発酵槽3から排出される消化液とバイオマスを混合した後、バイオマスポンプ2によってメタン発酵槽3内に返送してメタン発酵槽3内を循環攪拌する際に、熱交換器31を用いてバイオガスの燃焼熱を利用してバイオマスの温度を昇温することにより、前記槽内均一な環境とするものである。熱交換器31では、バイオガスの燃焼によって得られるスチームや温水が熱源として利用される。

## 【0048】

この態様では、循環する消化液の熱を利用できるのみならず、バイオマスと消化液が混合されてバイオマスポンプ2で送液されるので、バイオマスポンプとして通常のスラリーポンプを使用でき、スネークポンプを用いる必要がなくなるのでコスト低減に寄与する。

## 【0049】

10

20

30

40

50

この熱交換器 31 での昇温温度は、メタン発酵槽 3 内に設置された温度センサによって検出された温度に応じて制御される。

【0050】

次に、本発明のメタン発酵方法、製造方法で採用可能なメタン発酵槽（必要により耐圧リアクターとも称する）について図面に基づき説明する。

【0051】

図 3 は耐圧リアクターの一例を示す正面図であり、図 4 は耐圧リアクターの他の例を示す正面図である。

【0052】

メタン発酵槽（耐圧リアクター）3 は、図 3 のような球形であっても、図 4 のような口  
10 リー型でもよい。図 3、4 において、33 は架台である。

【0053】

耐圧リアクター 3 の容器材質は中性付近の還元性の強い発酵液を保持するため、通常の鋼板（例えば S P V 4 9 0 Q）などを使用でき、ステンレス鋼などを用いる必要はない。

【0054】

また、耐圧性を例えば許容応力約  $20 \text{ kg} / \text{mm}^2$ 、設計圧力約  $10 \text{ kg} / \text{cm}^2$  として、図 3 のような球形リアクターを製作する場合、リアクター内径は通常  $2.5 \text{ m}$  程度までが好ましく、発酵液の貯蔵容量は  $5000 \sim 5500 \text{ m}^3$  までが好ましい。

【0055】

国内の高圧ガス取締法に基づく設計例を示すと、 $\text{max} 23.4 \text{ m}$ 、貯蔵量  $6037$   
20  $\text{m}^3$  の球形タンクで、鋼板厚さは下部で  $36 \text{ mm}$ 、上部で  $30 \text{ mm}$  になる。

【0056】

大型のリアクター内の発酵液を攪拌する方法としては、複数台の攪拌機（スクリーなど）をリアクター壁面（タンク壁面）に取り付けることができる。

【0057】

リアクター容量は数  $100 \text{ m}^3$ （たとえば  $300 \text{ m}^3$ ）程度までの場合は、より小型の球形タンクとするか、あるいは円筒型の容器を用いることもできる。この程度の容量の場合は攪拌機を用いる方法の他にリアクターを押し出し方式（プラグフロー型）にすることも可能である。ただしメタン生成菌をあらかじめ含有していない発酵原料（バイオマス）  
30 に対しては、リアクター投入前に抜き出した発酵液と十分に混合（返送）する処置が必要となる。大型の場合も、小型の場合もリアクター内で発酵液から発生するバイオガスによって発酵液はある程度攪拌される。

【0058】

従来の無動力攪拌発酵槽では、事実上、完全混合にはならないので強制攪拌方式よりも全体の発酵速度は遅く、タンク容量（サイズ）は大きくなるが、攪拌手段を設ける本発明の好ましい態様では発酵速度が上昇し、タンク容量は小さくなる。

【実施例】

【0059】

以下、実施例により本発明の効果を例証する。

【0060】

実施例 1（高圧下、55 でのメタン発酵）  
40 搾乳牛糞尿をメタン発酵槽（圧力容器）中で、嫌気条件下、55 に維持したところ、搾乳牛糞由来の污泥が得られ、メタンの産生が確認された。

【0061】

圧力容器からの排気量を調節し、排出量を少なくすると、メタン発酵によるバイオガス生成により、自然発酵圧によって加圧され発酵槽内の圧力が  $1 \text{ MPa}$  程度になったが、メタン発酵は行われた。この污泥は  $1 \text{ MPa}$  下でのメタン発酵が可能であった。

【0062】

実施例 2

実施例 1 の条件でさらに圧力を上げて、 $2 \text{ MPa}$  の圧力を加えたが、メタン発酵が可能  
50

であった。

【 0 0 6 3 】

比較例 1

実施例 1 の条件で、圧力は常圧（大気圧）にしてメタン発酵を行った。メタン発酵は行われたがガス発生量が圧力下に比べて少なかった。

【 0 0 6 4 】

実施例 3（高圧下、65 でのメタン発酵）

搾乳牛糞尿をメタン発酵槽（圧力容器）中で、嫌気条件下、65 に維持したところ、搾乳牛糞由来の汚泥が得られ、メタンの産生が確認された。

【 0 0 6 5 】

実施例 1 と同様にメタン発酵による自然発酵圧によって加圧され発酵槽内の圧力が 1 M P a 程度になったがメタン発酵は行われた。この汚泥は 1 M P a 下、65 でのメタン発酵が可能であった。

【 0 0 6 6 】

実施例 4

実施例 3 の条件でさらに圧力を上げて、1.3 M P a の圧力を加えたが、メタン発酵が可能であった。

【 0 0 6 7 】

実施例 5（高圧下、85 でのメタン発酵）

搾乳牛糞尿をメタン発酵槽（圧力容器）中で、嫌気条件下、85 に維持したところ、搾乳牛糞由来の汚泥が得られ、メタンの産生が確認された。

【 0 0 6 8 】

実施例 1 と同様にメタン発酵による自然発酵圧によって加圧され発酵槽内の圧力が 1 M P a 程度になったがメタン発酵は行われた。この汚泥は 1 M P a 下、85 でのメタン発酵が可能であった。

【 0 0 6 9 】

実施例 6

実施例 5 の条件でさらに圧力を上げて、1.3 M P a の圧力を加えたが、メタン発酵が可能であった。

【 0 0 7 0 】

（評価）

上記実施例及び比較例におけるメタンガス発生量、V S 利用率、バイオガス中のメタン濃度と硫化水素濃度を各々求め、表 1 に示した。なお、表 1 においてガス発生量は N T P 換算値である。

【 0 0 7 1 】

また、V S 利用率と圧力の関係を図 5 に示す。ここで、 $V S \text{ 利用率} = (\text{投入バイオマス中 } V S \text{ 値} - \text{発酵残渣中 } V S \text{ 値}) / \text{投入バイオマス中 } V S \text{ 値}$  で表わされる。

【 0 0 7 2 】

図 5 から、この汚泥は圧力が上がるにつれて V S 利用率が向上し、さらに高温で V S 利用率が高いことが明らかになった。

【 0 0 7 3 】

その結果は、表 1 から明らかである。また、相乗効果として、圧力によってバイオガス中の二酸化炭素や硫化水素が発酵残渣（消化液）中に吸収されるためバイオガス中の割合が減り、メタン濃度の割合が高くなることが指摘できる。

【 0 0 7 4 】

この汚泥は圧力下でメタン発酵能力が高くなり、高温条件ではさらに発酵能力が優れていることが明らかになった。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

【表 1】

	発酵槽内圧力 (MPa)	発酵温度 (°C)	ガス発生量 (L/kg-バイオマス)	メタン濃度 (vol%)	硫化水素濃度 (ppm)	VS利用率 (%)
比較例1	0.1	55	500	55	1000	42
実施例1	1.0	55	550	70	55	45
実施例2	2.0	55	790	80	0	58
実施例3	1.0	65	770	70	40	58
実施例4	1.3	65	850	75	2	65
実施例5	1.0	85	1000	75	20	70
実施例6	1.3	85	1150	75	5	80

## 【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】本発明のメタン発酵方法を実施する好ましいシステム例を示す概略図

【図2】本発明のメタン発酵方法を実施する他の好ましいシステム例を示す概略図

【図3】本発明において採用可能なメタン発酵槽の一例を示す図

【図4】本発明において採用可能なメタン発酵槽の他の例を示す図

【図5】VS利用率と圧力の関係を示すグラフ

20

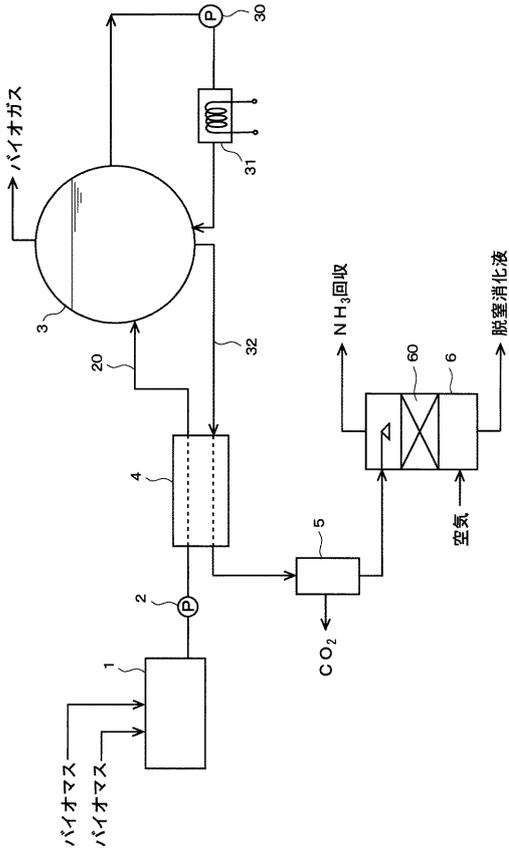
## 【符号の説明】

【0077】

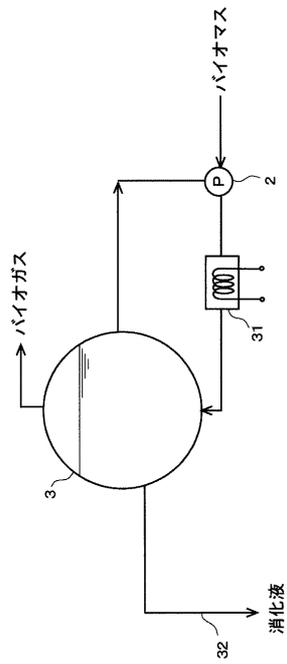
- 1：貯蔵タンク
- 2：バイオマスポンプ
- 20：輸送管
- 3：メタン発酵槽
- 30：循環ポンプ
- 31：熱交換器
- 32：排出管
- 33：架台
- 4：熱交換器
- 5：脱気装置
- 6：アンモニアストリッピング装置
- 60：充填材

30

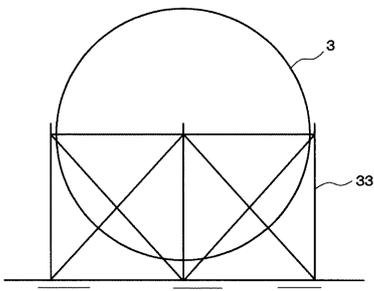
【図1】



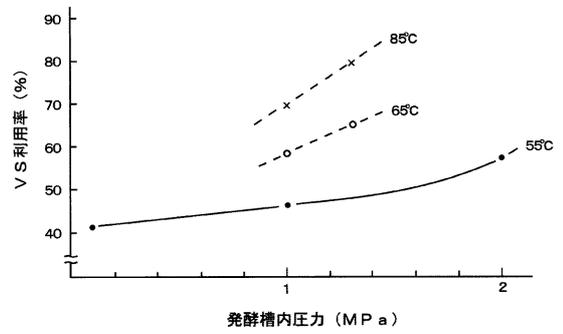
【図2】



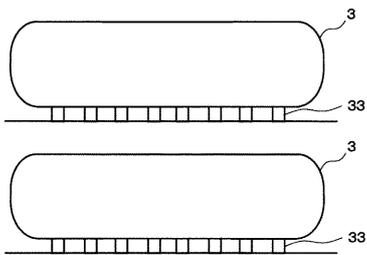
【図3】



【図5】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 三崎 卓也

東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内

(72)発明者 丸本 隆之

東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内

(72)発明者 浜本 修

東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内

Fターム(参考) 4D004 AA02 AA03 AA04 AC05 BA04 CA04 CA18 CA22 CB04 CB13  
CB21 CB44 CB45 CB50 DA01 DA02 DA03 DA06 DA07  
4D059 AA01 AA03 AA07 AA08 BA12 BA48 BA56 BK11 CA07 CA08  
CA22 CB02 CC01 EA06 EA08 EB06 EB08