

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5112664号  
(P5112664)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int.Cl. F I  
**C 1 O L 3/10 (2006.01)** C 1 O L 3/00 B  
**B O 1 D 53/18 (2006.01)** B O 1 D 53/18 C

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-240585 (P2006-240585)	(73) 特許権者	594087274 神戸市 兵庫県神戸市中央区加納町6丁目5番1号
(22) 出願日	平成18年9月5日(2006.9.5)	(73) 特許権者	301031392 独立行政法人土木研究所 茨城県つくば市南原1番地6
(65) 公開番号	特開2008-63392 (P2008-63392A)	(73) 特許権者	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
(43) 公開日	平成20年3月21日(2008.3.21)	(74) 代理人	100089196 弁理士 梶 良之
審査請求日	平成21年7月31日(2009.7.31)	(72) 発明者	竹中 恭三 兵庫県神戸市中央区加納町6丁目5番1号 神戸市役所社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 メタン回収方法および消化ガス精製装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

メタンを主成分とする消化ガスを消化ガス圧縮機で圧縮し、圧縮した消化ガスを吸収塔に供給するとともに、外部から前記吸収塔に吸収水を供給して、この吸収塔内の吸収水に消化ガス中の二酸化炭素等を溶解・除去して精製ガスを得る一方、前記吸収塔から抽出された吸収水を減圧タンクで減圧してガスを放散させ、放散させたガスを前記消化ガス圧縮機に戻すと共に、ガス放散後の吸収水を減圧タンクから系外に排出するメタン回収方法において、外部から前記吸収塔に供給される前記吸収水の水温が予め設定した設定温度を超えると、前記水温と設定温度との温度差に応じて前記減圧タンクの内圧を減圧することを特徴とするメタン回収方法。

【請求項2】

メタンを主成分とする消化ガスを消化ガス圧縮機で圧縮し、圧縮した消化ガスを吸収塔に供給するとともに、外部から前記吸収塔に吸収水を供給して、この吸収塔内の吸収水に消化ガス中の二酸化炭素等を溶解・除去して精製ガスを得る一方、前記吸収塔から抽出された吸収水を減圧タンクで減圧してガスを放散させ、放散させたガスを前記消化ガス圧縮機に戻すと共に、ガス放散後の吸収水を減圧タンクから系外に排出するメタン回収方法において、予め設定した一定時間内における消化ガスの流量およびメタン濃度の消化ガス測定データ、精製ガスの流量およびメタン濃度の精製ガス測定データ、およびオフガスの流量およびメタン濃度のオフガス測定データのうち、少なくとも何れか2組の測定データから求められるメタン回収率が予め設定した回収率以上の回収率になるように、メタン回収

率と前記減圧タンクの内圧との関係に基づいて、前記減圧タンクの内圧を減圧することを特徴とするメタン回収方法。

【請求項 3】

メタンを主成分とする消化ガスを圧縮する消化ガス圧縮機と、この消化ガス圧縮機で圧縮された消化ガスを受入れて消化ガス中の二酸化炭素等を吸収水に溶解・除去して精製ガスを得る吸収塔と、吸収水を外部からこの吸収塔に供給するための吸収水供給ラインと、前記吸収塔から抜出された吸収水が供給されると共に、この吸収水を減圧する減圧タンクと、この減圧タンクでの減圧により吸収水から放散したガスを前記消化ガス圧縮機に戻す放散ガス戻しラインと、ガス放散後の吸収水を減圧タンクから系外に排出する吸収水排出ラインとからなり、前記吸収水供給ラインに吸収水の水温を測定する水温測定手段を設け、前記減圧タンクまたは前記放散ガス戻しラインに減圧タンクの圧力を測定する圧力測定手段を設け、放散ガス戻しラインに圧力調整弁を設けると共に、前記吸収水供給ラインから前記吸収塔に供給される前記吸収水の水温が予め設定した設定温度を超えると、前記水温と設定温度との温度差に応じて前記減圧タンクの内圧を減圧するように放散ガス戻しラインに設けた前記圧力調整弁の開閉の制御を行う制御手段を設けたことを特徴とする消化ガス精製装置。

10

【請求項 4】

メタンを主成分とする消化ガスを圧縮する消化ガス圧縮機と、この消化ガス圧縮機で圧縮された消化ガスを受入れて消化ガス中の二酸化炭素等を吸収水に溶解・除去して精製ガスを得る吸収塔と、吸収水を外部からこの吸収塔に供給するための吸収水供給ラインと、前記吸収塔から抜出された吸収水が供給されると共に、この吸収水を減圧する減圧タンクと、この減圧タンクから減圧により吸収水から放散したガスを前記消化ガス圧縮機に戻す放散ガス戻しラインと、ガス放散後の吸収水を減圧タンクから系外に排出する吸収水排出ラインとからなり、消化ガスの流量およびメタン濃度を測定する第 1 測定手段、精製ガスの流量およびメタン濃度を測定する第 3 測定手段、およびオフガスの流量およびメタン濃度を測定する第 2 測定手段のうち、少なくとも何れか 2 組の測定手段を設け、前記減圧タンクまたは前記放散ガス戻しラインに減圧タンクの圧力を測定する圧力測定手段を設け、前記放散ガス戻しラインに圧力調整弁を設けると共に、前記測定手段による測定データから求められるメタン回収率が予め設定した回収率以上の回収率になるように、メタン回収率と前記減圧タンクの内圧との関係に基づいて、前記減圧タンクの内圧を減圧するように前記放散ガス戻しラインに設けた圧力調整弁の開閉の制御を行う制御手段を設けたことを特徴とする消化ガス精製装置。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、消化ガスからメタンを回収するメタン回収方法および消化ガス精製装置の改善に係り、より詳しくは、吸収水の水温の上昇により吸収水量を増加させても、減圧タンクの内圧を減圧させることにより、精製ガス中のメタン濃度およびメタン回収率を容易に一定に保持し得るようにしたメタン回収方法および消化ガス精製装置に関する。

【背景技術】

40

【0002】

周知のとおり、下水処理等においては、最初沈殿池で回収される初沈污泥や活性污泥設備から発生する余剰污泥は、例えば消化槽内でメタン菌等により嫌気性消化を行うことにより余剰污泥を減容化している。上記のような減容化のための余剰污泥の嫌気処理によりメタン( $\text{CH}_4$ )および二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )を主成分とする消化ガス( $\text{CH}_4$ : 約 60 容量%、 $\text{CO}_2$ : 約 40 容量%、 $\text{H}_2\text{S}$ 、シロキサン等: 若干量)が発生する。このような消化ガスは、メタンガスが主成分であるため、従来、嫌気性消化処理を行う消化槽加温用のボイラ用燃料として有効利用されていた。この場合、消化槽加温用のボイラ用燃料として発生ガス量の 50% 程度の消化ガスが有効利用されているが、ガス自体が 5000 ~ 6000 kcal/Nm<sup>3</sup> と低カロリーであるため、余剰分は都市ガス原料等として有効

50

利用されることもなく、焼却処分されていた。

【0003】

ところで、近年、環境負荷低減や省エネルギーの観点から、消化ガスの燃料としてのさらなる有効利用が注目されている。消化ガスの利用割合を向上させるには、二酸化炭素、 $H_2S$ 、シロキサン化合物等を可能な限り除去して、メタン含有率の高い精製ガスを安価に製造する必要がある。

【0004】

消化ガスを精製することによって、精製メタンガスを製造する従来例に係る消化ガス精製設備（バイオガス精製設備）としては、例えば後述する構成になるものが公知である。

以下、この従来例に係る消化ガス精製設備を、その構成を示すフロー図の図5を参照しながら説明する。この従来例に係る消化ガス精製設備は、汚泥の嫌気性消化を行う消化槽（図示省略）と、脱硫塔51と、ガスホルダー52と、バイオガス精製装置である消化ガス精製装置とを備えている。また、この消化ガス精製装置は、コンプレッサー（消化ガス圧縮機）53と、吸収塔54と、放散塔（減圧タンク）56と、ポンプ55と、除湿器57とから構成されている。より詳しくは、前記消化槽から脱硫塔51に供給された消化ガス中の硫黄系化合物である硫化水素（ $H_2S$ ）は、前記脱硫塔51内を通過する間に除去される。そして、 $H_2S$ が除去された脱硫後の消化ガスは、一旦低圧のガスホルダー52に貯留される。ガスホルダー52に貯留された貯留消化ガスの一部はボイラに供給されるが、残りの消化ガスは、都市ガスとして利用するために消化ガス精製装置の吸収塔54に送られて精製される。

【0005】

即ち、消化ガスはコンプレッサー（消化ガス圧縮機に相当する）53により圧縮されて吸収塔54の塔底から供給される。この吸収塔54の塔底から供給された消化ガスは、この吸収塔54の内部に配設されたガス逆流防止板で仕切られた複数の充填層を通過して塔頂に至る間中を継続して、この吸収塔54の塔頂から供給されている吸収水との接触が繰返される。従って、消化ガス中の二酸化炭素等が吸収水に吸収（溶解）されて除去される。

次いで、吸収塔54の塔頂から流出した二酸化炭素等が除去された消化ガスは、除湿器57を経て精製メタンガスとして取出される。

【0006】

一方、吸収塔54の塔底から排出された二酸化炭素等を吸収した吸収水は放散塔56の塔頂に送られる。この場合、この吸収塔54の塔底から排出された吸収水は吸収塔54と放散塔56との間の圧力差により、ポンプを用いるまでもなく移送される。放散塔56内の圧力は大気圧に設定されているので、吸収水に溶解している二酸化炭素等の不要ガス成分は、圧力差による放散により水から除去される。

【0007】

不要ガス成分が除去された吸収水は、放散塔56の下部の充填部に流下し、放散塔の塔底から供給される空気やメタンガス等のキャリアガスと気液接触して、さらに多くの溶解ガスが除去される。吸収水から除去したガスを含んだキャリアガスは、このキャリアガスが空気である場合には燃焼用空気として、またメタンガスである場合には燃料ガスの一部としてボイラに送られる。そして、放散塔56の塔底から排出されたガス除去後の吸収水は、ポンプ55により加圧されて吸収塔54に戻され、吸収水として再利用に供されるようになっている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開2004-83542号公報（図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

小規模な設備であって、かつ安価に大量の水の利用と排出が可能な下水処理場においては、このような消化ガス精製装置であって、減圧タンクからガス放散後の吸収水を排水する、吸収水を再使用しない吸収水一過式の消化ガス精製装置の適用により、設備費用および運転費用を抑えることが可能となる。この吸収水一過式の消化ガス精製装置の場合には

、吸収塔に供給される吸収水の冷却に多大なエネルギーを要するため、通常吸収水の水温制御は行われていない。従って、吸収水の水温は季節や天候等の要件によって変動する。

そして、吸収水の水温が高温になると、 $\text{CO}_2$  や  $\text{H}_2\text{S}$  の溶解度の低下により精製ガス中の  $\text{CO}_2$  や  $\text{H}_2\text{S}$  の含有率が増加する。

【0009】

その場合、二酸化炭素等を除去して、精製ガスのメタン含有率（例えば、97容量%以上）を一定に維持するために、吸収水量を増加させる必要がある。ところが、吸収水の量を増加させると、吸収水に溶解して吸収塔から抽出されるメタン量が増大し、オフガスとして排出されるメタン量が増大するため、メタン回収率が低下する。即ち、精製ガスのメタン含有率を一定に維持するために吸収水量を増大させるにもかかわらず、メタン回収率を一定に維持することができなくなるという問題がある。

10

【0010】

従って、本発明の目的は、吸収水の水温の上昇により吸収水量を増加させても、減圧タンクの内圧を減圧させて吸収水中の溶存メタンの回収率を向上させ、減圧タンクから排出される吸収水中のメタン含有量を低減することにより、高いメタン回収率（例えば、98%以上）を維持すると共に、精製ガス中のメタン濃度を容易に一定に保持することを可能ならしめるメタン回収方法および消化ガス精製装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

吸収水の水温上昇によるガス溶解度の低下を補うために吸収水量を増加させても、減圧タンクの内圧を減圧すれば、ガス溶解度の低下により溶存メタンを吸収水からより多く放散させ、この放散ガスを消化ガス圧縮機に戻すことができる。従って、吸収水量を増加させてもオフガスとなるメタンの全体量を減少させることができるから、メタンの回収率の低下を回避することができると考えて、本発明を具現したものである。

20

【0012】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであって、従って上記課題を解決するために、本発明の請求項1に係るメタン回収方法が採用した手段の要旨は、メタンを主成分とする消化ガスを消化ガス圧縮機で圧縮し、圧縮した消化ガスを吸収塔に供給するとともに、外部から前記吸収塔に吸収水を供給して、この吸収塔内の吸収水に消化ガス中の二酸化炭素等を溶解・除去して精製ガスを得る一方、前記吸収塔から抽出された吸収水を減圧タンクで減圧してガスを放散させ、放散させたガスを前記消化ガス圧縮機に戻すと共に、ガス放散後の吸収水を減圧タンクから系外に排出するメタン回収方法において、外部から前記吸収塔に供給される前記吸収水の水温が予め設定した設定温度を超えると、前記水温と設定温度との温度差に応じて前記減圧タンクの内圧を減圧することを特徴とするものである。

30

【0013】

本発明の請求項2に係るメタン回収方法が採用した手段の要旨は、メタンを主成分とする消化ガスを消化ガス圧縮機で圧縮し、圧縮した消化ガスを吸収塔に供給するとともに、外部から前記吸収塔に吸収水を供給して、この吸収塔内の吸収水に消化ガス中の二酸化炭素等を溶解・除去して精製ガスを得る一方、前記吸収塔から抽出された吸収水を減圧タンクで減圧してガスを放散させ、放散させたガスを前記消化ガス圧縮機に戻すと共に、ガス放散後の吸収水を減圧タンクから系外に排出するメタン回収方法において、予め設定した一定時間内における消化ガスの流量およびメタン濃度の消化ガス測定データ、精製ガスの流量およびメタン濃度の精製ガス測定データ、およびオフガスの流量およびメタン濃度のオフガス測定データのうち、少なくとも何れか2組の測定データから求められるメタン回収率が予め設定した回収率以上の回収率になるように、メタン回収率と前記減圧タンクの内圧との関係に基づいて、前記減圧タンクの内圧を減圧することを特徴とするものである。

40

【0014】

本発明の請求項3に係る消化ガス精製装置が採用した手段の要旨は、メタンを主成分と

50

する消化ガスを圧縮する消化ガス圧縮機と、この消化ガス圧縮機で圧縮された消化ガスを受入れて消化ガス中の二酸化炭素等を吸収水に溶解・除去して精製ガスを得る吸収塔と、吸収水を外部からこの吸収塔に供給するための吸収水供給ラインと、前記吸収塔から排出された吸収水が供給されると共に、この吸収水を減圧する減圧タンクと、この減圧タンクでの減圧により吸収水から放散したガスを前記消化ガス圧縮機に戻す放散ガス戻しラインと、ガス放散後の吸収水を減圧タンクから系外に排出する吸収水排出ラインとからなり、前記吸収水供給ラインに吸収水の水温を測定する水温測定手段を設け、前記減圧タンクまたは前記放散ガス戻しラインに減圧タンクの圧力を測定する圧力測定手段を設け、放散ガス戻しラインに圧力調整弁を設けると共に、前記吸収水供給ラインから前記吸収塔に供給される前記吸収水の水温が予め設定した設定温度を超えると、前記水温と設定温度との温度差に応じて前記減圧タンクの内圧を減圧するように放散ガス戻しラインに設けた前記圧力調整弁の開閉の制御を行う制御手段を設けたことを特徴とするものである。

10

## 【0015】

本発明の請求項4に係る消化ガス精製装置が採用した手段の要旨は、メタンを主成分とする消化ガスを圧縮する消化ガス圧縮機と、この消化ガス圧縮機で圧縮された消化ガスを受入れて消化ガス中の二酸化炭素等を吸収水に溶解・除去して精製ガスを得る吸収塔と、吸収水を外部からこの吸収塔に供給するための吸収水供給ラインと、前記吸収塔から排出された吸収水が供給されると共に、この吸収水を減圧する減圧タンクと、この減圧タンクから減圧により吸収水から放散したガスを前記消化ガス圧縮機に戻す放散ガス戻しラインと、ガス放散後の吸収水を減圧タンクから系外に排出する吸収水排出ラインとからなり、消化ガスの流量およびメタン濃度を測定する第1測定手段、精製ガスの流量およびメタン濃度を測定する第3測定手段、およびオフガスの流量およびメタン濃度を測定する第2測定手段のうち、少なくとも何れか2組の測定手段を設け、前記減圧タンクまたは前記放散ガス戻しラインに減圧タンクの圧力を測定する圧力測定手段を設け、前記放散ガス戻しラインに圧力調整弁を設けると共に、前記測定手段による測定データから求められるメタン回収率が予め設定した回収率以上の回収率になるように、メタン回収率と前記減圧タンクの内圧との関係に基づいて、前記減圧タンクの内圧を減圧するように前記放散ガス戻しラインに設けた圧力調整弁の開閉の制御を行う制御手段を設けたことを特徴とするものである。

20

## 【発明の効果】

30

## 【0016】

本発明の請求項1に係るメタン回収方法、または本発明の請求項3に係る消化ガス精製装置によれば、吸収水の水温が予め設定した設定温度を超えると、前記水温と設定温度との温度差に応じて減圧タンクの内圧が減圧されるため、吸収水の水温上昇によるガス溶解度の低下を補うために吸収水量を増加させても、減圧タンクで吸収塔から抜き出された吸収水に溶解していたメタンをより多く放散させて回収することができる。従って、吸収水の供給量を増加させてもオフガスとなるメタンの全体量の増加を回避することができるから、精製ガスのメタン濃度とメタンの回収率を一定に維持することができる。

## 【0017】

本願発明の請求項2に係るメタン回収方法、または本発明の請求項4に係る消化ガス精製装置によれば、予め設定した一定時間内における消化ガスの流量およびメタン濃度の消化ガス測定データ、精製ガスの流量およびメタン濃度の精製ガス測定データ、およびオフガスの流量およびメタン濃度のオフガス測定データのうち、少なくとも何れか2組の測定データから求められるメタン回収率が予め設定された値以上になるように、減圧タンクの内圧が減圧される。従って、吸収水の水温上昇によるガス溶解度の低下を補うために吸収水の供給量を増加させても、減圧タンクで吸収塔から抜き出された吸収水に溶解していたメタンをより多く放散させて回収することができるため、オフガスとなるメタンの全体量の増加を回避することができるから、精製ガスのメタン濃度とメタンの回収率を一定に維持することができる。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【0018】

以下、本発明のメタン回収方法を実施する消化ガス精製装置を、添付図面を参照しながら説明する。図1は本発明のメタン回収方法を実施する実施の形態1に係る消化ガス精製装置の模式的全体構成説明図である。また、図2は減圧タンクの圧力が0.4MPa（ゲージ圧力、以下同じ）の場合における吸収水の水温（ ）と、メタン回収率（%）の関係説明グラフ図、図3は吸収水の水温が25 の場合における減圧タンクの圧力（ゲージ圧力）とメタン回収率（%）の関係グラフ図である。

## 【0019】

なお、図2および図3は消化ガス量、消化ガス中のメタン濃度、精製ガス量、および精製ガス中のメタン濃度を計測し、消化ガス中のメタン量および精製ガス中のメタン量を算出して求めたメタン回収率をプロットして図示したものである。また、図2および図3に示すメタン回収率は、精製ガスのメタン含有率が97容量%以上、かつ吸収塔圧力が0.9MPaの場合のものであって、精製ガスのメタン含有率あるいは吸収塔の圧力が変われば、当然メタン回収率も変わるものである。

## 【0020】

先ず、図1を参照しながら、本発明のメタン回収方法を実施する実施の形態1に係る消化ガス精製装置を説明する。即ち、この消化ガス精製装置は、有機性汚泥、有機性廃水等の有機物の嫌気性消化を行う消化槽（図示省略）から消化ガス供給ライン1aを介して流入する消化ガス、または脱硫（ $H_2S$ 除去）後の消化ガスのミスト（水滴）を除去するミストセパレータ1と、このミストセパレータ1を通過したミストが除去された消化ガスを圧縮する、第1段圧縮機2aと第2段圧縮機2bとがシリーズ状に配置されてなる消化ガス圧縮機2を備えている。また、この消化ガス圧縮機2により圧縮されて塔底から導入される消化ガスから二酸化炭素、硫化水素、シロキサン化合物等を除去する吸収塔3を備えている。

## 【0021】

前記吸収塔3の内部には、分散板で仕切られた充填層3aが設けられている。即ち、この吸収塔3は、塔底から導入される消化ガスが、充填層3aを通過して塔頂に至る間中を継続して、給水ポンプ4が介装された吸収水供給ライン4aからこの吸収塔3の塔頂に供給される吸収水との接触を繰返させることにより、二酸化炭素、硫化水素等を吸収水に吸収させるように構成されている。また、消化ガス中にシロキサン化合物が含まれる場合は、高圧状態にすることにより凝縮され、吸収塔内で消化ガス中から除去される。なお、充填層3aには、吸収水と消化ガスの接触効率を高めるための充填材が装入されている。

## 【0022】

前記吸収塔3の塔頂から流出する二酸化炭素、硫化水素、シロキサン化合物等が除去された消化ガスは、除湿器6を経てメタンを主成分とする精製ガス（例えば、メタンガス濃度：97容量%以上）として取出される。

## 【0023】

また、吸収塔3の塔底から拔出された二酸化炭素等を吸収した吸収水が供給される減圧タンク5を備えている。圧力測定手段Pgで圧力が測定される減圧タンク5の圧力は前記吸収塔3の圧力よりも低圧に維持されるようになっているため、吸収水に溶解しているメタンの大部分が減圧タンク5内で放散される。減圧タンク5内において放散されたメタンは、減圧タンク5の上部から消化ガス圧縮機2のガス流入口、より具体的にはミストセパレータ1の消化ガスのガス流入口、または消化ガス圧縮機2の第2段圧縮機2bのガス流入口に、放散ガス戻しライン5aを介して戻されるように構成されている。なお、この実施の形態1の場合には、圧力測定手段Pgには減圧タンク5から圧力が導入されるように構成されているが、放散ガス戻しライン5aから圧力が導入されるように構成されていてもよい。

## 【0024】

そして、メタンの大部分が放散され、二酸化炭素等の不要ガス成分を吸収している吸収水は、減圧タンク5の底部から吸収水排出ライン5bを介して排出され、大気圧になる。

吸収水に溶解していた二酸化炭素等のガス成分はオフガスとして、必要に応じて硫黄系化合物が除去された後、オフガス排出ライン 5 c を介して系外に排出されるように構成されている。

【 0 0 2 5 】

さらに、前記吸収水供給ライン 4 a に吸収水の水温を測定する水温測定手段 1 0 が設けられている。そして、前記圧力測定手段 P g によって測定された減圧タンク 5 の圧力と、前記水温測定手段 1 0 によって測定された吸収水の水温（測定値）が前記放散ガス戻しライン 5 a に介装されてなる圧力調整弁 V<sub>2</sub> の開閉を制御する制御手段であるコントローラ 1 1 に入力されるように構成されている。つまり、前記コントローラ 1 1 には予め吸収水の設定温度が入力されており、前記水温測定手段 1 0 で測定された水温が設定温度を超え

10

【 0 0 2 6 】

以下、上記構成になる消化ガス精製装置の使用態様を、消化ガス精製装置に消化槽から消化ガスを直に（未脱硫で）導入する場合を例として説明する。即ち、汚泥の嫌気性消化を行う消化槽から消化ガス供給ライン 1 a を介して供給される消化ガスは、ミストセパレータ 1 によりミスト（水滴）が除去され、ミスト除去後の消化ガスが消化ガス圧縮機 2 の第 1 , 2 段圧縮機 2 a , 2 b で所定の圧力に圧縮される。消化ガス圧縮機 2 により圧縮された消化ガスは、図示しない冷却器によって圧縮熱が除去されて吸収塔 3 の塔底に導入される。前記吸収塔 3 には、塔頂から給水ポンプ 4 で加圧された吸収水が供給されている。

20

なお、冷却によって消化ガスから発生する結露は、フィルター等によって消化ガスから分離され、排水処理設備に送られるようになっている。また、吸収水としては、水道水、井水、下水等の排水を処理して得られた処理水等が用いられる。

【 0 0 2 7 】

上記のように、第 1 , 2 段圧縮機 2 a , 2 b で消化ガスを圧縮して塔底から吸収塔 3 内に導入すると共に、給水ポンプ 4 で加圧された吸収水を塔頂から供給することにより、吸収塔 3 内を 0 . 5 5 ~ 2 . 0 M P a の範囲の高圧状態に保持する。そして、この吸収塔 3 内において、消化ガスと吸収水とを高圧状態で接触させる。

【 0 0 2 8 】

これにより、消化ガス中の二酸化炭素、および硫黄系化合物（例えば、H<sub>2</sub>S）が吸収水に溶解して吸収される。メタンは吸収水に殆ど溶解しないため、消化ガス中の殆どのメタンが精製ガスとして吸収塔 3 の頂部から取出されて除湿器 6 に導入される。そして、燃料として使用するときの圧力においても結露することがないように、大気圧における露点に換算して露点が、例えば - 6 0 以下になるように除湿される。一方、消化ガス中に含まれているシロキサン化合物は、高圧状態であるため気体から液体に凝縮し、吸収塔 3 の内部を流下する高圧の吸収水と共に流下して吸収塔 3 の塔底に溜まる。

30

【 0 0 2 9 】

消化ガス中のメタンのごく一部が溶解し、二酸化炭素、および硫黄系化合物が溶解すると共に、凝縮したシロキサン化合物を含む吸収水は、弁 V<sub>1</sub> の開弁により吸収塔 3 の底部から拔出され、底部付近から減圧タンク 5 に導入される。この減圧タンク 5 内の圧力は減

40

【 0 0 3 0 】

そして、吸収水から分離されたメタンは、メタン回収率を高めるため、圧力調整弁 V<sub>2</sub> の開弁により放散ガス戻しライン 5 a を介してミストセパレータ 1 の消化ガスのガス流入口、または消化ガス圧縮機 2 の第 2 段圧縮機 2 b のガス流入口に戻され、消化槽から導入された消化ガスと共に圧縮される。放散によりメタンが分離される一方、二酸化炭素、硫黄系化合物、シロキサン等を含んでいる吸収水は、弁 V<sub>3</sub> の開弁により減圧タンク 5 の底部から吸収水排出ライン 5 b を介して図示しない排水処理設備に送られる。このとき、吸

50

収水の圧力は大気圧になるため、二酸化炭素等が放散し、オフガスとして排出される。

【0031】

この消化ガス精製装置では、通常上記のような運転により、消化ガスに含まれている二酸化炭素、硫黄系化合物、およびシロキサン化合物の殆どを除去し、97容量%以上のメタンを含有する精製ガスを製造することができる。ところで、季節的要因により吸収水の水温が高温になると、 $\text{CO}_2$ や $\text{H}_2\text{S}$ の溶解度の低下により精製ガス中の $\text{CO}_2$ や $\text{H}_2\text{S}$ の含有率が増加するため、精製ガスのメタン含有率が低下する。そこで、精製ガスのメタン含有率を一定に維持するために、上記のとおり、吸収水の水量の増大により $\text{CO}_2$ や $\text{H}_2\text{S}$ の除去量を多くしている。

【0032】

この場合にあっても、メタン回収率を向上させるために、上記のとおり、減圧タンク5に導入される吸収水に僅かに溶解しているメタンを放散させて回収するようにしている。

種々の試験を行った結果、吸収塔3から導入された0.9MPaの吸収水の圧力を、減圧タンク5内において0.4MPaに減圧する程度では、吸収水に溶解しているメタンの回収率が十分ではないことが分かった。つまり、たとえメタンの溶存量が僅かであっても、吸収水量の増量によりオフガスとして排出されるメタン量が増大し無視できないことが分かった。

【0033】

例えば、減圧タンク5の圧力が0.4MPaの場合には、吸収水の水温( )とメタン回収率(%)の関係は図2に示すとおりである。この図2によれば、吸収水の水温( )が20 を超えると、98%のメタン回収率が低下し始め、25 になると0.7%程度減少して97.3%程度になり、30 になると3%程度減少して95%程度になることが分かる。

【0034】

また、例えば、吸収水の水温が25 の場合には、減圧タンク5の圧力(ゲージ圧力)とメタン回収率(%)の関係は図3に示すとおりである。この図3によれば、減圧タンク5の圧力が0.4MPaの場合には、メタン回収率は97.3%程度であるが、減圧タンク5の圧力が減圧されるに連れてほぼ直線的に増加し、0.2MPaになると、99.2%程度になることが分かる。

【0035】

即ち、図2, 図3には、減圧タンク5内の圧力を0.4MPaで維持し続ける場合、吸収水の水温が20 を超えると、メタン回収率を98%以上に維持することが困難になることが示唆されている。そして、吸収水の水温が25 である場合、減圧タンク5内の圧力を0.33MPaに減圧することにより、メタン回収率を98%に維持することができるということが示唆されている。従って、水温測定手段10で測定される吸収水の水温 $t$ が、例えば設定温度20 を越えた場合、水温差  $t(t - 20)$  に応じてコントローラ11により圧力調整弁 $V_2$ の開閉を制御して減圧タンク5内の圧力を減圧して、吸収水の設定温度範囲(20 以下)での所定圧力よりも低圧にすれば良いものである。

【0036】

なお、特に水温差  $t$  に応じて連続的にきめ細かく減圧タンク5内の圧力を減圧する必要はない。例えば、吸収水の水温が20 を超え25 未満の場合に減圧タンク5内の圧力を0.3MPaで維持し、吸収水の水温が25 を超え30 未満の場合に減圧タンク5内の圧力を0.2MPaで維持するというように、吸収水の水温がある温度範囲にある場合に、減圧タンク5内の圧力を一定に維持するようにしても、同等の効果を得ることができる。

【0037】

本発明のメタン回収方法を実施する実施の形態2に係る消化ガス精製装置を、その模式的全体構成説明図の図4を参照しながら説明する。但し、本実施の形態2が上記実施の形態1と相違するところは、放散ガス戻しラインに介装されてなる圧力調整弁 $V_2$ の開閉を制御するために、制御手段であるコントローラに測定値を入力する測定手段が相違するだ

10

20

30

40

50



けであるから、同一のものには同一符号を付し、その相違する点について説明する。

【0038】

消化ガス供給ライン1aに、この消化ガス供給ライン1aを流れる消化ガスの流量およびメタン濃度を測定する第1測定手段20が設けられている。また、オフガス排出ライン5cにオフガスの流量およびメタン濃度を測定する第2測定手段21が設けられている。

さらに、減圧タンク5に、この減圧タンク5の圧力を測定する圧力測定手段Pgが設けられている。

【0039】

そして、第1測定手段20により測定された消化ガスの流量およびメタン濃度の消化ガス測定データ、第2測定手段21により測定されたオフガスの流量およびメタン濃度のオフガス測定データ、圧力測定手段Pgで測定された減圧タンク5の圧力データが、放散ガス戻しライン5aに介装された圧力調整弁V<sub>2</sub>の開閉を制御する制御手段であるコントローラ22に入力されるように構成されている。つまり、前記第1, 2測定手段20, 21による測定データから求められるメタン回収率が予め設定した回収率以上の回収率になるように、減圧タンク5の内圧を減圧するように前記圧力調整弁V<sub>2</sub>の開閉が制御されるようになっている。なお、この実施の形態2の場合も、上記実施の形態1の場合と同様、圧力測定手段Pgには減圧タンク5から圧力が導入されるように構成されているが、放散ガス戻しライン5aから圧力が導入されるように構成されていてもよい。

10

【0040】

従って、これらデータをコントローラ22に入力してメタン回収率を求め、この求めたメタン回収率が予め設定した回収率以上のメタン回収率になるように、前記減圧タンク5の内圧を減圧するという自動制御によってもメタン回収率を高率(例えば、98%以上)で一定に維持することが可能である。本実施の形態2においては、メタン回収率の維持に消化ガスの流量およびメタン濃度の消化ガス測定データ、およびオフガスの流量およびメタン濃度のオフガス測定データを用いたがこれに限るものではない。

20

【0041】

例えば、除湿器出口の精製ガスラインに精製ガスの流量およびメタン濃度の精製ガス測定データを測定する第3測定手段を設け、この第3測定手段で測定した精製ガス測定データと前記第1測定手段20で測定した消化ガス測定データとを用いても、またこの第3測定手段で測定した精製ガス測定データと前記第2測定手段21で測定したオフガス測定データとを用いても同等の効果を得ることができる。

30

【0042】

ところで、この消化ガス精製装置の吸収塔3の場合は、上記のとおり、内圧を2.0MPaにしても運転を継続し得るように設定されているから、吸収水の水温が高くなった場合、吸収塔3の内圧をより一層高圧にすることにより、吸収水量を増加させることなく二酸化炭素の吸収量を増加させることができる。その場合、減圧タンク5内の圧力を0.4MPaに維持し続けても、メタン回収率を高率(例えば、98%以上)で一定に維持することができると考えられる。しかしながら、消化ガス圧縮機2の駆動電力、給水ポンプの駆動力の増大によってランニングコストが嵩むので好ましくない。

【図面の簡単な説明】

40

【0043】

【図1】本発明のメタン回収方法を実施する実施の形態1に係る消化ガス精製装置の模式的全体構成説明図である。

【図2】減圧タンクの圧力が0.4MPa(ゲージ圧力)の場合における吸収水の水温( )とメタン回収率(%)の関係説明グラフ図である。

【図3】吸収水の水温が25 の場合における減圧タンクの圧力(ゲージ圧力)とメタン回収率(%)の関係グラフ図である。

【図4】本発明のメタン回収方法を実施する実施の形態2に係る消化ガス精製装置の模式的全体構成説明図である。

【図5】従来例に係る消化ガス精製設備の構成を示すフロー図である。

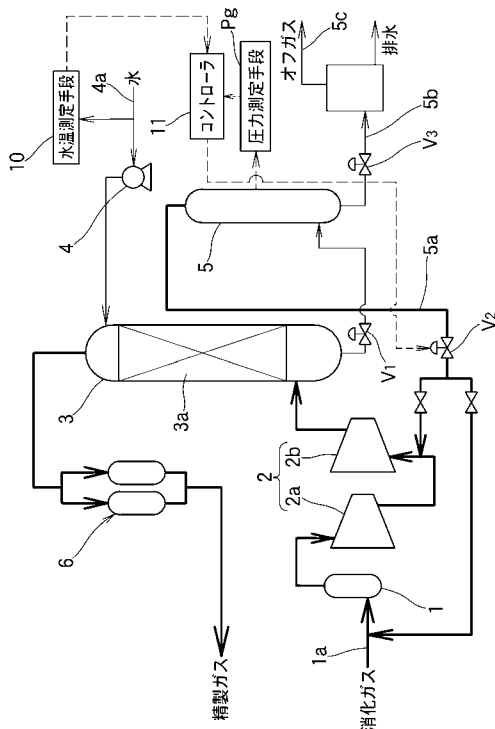
50

【符号の説明】

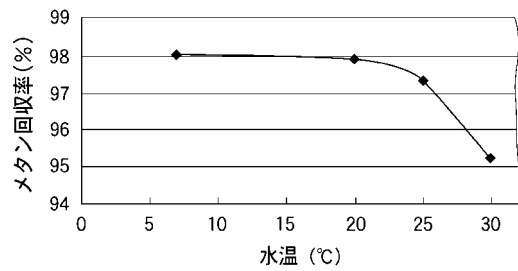
【0044】

- 1 ... ミストセパレータ, 1 a ... 消化ガス供給ライン
- 2 ... 消化ガス圧縮機, 2 a ... 第1段圧縮機, 2 b ... 第2段圧縮機
- 3 ... 吸収塔, 3 a ... 充填層
- 4 ... 給水ポンプ, 4 a ... 吸収水供給ライン
- 5 ... 減圧タンク, 5 a ... 放散ガス戻しライン, 5 b ... 吸収水排出ライン, 5 c ... オフガス排出ライン
- 6 ... 除湿器
- 10 ... 水温測定手段, 11 ... コントローラ
- 20 ... 第1測定手段, 21 ... 第2測定手段, 22 ... コントローラ
- Pg ... 圧力測定手段
- V<sub>1</sub>, V<sub>3</sub> ... 弁, V<sub>2</sub> ... 圧力調整弁

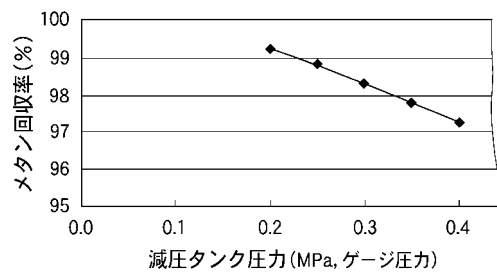
【図1】



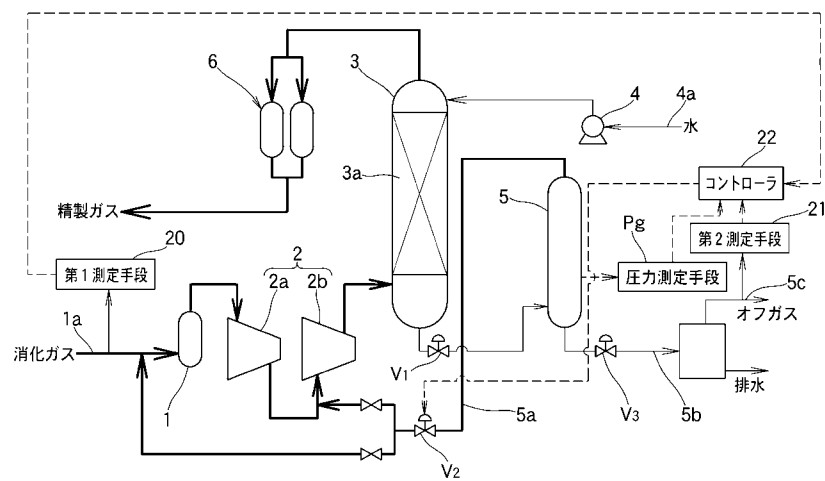
【図2】



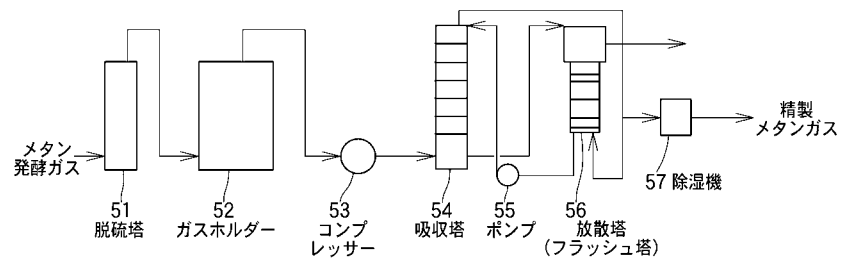
【図3】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

- (72)発明者 小西 章弘  
兵庫県神戸市中央区加納町6丁目5番1号 神戸市役所社内
- (72)発明者 寺岡 宏  
兵庫県神戸市中央区加納町6丁目5番1号 神戸市役所社内
- (72)発明者 木山 秀一  
兵庫県神戸市中央区加納町6丁目5番1号 神戸市役所社内
- (72)発明者 宮本 博司  
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 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
- (72)発明者 松本 勝生  
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 豊久 志朗  
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 丸山 智裕  
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 吉ヶ江 武男  
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

審査官 古妻 泰一

- (56)参考文献 特開平10-067994(JP,A)  
特開2006-083156(JP,A)  
特開2006-036849(JP,A)  
特開2005-334806(JP,A)  
特開2006-095512(JP,A)  
特開2003-320221(JP,A)  
特開2004-083542(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C10L 3/10  
B01D 53/18