

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5482792号  
(P5482792)

(45) 発行日 平成26年5月7日(2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(51) Int. Cl.	F 1	
F 2 3 C 99/00 (2006.01)	F 2 3 C 99/00	3 1 6
F 2 3 G 5/44 (2006.01)	F 2 3 C 99/00	Z A B
F 2 3 G 5/50 (2006.01)	F 2 3 G 5/44	G
F 2 3 C 10/16 (2006.01)	F 2 3 G 5/50	M
F 2 3 C 10/28 (2006.01)	F 2 3 G 5/50	N

請求項の数 14 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-525953 (P2011-525953)	(73) 特許権者	301021533 独立行政法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(86) (22) 出願日	平成22年8月6日(2010.8.6)	(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
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/063387	(73) 特許権者	000165273 月島機械株式会社 東京都中央区晴海三丁目5番1号
(87) 国際公開番号	W02011/016556	(73) 特許権者	000001834 三機工業株式会社 東京都中央区明石町8番1号
(87) 国際公開日	平成23年2月10日(2011.2.10)	(74) 代理人	100106909 弁理士 棚井 澄雄
審査請求日	平成24年5月14日(2012.5.14)		
(31) 優先権主張番号	特願2009-184563 (P2009-184563)		
(32) 優先日	平成21年8月7日(2009.8.7)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機性廃棄物処理システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

有機性廃棄物を燃焼させる加圧流動層燃焼炉と、前記加圧流動層燃焼炉から排出される燃焼排ガスを利用して圧縮空気を生成する過給機とを備え、前記加圧流動層燃焼炉に供給する燃焼空気として前記圧縮空気をを用いる有機性廃棄物処理システムであって、

前記加圧流動層燃焼炉における流動層より上層部のうち、前記流動層側に偏った位置に、前記加圧流動層燃焼炉内の圧力に応じた位置に生じる前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域が含まれるように設定される炉内温度監視領域と、

前記加圧流動層燃焼炉の前記炉内温度監視領域に亘って炉内温度分布を計測可能とする温度センサと、

前記燃焼排ガスに含まれるN<sub>2</sub>O及びNO<sub>x</sub>の濃度が所定値以下となるように、前記圧縮空気の一部を冷却用圧縮空気として前記温度センサの計測結果に応じて前記局所的高温域に向けて斜め上向きに吹き付け可能とする複数の給気ポートと、

を備える有機性廃棄物処理システム。

【請求項2】

前記燃焼排ガスに含まれるNO<sub>x</sub>の濃度を検出する濃度センサと、  
各々の前記給気ポートへの前記冷却用圧縮空気の供給量を規制する複数のバルブと、  
前記濃度センサの出力信号を基に前記燃焼排ガスに含まれるNO<sub>x</sub>の濃度を監視すると共に、前記温度センサの出力信号を基に前記炉内温度分布を把握して前記局所的高温域の発生位置を監視し、前記NO<sub>x</sub>の濃度が所定値より大きくなった場合に前記複数のバルブ

のうち所定のバルブの開度を制御することで、前記給気ポートから前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記燃焼排ガスに含まれるNO<sub>x</sub>の濃度、及び検出された前記NO<sub>x</sub>の濃度と、予め把握しているN<sub>2</sub>O濃度とNO<sub>x</sub>濃度との関係と、から求められるN<sub>2</sub>O濃度が所定値以下となった場合に前記所定のバルブを全閉状態に制御することで、前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止する制御装置と、

を備える請求項1に記載の有機性廃棄物処理システム。

【請求項3】

前記燃焼排ガスに含まれるN<sub>2</sub>O及びNO<sub>x</sub>の濃度を検出する濃度センサと、  
各々の前記給気ポートへの前記冷却用圧縮空気の供給量を規制する複数のバルブと、  
前記濃度センサの出力信号を基に前記燃焼排ガスに含まれるN<sub>2</sub>O及びNO<sub>x</sub>の濃度を監視すると共に、前記温度センサの出力信号を基に前記炉内温度分布を把握して前記局所的高温域の発生位置を監視し、前記NO<sub>x</sub>の濃度が所定値より大きくなった場合に前記複数のバルブのうち所定のバルブの開度を制御することで、前記給気ポートから前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記燃焼排ガスに含まれるN<sub>2</sub>O及びNO<sub>x</sub>の濃度が所定値以下となった場合に前記所定のバルブを全閉状態に制御することで、前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止する制御装置と、  
を備える請求項1に記載の有機性廃棄物処理システム。

10

【請求項4】

各々の前記給気ポートへの前記冷却用圧縮空気の供給量を規制する複数のバルブと、  
前記温度センサの出力信号を基に前記炉内温度分布を把握して前記局所的高温域の発生位置及びその温度を監視し、事前に把握している前記局所的高温域の温度とN<sub>2</sub>O及びNO<sub>x</sub>の濃度との関係に基づいて、前記局所的高温域の温度が、前記NO<sub>x</sub>の濃度が所定値より大きくなるような値に到達した場合に前記複数のバルブのうち所定のバルブの開度を制御することで、前記給気ポートから前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記局所的高温域の温度が、前記N<sub>2</sub>O及びNO<sub>x</sub>の濃度が所定値以下となるような値に到達した場合に前記所定のバルブを全閉状態に制御することで、前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止する制御装置と、  
を備える請求項1に記載の有機性廃棄物処理システム。

20

【請求項5】

前記給気ポートは、前記冷却用圧縮空気の吹き付けによって前記加圧流動層燃焼炉内に旋回流が発生するように配置されている請求項1～4のいずれか一項に記載の有機性廃棄物処理システム。

30

【請求項6】

前記冷却用圧縮空気の供給量をバイアス率で調整する請求項1～5のいずれか一項に記載の有機性廃棄物処理システム。

【請求項7】

前記過給機にて生成される圧縮空気の内、余剰圧縮空気の一部を前記冷却用圧縮空気として利用する請求項1～6のいずれか一項に記載の有機性廃棄物処理システム。

【請求項8】

有機性廃棄物を加圧流動層燃焼炉に供給して燃焼させ、前記加圧流動層燃焼炉から排出される燃焼排ガスを利用して過給機を回転駆動することで圧縮空気を生成し、前記圧縮空気を燃焼空気として前記加圧流動層燃焼炉に供給して前記有機性廃棄物の燃焼を促進させる有機性廃棄物処理方法であって、

40

前記加圧流動層燃焼炉における流動層より上層部のうち、前記流動層側に偏った位置に、前記加圧流動層燃焼炉内の圧力に応じた位置に生じる前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域が含まれるように炉内温度監視領域を設定し、

前記炉内温度監視領域に亘って炉内温度分布を計測して前記局所的高温域の発生位置を監視し、

前記燃焼排ガスに含まれるN<sub>2</sub>O及びNO<sub>x</sub>の濃度が所定値以下となるように、前記圧

50

縮空気の一部を冷却用圧縮空気として、計測した前記炉内温度分布に応じて前記局所的高温域に向けて斜め上向きに吹き付ける有機性廃棄物処理方法。

【請求項 9】

前記燃焼排ガスに含まれる $\text{NO}_x$ の濃度を監視すると共に、前記 $\text{NO}_x$ の濃度が所定値より大きくなった場合に前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記燃焼排ガスに含まれる $\text{NO}_x$ の濃度、及び検出された前記 $\text{NO}_x$ の濃度と、予め把握している $\text{N}_2\text{O}$ 濃度と $\text{NO}_x$ 濃度との関係と、から求められる $\text{N}_2\text{O}$ 濃度が所定値以下となった場合に前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止する請求項 8 に記載の有機性廃棄物処理方法。

【請求項 10】

前記燃焼排ガスに含まれる $\text{N}_2\text{O}$ 及び $\text{NO}_x$ の濃度を監視すると共に、前記 $\text{NO}_x$ の濃度が所定値より大きくなった場合に前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記燃焼排ガスに含まれる $\text{N}_2\text{O}$ 及び $\text{NO}_x$ の濃度が所定値以下となった場合に前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止する請求項 8 に記載の有機性廃棄物処理方法。

【請求項 11】

前記局所的高温域の温度を監視し、事前に把握している前記局所的高温域の温度と $\text{N}_2\text{O}$ 及び $\text{NO}_x$ の濃度との関係に基づいて、前記局所的高温域の温度が、前記 $\text{NO}_x$ の濃度が所定値より大きくなるような値に到達した場合に前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記局所的高温域の温度が、前記 $\text{N}_2\text{O}$ 及び $\text{NO}_x$ の濃度が所定値以下となるような値に到達した場合に前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止する請求項 8 に記載の有機性廃棄物処理方法。

【請求項 12】

前記冷却用圧縮空気の吹き付けによって前記加圧流動層燃焼炉内に旋回流を発生させる請求項 8 ~ 11 のいずれか一項に記載の有機性廃棄物処理方法。

【請求項 13】

前記冷却用圧縮空気の供給量をバイアス率で調整する請求項 8 ~ 12 のいずれか一項に記載の有機性廃棄物処理方法。

【請求項 14】

前記過給機にて生成される圧縮空気の内、余剰圧縮空気の一部を前記冷却用圧縮空気として利用する請求項 8 ~ 13 のいずれか一項に記載の有機性廃棄物処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機性廃棄物処理システム及び方法に関する。

本願は、2009年8月7日に、日本に出願された特願2009-184563号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

下水汚泥の排出量は年々増加しており、その内の約70%は焼却処理されている。下水汚泥は、それを燃焼させた際に他の燃料と比べて窒素含有量が非常に高く、焼却処理によって大量の $\text{N}_2\text{O}$ 及び $\text{NO}_x$ が排出されることが懸念されている。

近年、このような下水汚泥の処理システムとして、過給式流動燃焼システムが注目されている。この過給式流動燃焼システムは、下水汚泥を燃焼炉（例えば加圧流動炉）に供給して燃焼させ、燃焼炉から排出される燃焼排ガスによって過給機を回転駆動することで圧縮空気を生成し、この圧縮空気を燃焼炉に供給して下水汚泥の燃焼を促進させるシステムである（例えば、下記特許文献1参照）。

このような過給式流動燃焼システムは、従来の常圧式流動燃焼システムと比べて、下水汚泥の燃焼効率が向上するため、燃焼排ガス中に含まれる $\text{N}_2\text{O}$ 及び $\text{NO}_x$ を低減でき、また、システム構成を簡略化できるため、システムコストの削減及び省電力化を図ること

10

20

30

40

50

ができるというメリットがある。

【0003】

ところで、下水汚泥に限らず、窒素を多量に含む燃料を燃焼させることで生じる $N_2O$ と $NO_x$ の排出量は、炉内温度に対してトレードオフの関係にあるため（即ち、炉内温度が高くなると $N_2O$ 排出量は低下する一方、 $NO_x$ 排出量は高くなり、炉内温度が低くなると $N_2O$ 排出量は高くなる一方、 $NO_x$ 排出量は低くなる）、 $N_2O$ と $NO_x$ の排出量がそれぞれ所望の値となるように、両者のバランスを考慮しながら燃焼炉の運転制御を適切に行う必要がある。

【0004】

例えば、下記特許文献2には、主に石炭を燃料とする加圧流動床ボイラにおいて、燃料中の窒素含有量と、燃焼排ガスの温度と、燃焼排ガス中の酸素分圧とに基づいて燃焼排ガス中の窒素酸化物量（ $N_2O$ と $NO_x$ ）を演算し、その演算結果に基づいて燃焼排ガス温度を制御することにより、 $N_2O$ と $NO_x$ の排出量をバランス良く低減する技術が開示されている。

10

また、下記特許文献3には、主に石炭を燃料とする循環流動層ボイラにおいて、燃焼室の高さ方向に沿って3段階に燃焼空気を供給して段階的に燃焼を起こすことにより、 $N_2O$ と $NO_x$ の排出量をバランス良く低減する技術が開示されている。

さらに、下記特許文献4には、特に温室効果ガスとして作用する $N_2O$ の排出量を低減することを目的として、汚泥を循環流動炉に供給して燃焼させ、循環流動炉から排出される燃焼排ガスを後段の後燃焼炉に送り、当該後燃焼炉内において所定空気比の燃焼用空気を供給することにより、局所高温場を形成して $N_2O$ を分解する局所高温場形成ゾーンと、未燃分を完全燃焼させる完全燃焼ゾーンとを順次形成する技術が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3783024号公報

【特許文献2】特開平11-132413号公報

【特許文献3】特開平5-340509号公報

【特許文献4】特開2009-139043号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献2及び3の技術は、主に石炭を燃料として燃焼させた場合に生じる $N_2O$ と $NO_x$ の排出量を低減するものである。しかしながら、過給式流動燃焼システムで燃料として使用される下水汚泥は、水分を約80%含有しているため燃焼排ガス中の蒸気濃度が約40%となり、また、高窒素含有燃料であるため窒素放出の形態が石炭と異なる。従って、上記特許文献2及び3の技術を、下水汚泥を燃料とする処理システムに適用することは困難である。

一方、上記特許文献4の技術は、燃料として下水汚泥を用いるものであるが、下水汚泥の燃焼により生じる $N_2O$ 及び $NO_x$ の内、温室効果ガスとして作用する $N_2O$ の排出量を低減に特化した技術であり、 $N_2O$ 及び $NO_x$ の両者の排出量をバランス良く低減する技術ではない。

40

【0007】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、有機性廃棄物を燃焼させた場合に生じる $N_2O$ 及び $NO_x$ の排出量をバランス良く低減することが可能な有機性廃棄物処理システム及び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】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明に係る有機性廃棄物処理システムは、有機性廃棄物を燃焼させる加圧流動層燃焼炉と、前記加圧流動層燃焼炉から排出される燃焼排ガスを利

50

用して圧縮空気を生成する過給機とを備え、前記加圧流動層燃焼炉に供給する燃焼空気として前記圧縮空気をを用いる有機性廃棄物処理システムであって、前記加圧流動層燃焼炉における流動層より上層部のうち、前記流動層側に偏った位置に、前記加圧流動層燃焼炉内の圧力に応じた位置に生じる前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域が含まれるように設定される炉内温度監視領域と、前記加圧流動層燃焼炉の前記炉内温度監視領域に亘って炉内温度分布を計測可能とする温度センサと、前記燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度が所定値以下となるように、前記圧縮空気の一部を冷却用圧縮空気として前記温度センサの計測結果に応じて前記局所的高温域に向けて斜め上向きに吹き付け可能とする複数の給気ポートと、を備えることを特徴とする。前記所定値とは、任意に定めることができる値であり、本発明によれば、燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度を前記任意の値以下となるように調節することができる。かかる所定値は、本発明に係る有機性廃棄物処理システムを設置する地域の環境基準等を参考にして定めることができる。例えば、日本における $NO_x$ の排出量に関する基準値が250ppm（出口 $O_2$ 濃度：12%）であるため、前記 $NO_x$ 濃度の所定値としては、250ppm（出口 $O_2$ 濃度：12%）以下とすることが好ましく、100ppm（出口 $O_2$ 濃度：12%）以下とすることがより好ましい。また、前記 $N_2O$ 排出係数の所定値は645g（脱水汚泥1tあたり）以下とすることが好ましい。

10

## 【0009】

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムは、前記燃焼排ガスに含まれる $NO_x$ の濃度を検出する濃度センサと、各々の前記給気ポートへの前記冷却用圧縮空気の供給量を規制する複数のバルブと、前記濃度センサの出力信号を基に前記燃焼排ガスに含まれる $NO_x$ の濃度を監視すると共に、前記温度センサの出力信号を基に前記炉内温度分布を把握して前記局所的高温域の発生位置を監視し、前記 $NO_x$ の濃度が所定値より大きくなった場合に前記複数のバルブのうち所定のバルブの開度を制御することで、前記給気ポートから前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記燃焼排ガスに含まれる $NO_x$ の濃度、及び検出された前記 $NO_x$ の濃度と、予め把握している $N_2O$ 濃度と $NO_x$ 濃度との関係と、から求められる $N_2O$ 濃度が所定値以下となった場合に前記所定のバルブを全閉状態に制御することで、前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止する制御装置と、を備えることを特徴とする。

20

## 【0010】

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムは、前記燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度を検出する濃度センサと、各々の前記給気ポートへの前記冷却用圧縮空気の供給量を規制する複数のバルブと、前記濃度センサの出力信号を基に前記燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度を監視すると共に、前記温度センサの出力信号を基に前記炉内温度分布を把握して前記局所的高温域の発生位置を監視し、前記 $NO_x$ の濃度が所定値より大きくなった場合に前記複数のバルブのうち所定のバルブの開度を制御することで、前記給気ポートから前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度が所定値以下となった場合に前記所定のバルブを全閉状態に制御することで、前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止する制御装置と、を備えることを特徴とする。

30

40

## 【0011】

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムは、各々の前記給気ポートへの前記冷却用圧縮空気の供給量を規制する複数のバルブと、前記温度センサの出力信号を基に前記炉内温度分布を把握して前記局所的高温域の発生位置及びその温度を監視し、事前に把握している前記局所的高温域の温度と $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度との関係に基づいて、前記局所的高温域の温度が、前記 $NO_x$ の濃度が所定値より大きくなるような値に到達した場合に前記複数のバルブのうち所定のバルブの開度を制御することで、前記給気ポートから前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記局所的高温域の温度が、前記 $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度が所定値以下となるような値に到達した場合に前記所定のバルブを全閉状態に制御することで、前記冷却用圧縮空気の吹き付

50

けを停止する制御装置と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムにおいて、前記給気ポートは、前記冷却用圧縮空気の吹き付けによって前記加圧流動層燃焼炉内に旋回流が発生するように配置されていることを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムにおいて、前記冷却用圧縮空気の供給量をバイアス率で調整することを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムにおいて、前記過給機にて生成される圧縮空気の内、余剰圧縮空気の一部を前記冷却用圧縮空気として利用することを特徴とする。

10

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムにおいて、前記燃焼排ガスを利用してさらに前記燃焼炉に供給する圧縮空気を生成する第2の過給機を備えることを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムにおいて、前記燃焼排ガスを利用して発電する発電手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムにおいて、前記過給機から排気された前記燃焼排ガスを利用して蒸気を生成するボイラを備えることを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムにおいて、前記過給機あるいはノ及び前記発電手段から排気された前記燃焼排ガスを利用して蒸気を生成するボイラを備えることを特徴とする。

20

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムにおいて、前記ボイラによって生成された蒸気を利用して発電する第2の発電手段を備えることを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理システムにおいて、前記燃焼排ガスと前記圧縮空気とを熱交換する熱交換器を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

一方、本発明に係る有機性廃棄物処理方法は、有機性廃棄物を加圧流動層燃焼炉に供給して燃焼させ、前記加圧流動層燃焼炉から排出される燃焼排ガスを利用して過給機を回転駆動することで圧縮空気を生成し、前記圧縮空気を燃焼空気として前記加圧流動層燃焼炉に供給して前記有機性廃棄物の燃焼を促進させる有機性廃棄物処理方法であって、前記加圧流動層燃焼炉における流動層より上層部のうち、前記流動層側に偏った位置に、前記加圧流動層燃焼炉内の圧力に応じた位置に生じる前記加圧流動層燃焼炉内における局所的な高温域が含まれるように炉内温度監視領域を設定し、前記炉内温度監視領域に亘って炉内温度分布を計測して前記局所的な高温域の発生位置を監視し、前記燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度が所定値以下となるように、前記圧縮空気の一部を冷却用圧縮空気として、計測した前記炉内温度分布に応じて前記局所的な高温域に向けて斜め上向きに吹き付けることを特徴とする。

30

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記燃焼排ガスに含まれる $NO_x$ の濃度を監視すると共に、前記 $NO_x$ の濃度が所定値より大きくなった場合に前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的な高温域に向けて吹き付け、前記燃焼排ガスに含まれる $NO_x$ の濃度、及び検出された前記 $NO_x$ の濃度と、予め把握している $N_2O$ 濃度と $NO_x$ 濃度との関係と、から求められる $N_2O$ 濃度が所定値以下となった場合に前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止することを特徴とする。

40

【 0 0 1 6 】

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度を監視すると共に、前記 $NO_x$ の濃度が所定値より大きくなった場合に前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的な高温域に向けて吹き付け、前記燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度が所定値以下となった場合に前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

50

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記局所的高温域の温度を監視し、事前に把握している前記局所的高温域の温度と $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度との関係に基づいて、前記局所的高温域の温度が、前記 $NO_x$ の濃度が所定値より大きくなるような値に到達した場合に前記冷却用圧縮空気を前記加圧流動層燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、前記局所的高温域の温度が、前記 $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度が所定値以下となるような値に到達した場合に前記冷却用圧縮空気の吹き付けを停止することを特徴とする。

#### 【0018】

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記冷却用圧縮空気の吹き付けによって前記加圧流動層燃焼炉内に旋回流を発生させることを特徴とする。

10

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記冷却用圧縮空気の供給量をバイアス率で調整することを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記過給機にて生成される圧縮空気の内、余剰圧縮空気の一部を前記冷却用圧縮空気として利用することを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、第2の過給機に前記燃焼排ガスを供給して、さらに前記燃焼炉に供給する圧縮空気を生成することを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記燃焼排ガスを利用して発電することを特徴とする。

#### 【0019】

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記過給機から排気された前記燃焼排ガスを利用して蒸気を生成することを特徴とする。

20

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記過給機あるいは/及び前記発電に利用された前記燃焼排ガスを利用して蒸気を生成することを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記蒸気を利用して発電を行うことを特徴とする。

また、本発明に係る有機性廃棄物処理方法において、前記燃焼排ガスと前記圧縮空気とを熱交換させることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

本発明によれば、燃焼炉から排出される燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度が所定値以下となるように、圧縮空気の一部を冷却用圧縮空気として燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付けるため、燃焼させた場合に生じる $N_2O$ 及び $NO_x$ の排出量をバランス良く低減することが可能となる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0021】

【図1】本発明の一実施形態に係る有機性廃棄物処理システム1の構成概略図である。

【図2】加圧流動層燃焼炉11における各段の給気ポート11cの設置状態を示す平面図である。

【図3】加圧流動層燃焼炉と常圧流動層燃焼炉との $NO_x$ 濃度(相対値)の比較結果を示す図である。

40

【図4】加圧流動層燃焼炉と常圧流動層燃焼炉との $N_2O$ 排出係数(相対値)の比較結果を示す図である。

【図5】加圧流動層燃焼炉と常圧流動層燃焼炉との高さ方向の炉内温度分布の計測結果である。

【図6】フリーボード温度(炉内温度)に対する $N_2O$ と $NO_x$ の排出量を示す図である。

【図7】各圧力について、炉内温度(フリーボード温度)と高さ方向の位置との関係をシミュレーションにより求めた結果である。

【図8】制御装置17の運転制御動作を示すフローチャートである。

【図9】余剰圧縮空気X3bの一部を冷却用圧縮空気X3dとして利用した場合のシステ

50

ム構成図である。

【図10】過給機14を複数個(2個)備えた有機性廃棄物処理システム1(変形例1における有機性廃棄物処理システム1)の構成図である。

【図11】燃焼排ガスX4を利用して発電を行う有機性廃棄物処理システム1(変形例2における有機性廃棄物処理システム1)の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下では、本発明に係る有機性廃棄物処理システムとして、下水汚泥を燃焼炉に供給して燃焼させ、燃焼炉から排出される燃焼排ガスによって過給機を回転駆動することで圧縮空気を生成し、この圧縮空気を燃焼炉に供給して下水汚泥の燃焼を促進させる過給式流動燃焼システムを例示して説明する。

10

【0023】

図1は、本実施形態における有機性廃棄物処理システム1の構成概略図である。この図1において、符号11は加圧流動層燃焼炉、符号12は空気予熱器、符号13は高温集塵機、符号14は過給機、符号15は白煙防止機、符号16はガス処理塔、符号17は制御装置である。なお、この図1において、実線の矢印は下水汚泥または気体の流れを示し、波線の矢印は電気信号の流れを示している。

【0024】

本実施形態における有機性廃棄物処理システム1は、例えば下水処理場において水分及び窒素を多量に含有する下水汚泥(以下、汚泥と略す)X1を燃焼させることによって処理するものである。なお、本実施形態における有機性廃棄物処理システム1の加圧流動層燃焼炉11は、一日当たり30~500t程度の汚泥X1を処理する能力を有しており、本実施形態における有機性廃棄物処理システム1は、このような汚泥X1の処理能力が30~500t/日程度の加圧流動層燃焼炉11に対して特にエネルギー効率が高いシステム構成を有している。

20

【0025】

加圧流動層燃焼炉11は、流動媒体として所定の粒径を有する固体粒子(例えば砂)が炉内下部に充填された流動層燃焼炉であり、炉内底部に供給される燃焼用圧縮空気X3c(過給機14にて生成される圧縮空気X3の一部)によって流動層(砂層)の流動状態を維持しつつ、外部から供給される燃焼可能な有機物である汚泥X1及び必要に応じて供給される補助燃料X2を燃焼させるものである。これら可燃物の燃焼によって発生する燃焼排ガスX4は、加圧流動層燃焼炉11の上部に設けられた排ガス出口から排出され、後段の空気予熱器12へ送出される。また、加圧流動層燃焼炉11に対する燃焼用圧縮空気X3cの供給量は、燃焼用空気電動バルブV1の開度によって制御可能となっている。

30

なお、補助燃料X2としては重油、灯油あるいは都市ガスや石炭等の可燃物質が挙げられるが、上記燃焼用圧縮空気X3cの圧力及び温度が十分に高い場合や汚泥X1の保有エネルギーが高い場合には、補助燃料X2を加圧流動層燃焼炉11に供給しなくとも汚泥X1を連続的に燃焼させることが可能である。なお、加圧流動層燃焼炉11は、円筒形状をしていてもよい。

40

【0026】

この加圧流動層燃焼炉11の排ガス出口には、排出される燃焼排ガスX4に含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度(或いは $NO_x$ の濃度のみ)を検出し、その検出結果を示す電気信号(以下、濃度検出信号と称す)を制御装置17に出力する濃度センサ11aが設置されている。

また、加圧流動層燃焼炉11のフリーボード内には、高さ方向に対して炉内温度監視領域Wが設定されており、その炉内温度監視領域Wの内壁面には、例えば熱電対等の温度センサ11bが、高さ方向に沿って所定間隔で複数設けられている。ここで、フリーボードとは、加圧流動層燃焼炉11の内部において流動層(砂層)の上層部を指す。これら温度センサ11bは、それぞれの設置位置における炉内温度を示す電気信号(以下、温度検出

50



信号と称す)を制御装置17に出力する。つまり、これら温度センサ11bによって、加圧流動層燃焼炉11の炉内温度監視領域Wにおける高さ方向の炉内温度分布を計測可能である。

【0027】

さらに、加圧流動層燃焼炉11の炉内温度監視領域Wには、過給機14にて生成される圧縮空気X3の一部を冷却用圧縮空気X3dとして炉内に吹き付け可能とする筒形状の給気ポート11cが、高さ方向に沿って所定間隔で複数段設けられている。また、各段の給気ポート11cに対する冷却用圧縮空気X3dの供給量は、各段に対応して設けられた冷却用圧縮空気電動バルブV2の開度によって制御可能となっている。

なお、図1では、給気ポート11cを高さ方向に沿って5段階に分けて設けた場合を図示しているが、高さ方向に対する給気ポート11cの設置段数はこれに限定されない。

10

【0028】

図2は、各段の給気ポート11cの設置状態を示す平面図である。この図2に示すように、各段の給気ポート11cは、加圧流動層燃焼炉11の周方向に沿って複数箇所(図2では4箇所)に設置されている。また、これら給気ポート11cは、炉内への冷却用圧縮空気X3dの吹き付けによって炉内に旋回流が形成されるように、冷却用圧縮空気X3dの出口が炉頂に向かって斜め上向きとなるように配置されている。なお、図2では、各段の給気ポート11cを周方向に4箇所設置する場合を図示しているが、周方向に対する給気ポート11cの設置数はこれに限定されない。

【0029】

20

図1に戻って説明を続けると、空気予熱器12は、加圧流動層燃焼炉11の後段に設けられており、加圧流動層燃焼炉11から排出される燃焼排ガスX4と、過給機14から供給される圧縮空気X3aとを間接的に熱交換することによって、圧縮空気X3aを所定の温度まで予備加熱するものである。ここで、空気予熱器12に供給される圧縮空気X3aは、過給機14にて生成される圧縮空気X3から外部に放出される余剰圧縮空気X3bを除いたものであり、空気予熱器12による熱交換後は、上述した加圧流動層燃焼炉11に供給すべき燃焼用圧縮空気X3c及び冷却用圧縮空気X3dとして利用される。また、空気予熱器12によって熱交換された後の燃焼排ガスX4は、後段の高温集塵機13に送出される。

【0030】

30

高温集塵機13は、空気予熱器12の後段に設けられており、空気予熱器12から送出される燃焼排ガスX4に含まれるダストを除去し、ダスト除去後の燃焼排ガスX4を後段の過給機14に送出するものである。この高温集塵機13としては、例えばセラミックフィルタを用いることができる。また、高温集塵機13によって捕集されたダストは、再び加圧流動層燃焼炉11に供給して再度燃焼することもできる。

なお、上記空気予熱器12と高温集塵機13との配置は逆でも良い。すなわち、まず、高温集塵機13において燃焼排ガスX4に含まれるダストを除去した後に、空気予熱器12において燃焼排ガスX4の熱エネルギーによって圧縮空気X3aを予備加熱しても良い。

【0031】

過給機14は、高温集塵機13の後段に設けられており、高温集塵機13から送出される燃焼排ガスX4によって回転駆動されるタービン14aと、当該タービン14aの回転動力を伝達されることによって圧縮空気X3を生成するコンプレッサ14bとから構成されている。この過給機14にて生成される圧縮空気X3の一部は、余剰空気電動バルブV3を介して余剰圧縮空気X3bとして外部に放出され、残りは圧縮空気X3aとして空気予熱器12に供給される。また、過給機14に供給された燃焼排ガスX4は、タービン14aの回転駆動に利用された後、後段の白煙防止機15に送出される。余剰圧縮空気X3bの放出量は、余剰空気電動バルブV3の開度によって制御可能となっている。

40

【0032】

この過給機14としては、船用のターボチャージャを用いることもできる。これは、船用のターボチャージャが既に世の中に広く普及しており豊富な種類が用意されているため

50

であると共に、汚れた燃焼排ガスに対応した設計がなされているためである。そして、例えば、送出圧力が4気圧程度のターボチャージャを用いた場合には、圧縮空気X3（正確には圧縮空気X3の一部）が供給される加圧流動層燃焼炉11を4気圧程度の耐圧構造とすれば良く、容易に加圧流動層燃焼炉11を製造することが可能となる。

#### 【0033】

白煙防止機15は、熱交換器15a及び白煙防止ファン15bから構成されている。熱交換器15aは、過給機14から送出される燃焼排ガスX4と、白煙防止ファン15bから供給される白煙防止用空気X5とを間接的に熱交換することによって、燃焼排ガスX4を冷却するものである。この熱交換器15aによって熱交換された後の燃焼排ガスX4及び白煙防止用空気X5は、後段のガス処理塔16に送出される。

10

なお、本実施形態では、気体（白煙防止用空気X5）との熱交換によって燃焼排ガスX4を冷却するタイプの白煙防止機15を例示したが、液体（例えば冷却水）との熱交換によって燃焼排ガスX4を冷却するタイプの白煙防止機を用いても良い。

#### 【0034】

ガス処理塔16は、白煙防止機15の後段に設けられており、白煙防止機15から送出される燃焼排ガスX4が、大気に排出可能な排ガスX6となるように所定のガス処理を行い、当該ガス処理によって生成された排ガスX6を塔頂部から大気に排出する。当該排ガスX6に含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度が、大気に排出可能な濃度であることを確認するために、ガス処理塔16に濃度センサ11a'を設置してもよい。

#### 【0035】

20

制御装置17は、濃度センサ11aから入力される濃度検出信号を基に、加圧流動層燃焼炉11から排出される燃焼排ガスX4に含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度（或いは $NO_x$ の濃度のみ）を把握すると共に、各温度センサ11bから入力される温度検出信号を基に、加圧流動層燃焼炉11の炉内温度監視領域Wにおける高さ方向の炉内温度分布を把握し、それら $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度（或いは $NO_x$ の濃度のみ）及び炉内温度分布に基づいて、燃焼排ガスX4に含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度（或いは $NO_x$ の濃度のみ）が所定値以下に収まるように、各々、燃焼用空気電動バルブV1、各段の吸気ポート毎の冷却用圧縮空気電動バルブV2、余剰空気電動バルブV3の開度を制御（つまり、余剰圧縮空気X3bの排気量を調節することにより、圧縮空気X3a、燃焼用圧縮空気X3c及び所定の段の冷却用圧縮空気X3d、或いは各段の冷却用圧縮空気X3d'とその合計冷却

30

#### 【0036】

以上が本実施形態における有機性廃棄物処理システム1の構成に関する説明であり、以下では、本実施形態においてこのようなシステム構成とした理由（言い換えれば、本願発明の技術思想）について説明する。

#### 【0037】

本願発明者は、過給式流動燃焼システム（特許文献1：特許第3783024号公報参照）の実証プラントを用いて、従来型（常圧式）流動燃焼システムとの燃焼特性の比較検証を実施し、過給式流動燃焼システムにおける加圧流動層燃焼炉から排出される燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度は、常圧式流動燃焼システムにおける常圧流動層燃焼炉から排出される燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度の半分以下に低減可能であるとの検証結果を得た。

40

図3は、加圧流動層燃焼炉と常圧流動層燃焼炉との $NO_x$ 濃度（相対値）の比較結果を示す図であり、図4は、加圧流動層燃焼炉と常圧流動層燃焼炉との $N_2O$ 排出係数（相対値）の比較結果を示す図である。ここで、排出係数とは、1トンの下水汚泥から排出される $N_2O$ 量で定義される。これら図3及び図4に示すように、加圧流動層燃焼炉の $NO_x$ 濃度及び $N_2O$ 排出係数は、共に常圧流動層燃焼炉と比べて半分以下となっており、加圧の効果により燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の濃度が半分以下となることがわかる。

#### 【0038】

50

ここで、本願発明者は、加圧流動層燃焼炉から排出される燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 濃度が低減される要因について検証するために、加圧流動層燃焼炉の高さ方向の炉内温度分布を計測した。図5は、加圧流動層燃焼炉と常圧流動層燃焼炉との高さ方向の炉内温度分布の計測結果である。この図5において、横軸は炉内温度(単位はケルビン〔K〕)を示し、縦軸は加圧流動層燃焼炉及び常圧流動層燃焼炉の下部に設けられた分散板の位置を起点とした高さ(単位はミリ〔mm〕)を示している。なお、図5において、常圧流動層燃焼炉のデータは、過給式流動燃焼システムの実証プラントと同規模の運転データを使用したものである。また、図5において、分散板(高さ0mm)から約1000mm付近の高さの間に流動層(砂層)が形成されており、それより上層部がフリーボードの領域となる。

10

**【0039】**

この図5において、加圧流動層燃焼炉の炉内温度分布からわかるように、分散板から3000mm付近の高さ位置で局所的な高温域が形成されている。これは、加圧により燃焼速度が促進されたことで、砂層内で熱分解したガスが、この付近で燃焼しているものと考えられる。一方、常圧流動層燃焼炉では、加圧流動層燃焼炉よりもフリーボード内の温度上昇が緩慢であることから、熱分解ガスはフリーボード全体で燃焼していると考えられる。従って、加圧流動層燃焼炉では局所的な高温域で $N_2O$ が分解され易くなるため、 $N_2O$ 排出量を低減できると考えられる。

**【0040】**

ところで、高窒素含有燃料である下水汚泥を燃焼させることで生じる $N_2O$ と $NO_x$ の排出量は、炉内温度に対してトレードオフの関係にあるため、 $N_2O$ と $NO_x$ の排出量がそれぞれ所望の値となるように、両者のバランスを考慮しながら燃焼炉の運転制御を適切に行う必要があることは既に述べた。図6は、フリーボード温度(炉内温度)に対する $N_2O$ と $NO_x$ の排出量を示す図である。この図6に示すように、フリーボード温度が高くなると $N_2O$ 排出量は低下する一方、 $NO_x$ 排出量は高くなり、フリーボード温度が低くなると $N_2O$ 排出量は高くなる一方、 $NO_x$ 排出量は低くなるのがわかる。

20

**【0041】**

つまり、上記のように、加圧流動層燃焼炉(過給式流動燃焼システム)では、炉内温度分布において局所的な高温域が形成されるため、 $N_2O$ 排出量を低減できる一方、この局所的な高温域の温度が高くなり過ぎると、 $NO_x$ 排出量が増大して所望の値に収めることが困難になる虞がある。

30

そこで、本願発明者は、 $N_2O$ と $NO_x$ の排出量がそれぞれ所望の値となるように、両者のバランスを考慮しながら燃焼炉の運転制御を適切に行うために、加圧流動層燃焼炉における高さ方向の炉内温度分布を把握することで、局所的な高温域の発生位置を監視し、燃焼排ガスに含まれる $N_2O$ 及び $NO_x$ の両方の濃度が所定値以下に収まるように、局所的な高温域に圧縮空気を吹き付け、その局所的な高温域の温度を下げるという本願発明を提案するに至った。

**【0042】**

従って、本実施形態における加圧流動層燃焼炉11の炉内温度監視領域Wは、少なくとも上述した局所的な高温域が含まれるような範囲に設定する必要がある。例えば、図5からは、局所的な高温域は3000mmの高さ位置に発生することがわかるため、2000mmの高さ位置から4000mmの高さ位置までの範囲を炉内温度監視領域Wと設定し、この炉内温度監視領域W内の高さ方向に沿って、各温度センサ11b及び各段の給気ポート11cを設置することになる。

40

**【0043】**

なお、本願発明者が実験及びシミュレーションした結果、局所的な高温域の発生位置は下水汚泥の性状(水分含有量や窒素含有量)や酸素濃度にはほとんど影響せず、圧力によって大きく変化することがわかった。図7は、0.1MPa、0.3MPaの各圧力について、炉内温度(フリーボード温度)と高さ方向の位置との関係をシミュレーションにより求めた結果である。この図7に示すように、圧力が高くなるほど、低い位置で局所的な高温

50

域が発生することがわかる。

【0044】

よって、加圧流動層燃焼炉11の運転条件(圧力条件)が一定であり、実験的に加圧流動層燃焼炉11の局所的高温域の発生位置を予め求めることが可能であれば、上記のように炉内温度監視領域Wを設定して高さ方向に複数の温度センサ11b及び複数段の給気ポート11cを設置する必要はなく、ピンポイントで局所的高温域の発生位置に相当する高さ位置に、1つの温度センサ11b及び1段の給気ポート11cを設置することも考えられる。しかしながら、加圧流動層燃焼炉11の運転中に外乱等により運転条件が変動することも考えられるため、局所的高温域の発生位置も変化する可能性がある。そこで、本実施形態では、上記のように加圧流動層燃焼炉11に炉内温度監視領域Wを設定し、高さ方向に複数の温度センサ11b及び複数段の給気ポート11cを設置することにより、炉内温度分布の計測を行って局所的高温域の発生位置を監視し、複数段のいずれかの段の給気ポート11cを用いて局所的高温域を狙って圧縮空気を吹き付け、その局所的高温域の温度を下げる事が可能な構成を採用している。

10

【0045】

次に、上記のような本願発明の技術思想を前提として、本実施形態における有機性廃棄物処理システム1を用いた有機性廃棄物処理方法について説明する。

【0046】

過給機14のコンプレッサ14bには、流量8126kg/h、圧力0.1MPa(ABS)、温度20°C、熱量364MJ/hの空気が供給される。この空気は、コンプレッサ14bで圧縮されることによって、流量8126kg/h、圧力0.3MPa(ABS)、温度155°C、熱量1488MJ/hの圧縮空気X3としてコンプレッサ14bから排気される。

20

【0047】

そして、コンプレッサ14bから排気された圧縮空気X3は、制御装置17によって開度調整された余剰空気電動バルブV3によって、自らの内、流量7961kg/h、熱量1457MJ/h分(圧縮空気X3a)が空気予熱器12に流入され、残りの余剰圧縮空気X3bが余剰空気電動バルブV3を介して外部に排気される。

【0048】

空気予熱器12に流入した圧縮空気X3aは、燃焼排ガスX4と間接的に熱交換することによって、温度650°C、熱量5716MJ/hとなって加圧流動層燃焼炉11に供給される。ここで、制御装置17によって、各冷却用圧縮空気電動バルブV2が全閉状態に制御されているものとし、燃焼用空気電動バルブV1が全開状態に制御されているものとする、加圧流動層燃焼炉11の底部には、温度650°C、熱量5716MJ/hの燃焼用圧縮空気X3cが供給される。

30

【0049】

そして、加圧流動層燃焼炉11には、汚泥X1が流量4167kg/hで投入され、この汚泥X1を燃料とし燃焼用圧縮空気X3cと混合させることによって、加圧流動層燃焼炉11において連続的に燃焼が行われる。なお、本実施形態における有機性廃棄物処理方法では、加圧流動層燃焼炉11に補助燃料X2を供給せずに燃焼を行う。

40

この加圧流動層燃焼炉11内の燃焼によって生成された燃焼排ガスX4は、流量12128kg/h、温度858°C、熱量23902MJ/hとなって空気予熱器12に流入する。そして、空気予熱器12において、上述の圧縮空気X3aと間接的に熱交換することによって温度が615°C、熱量が19431MJ/hとなって高温集塵機13に流入する。

【0050】

そして、高温集塵機13に流入した燃焼排ガスX4は、高温集塵機13において自らが含有するダストを捕集・除去されることによって、流量11919kg/h、温度615°C、熱量19270MJ/hとなって高温集塵機13から排気される。

【0051】

50

この高温集塵機 13 から排気された燃焼排ガス X4 は、配管熱損失によって温度が 595 °C、熱量が 18918 MJ/h となった後に、過給機 14 のタービン 14a に流入される。そして、過給機 14 のタービン 14a に流入された燃焼排ガス X4 は、タービン 14a を回転駆動させることによってコンプレッサ 14b を間接的に駆動した後、温度 504 °C、圧力 0.11 MPa、熱量 12648 MJ/h となって白煙防止機 15 に流入される。そして、燃焼排ガス X4 は、白煙防止機 15 及びガス処理塔 16 を介して大気に放出可能な排ガス X6 に処理された後、外部（大気）に排気される。

【0052】

ここで、制御装置 17 は、図 8 に示すフローチャートに従って、加圧流動層燃焼炉 11 の運転制御を行っている。すなわち、図 8 に示すように、制御装置 17 は、濃度センサ 11a から入力される濃度検出信号を基に、加圧流動層燃焼炉 11 から排出される燃焼排ガス X4 に含まれる N<sub>2</sub>O 及び NO<sub>x</sub> の濃度を監視すると共に、各温度センサ 11b から入力される温度検出信号を基に、加圧流動層燃焼炉 11 の炉内温度監視領域 W における高さ方向の炉内温度分布を把握し、局所的高温域の発生位置を監視する（ステップ S1）。

【0053】

そして、制御装置 17 は、燃焼排ガス X4 に含まれる NO<sub>x</sub> の濃度が所定値より大きくなったか否か（つまり、局所的高温域が発生し、NO<sub>x</sub> の濃度が上昇したか）を判定する（ステップ S2）。このステップ S2 において、「Yes」の場合、制御装置 17 は、局所的高温域の発生位置に最も近い段の給気ポート 11c に対応する冷却用圧縮空気電動バルブ V2 の開度を制御し（ステップ S3）、所定流量の冷却用圧縮空気 X3d を加圧流動層燃焼炉 11 内部に吹き付ける（ステップ S4）。さらには、制御装置 17 は、局所的高温域の発生位置に最も近い段の給気ポート 11c に対応する冷却用圧縮空気電動バルブ V2 の開度を優先的に制御し、その前後段の給気ポート 11c を段階的に閉じ方向に各冷却用圧縮空気電動バルブ V2 開度を制御し、（ステップ S3'）、それらの合計流量の冷却用圧縮空気 X3d を加圧流動層燃焼炉 11 内部に吹き付けるとしても良い（ステップ S4）。

【0054】

ここで、空気予熱器 12 から供給される圧縮空気 X3a の流量は、余剰空気電動バルブ V3 によって一定流量に制御されているため、冷却用圧縮空気電動バルブ V2 の開度を制御することにより、冷却用圧縮空気 X3d の吹き付け量をバイアス率（=冷却用圧縮空気 X3d の吹き付け量 / 圧縮空気 X3a の流量）で調整する。また、図 2 に示したように、各段の給気ポート 11c は、炉内に旋回流が発生するように配置されているため、冷却用圧縮空気 X3d の吹き付けによって炉内のガス流を乱すことなく、効果的に局所的高温域の温度を下げる事が可能となる。

【0055】

そして、制御装置 17 は、燃焼排ガス X4 に含まれる N<sub>2</sub>O 及び NO<sub>x</sub> の濃度が所定値以下になったか否か（つまり、局所的高温域の温度が低下して、N<sub>2</sub>O 及び NO<sub>x</sub> の排出量をバランス良く低減することが可能な温度になったか）を判定する（ステップ S5）。このステップ S5 において、「Yes」の場合、制御装置 17 は、冷却用圧縮空気電動バルブ V2 を全閉状態に制御することで、炉内への冷却用圧縮空気 X3d の吹き付けを停止する（ステップ S6）。

一方、このステップ S5 において「No」の場合、制御装置 17 は、再度所定流量の冷却用圧縮空気 X3d を加圧流動層燃焼炉 11 内部に吹き付ける（ステップ S4）。

制御装置 17 は、上述したステップ S1 ~ S6 の動作を繰り返すことにより、加圧流動層燃焼炉 11 から排出される燃焼排ガス X4 に含まれる N<sub>2</sub>O 及び NO<sub>x</sub> の濃度が常に所定値以下となるように運転制御を行う。

【0056】

以上のように、本実施形態に係る有機性廃棄物処理システム 1 によれば、下水汚泥 X1 を燃料として燃焼させた場合に生じる N<sub>2</sub>O 及び NO<sub>x</sub> の排出量をバランス良く低減することが可能となる。また、汚泥 X1 を燃焼させることによって生成された燃焼排ガス X4

を利用して圧縮空気 X 3 を送風するので、有機性廃棄物処理システム及び方法におけるエネルギーの効率化をより図ることができると共に、加圧流動層燃焼炉 1 1 に圧縮空気 X 3 を供給するための送風機や燃焼排ガス X 4 を外部に排気するための誘引ブロワを備える必要がないので省エネルギー化を図ることができ、さらに二酸化炭素の排出量を削減することが可能となる。

なお、本有機性廃棄物処理システム及び方法は、過給機 1 4 を備えない常圧式の汚泥処理システム及び方法に対して二酸化炭素の排出量を約 4 6 % 削減することができた。

【 0 0 5 7 】

なお、本発明は上記実施形態に限定されず、以下のような変形例が挙げられる。

( 1 ) 上記実施形態では、各段の給気ポート 1 1 c を、冷却用圧縮空気 X 3 d の吹き付けによって炉内に旋回流が発生するように配置した場合を例示したが、これに限らず、単に冷却用圧縮空気 X 3 d の出口が炉内に向くように配置しても良い。また、給気ポート 1 1 c の設置段数及び各段の設置数は、加圧流動層燃焼炉 1 1 の仕様や運転条件などに応じて適宜変更しても良い。

また、上記実施形態では、加圧流動層燃焼炉 1 1 の高さ方向に複数段の給気ポート 1 1 c を設置した場合を例示したが、例えば、1 段の給気ポート 1 1 c を加圧流動層燃焼炉 1 1 の高さ方向に対して昇降可能に設置し、局所的高温域に向かって冷却用圧縮空気 X 3 d が吹き付けられるように、給気ポート 1 1 c の位置を制御するような構成としても良い。

【 0 0 5 8 】

( 2 ) 上記実施形態では、濃度センサ 1 1 a によって燃焼排ガス X 4 に含まれる  $N_2O$  及び  $NO_x$  の両方の濃度を監視する場合を例示した。しかしながら、図 6 に示すような、 $N_2O$  及び  $NO_x$  の濃度との関係を事前に把握していれば、 $NO_x$  の濃度検出結果から  $N_2O$  濃度を推定することができる。

そこで、濃度センサ 1 1 a によって  $NO_x$  濃度のみを検出し、濃度センサ 1 1 a の出力信号を基に燃焼排ガス X 4 に含まれる  $NO_x$  の濃度を監視すると共に、温度センサ 1 1 b の出力信号を基に炉内温度分布を把握して局所的高温域の発生位置を監視し、 $NO_x$  の濃度が所定値より大きくなった場合に冷却用圧縮空気電動バルブ V 2 の開度を制御することで、給気ポート 1 1 c から冷却用圧縮空気 X 3 d を燃焼炉内における局所的高温域に向けて吹き付け、燃焼排ガス X 4 に含まれる  $NO_x$  の濃度が所定値以下となった場合に、冷却用圧縮空気電動バルブ V 2 を全閉状態に制御することで、冷却用圧縮空気 X 3 d の吹き付けを停止するという機能を制御装置 1 7 に持たせても良い。

【 0 0 5 9 】

( 3 ) 上記実施形態では、制御装置 1 7 によって、燃焼排ガス X 4 に含まれる  $N_2O$  及び  $NO_x$  の濃度を監視すると共に、局所的高温域の発生位置を監視する場合を例示したが、局所的高温域の温度と  $N_2O$  及び  $NO_x$  の濃度との関係を事前に把握していれば、運転中は局所的高温域の発生位置及びその温度を監視し、局所的高温域の温度が、 $NO_x$  の濃度が所定値より大きくなるような値に到達した場合に、局所的高温域の発生位置に最も近い段の給気ポート 1 1 c から冷却用圧縮空気 X 3 d を吹き付け、局所的高温域の温度が、 $N_2O$  及び  $NO_x$  の濃度が所定値以下となるような値に到達した場合に、冷却用圧縮空気 X 3 d の吹き付けを停止するような制御を行っても良い。

【 0 0 6 0 】

( 4 ) 上記実施形態において、コンプレッサ 1 4 b から排気された余剰圧縮空気 X 3 b を別流路によって外部に取出し、他の用途、例えば処理場内に設置された曝気槽などに有効利用しても良い。また、図 9 に示すように、空気予熱器 1 2 から供給される圧縮空気 X 3 a ではなく、余剰圧縮空気 X 3 b の一部を冷却用圧縮空気 X 3 d として利用しても良い。あるいは、空気予熱器 1 2 から供給される圧縮空気 X 3 a と、余剰圧縮空気 X 3 b の一部とを併用して冷却用圧縮空気 X 3 d として利用しても良い。

【 0 0 6 1 】

( 5 ) 上記実施形態では、1 台の過給機 1 4 を用いた場合を例示したが、この過給機 1 4 は複数台設けても良い。以下、過給機 1 4 を複数個 ( 2 個 ) 備えた有機性廃棄物処理シ

10

20

30

40

50

システム 1 (以下、変形例 1 における有機性廃棄物処理システム 1 と称す) の構成について図 10 を参照して説明する。なお、図 10 において、図 1 と同様の構成要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0062】

図 10 に示すように、変形例 1 における有機性廃棄物処理システム 1 は、高温集塵機 13 の後段において、過給機 14 と並列に接続された過給機 14' をさらに備えている。つまり、この過給機 14' は、高温集塵機 13 から送出される燃焼排ガス X4 によって回転駆動されるタービン 14a' と、当該タービン 14a' の回転動力を伝達されることによって圧縮空気を生成するコンプレッサ 14b' とから構成されている。この過給機 14' 10  
にて生成される圧縮空気と過給機 14 にて生成される圧縮空気とが合流して圧縮空気 X3 が形成され、この圧縮空気 X3 の一部は、余剰空気電動バルブ V3 を介して余剰圧縮空気 X3b として外部に放出され、残りは圧縮空気 X3a として空気予熱器 12 に供給されることになる。

また、過給機 14' から排出される燃焼排ガス X4 は、過給機 14' から排出される燃焼排ガス X4 と合流して後段の白煙防止機 15 に送出される。

【0063】

このような変形例 1 における有機性廃棄物処理システム 1 によれば、上記実施形態における有機性廃棄物処理システム及び方法の効果を奏すると共に、2 台の過給機 14 及び 14' を備えることによって、燃焼排ガス X4 が有する熱量をより有効的に利用することができるので、よりエネルギーの効率化を図ることが可能となる。 20

また、過給機 14 と 14' のいずれか一方が故障等により運転を停止した場合であっても他方の過給機を使用することによって有機性廃棄物処理システム 1 の運転を停止することなく連続的に汚泥 X1 を処理することが可能となる。

【0064】

(6) 上記実施形態では、加圧流動層燃焼炉 11 から排出される燃焼排ガス X4 を過給機 14 の駆動に利用する場合を例示したが、この燃焼排ガス X4 を利用して発電を行うような構成としても良い。以下、燃焼排ガス X4 を利用して発電を行う有機性廃棄物処理システム 1 (以下、変形例 2 における有機性廃棄物処理システム 1 と称す) の構成について図 11 を参照して説明する。なお、図 11 において、図 1 と同様の構成要素には同一符号を付して説明を省略する。 30

【0065】

図 11 に示すように、変形例 2 における有機性廃棄物処理システム 1 は、高温集塵機 13 と過給機 14 との後段に発電装置 H が配置されている。そして、この発電装置 H は、パワータービン H1、排熱ボイラ H2 (ボイラ)、蒸気タービン H3 及び発電機 H4 から構成されている。なお、本発明に係る発電手段は上記パワータービン H1 及び上記発電機 H4 から構成されており、また本発明に係る第 2 の発電手段は上記蒸気タービン H3 及び発電機 H4 から構成されている。

【0066】

パワータービン H1 は、高温集塵機 13 から排気された燃焼排ガス X4 を利用することによって得た回転動力をギアボックスを介して発電機 H4 に伝達するものである。そして、このパワータービン H1 の上段には、制御装置 17 によって開度が制御される電動バルブ V4 が設けられており、この電動バルブ V4 が制御装置 17 によって制御されることによって、高温集塵機 13 から排気された燃焼排ガス X4 が過給機 14 とパワータービン H1 に分配される。 40

【0067】

排熱ボイラ H2 は、過給機 14 及びパワータービン H1 から排気された燃焼排ガス X4 の熱量を利用して外部から供給された水を蒸気化するものである。そして、この排熱ボイラ H2 の後段には蒸気タービン H3 が配置されている。

この蒸気タービン H3 は排熱ボイラ H2 から排気された蒸気 X7 を利用することによって得た回転動力をギアボックスを介して発電機 H4 に伝達するものである。 50

そして、発電機 H 4 は、パワータービン H 1 及び蒸気タービン H 3 から伝達された回転動力を利用することによって得た電力を外部に出力する。

【 0 0 6 8 】

このような変形例 2 における有機性廃棄物処理システム 1 によれば、上記実施形態における有機性廃棄物処理システム及び方法の効果を奏すると共に、燃焼排ガス X 4 の熱量を利用して発電を行うので、さらにエネルギーの効率化を図ることが可能となる。

なお、変形例 2 における有機性廃棄物処理システム 1 では、2 つのタービン H 1 , H 3 及び発電機 H 4 によって発電を行った。しかしながら、どちらか一方のタービンのみによって発電を行っても良い。

【 0 0 6 9 】

( 7 ) 上記実施形態では、処理対象の有機性廃棄物として下水汚泥を例示して説明したが、処理対象の有機性廃棄物は下水汚泥に限らず、都市ゴミ、木材、酒粕、食品廃棄物など、窒素含有量及び水分含有量が高く、焼却処理によって N<sub>2</sub>O 及び NO<sub>x</sub> が生成されるような有機性廃棄物であれば、本発明の有機性廃棄物処理システム及び方法を適用することができる。

【 0 0 7 0 】

以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。上述した例において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 1 】

本発明によれば、燃焼炉から排出される燃焼排ガスに含まれる N<sub>2</sub>O 及び NO<sub>x</sub> の濃度が所定値以下となるように、圧縮空気の一部を冷却用圧縮空気として燃焼炉内における局所的な高温域に向けて吹き付けるため、燃焼させた場合に生じる N<sub>2</sub>O 及び NO<sub>x</sub> の排出量をバランス良く低減することが可能となる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

1 ... 有機性廃棄物処理システム、 1 1 ... 加圧流動層燃焼炉、 1 1 a ... 濃度センサ、 1 1 b ... 温度センサ、 1 1 c ... 給気ポート、 1 2 ... 空気予熱器、 1 3 ... 高温集塵機、 1 4 ... 過給機、 1 5 ... 白煙防止機、 1 6 ... ガス処理塔、 1 7 ... 制御装置、 W ... 炉内温度監視領域、 X 1 ... 汚泥、 X 2 ... 補助燃料、 X 3 ... 圧縮空気、 X 4 ... 燃焼排ガス

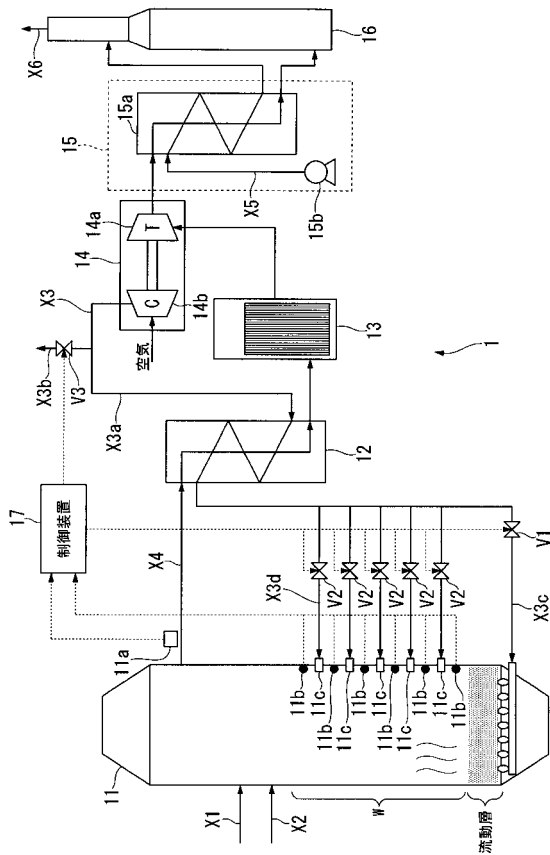
10

20

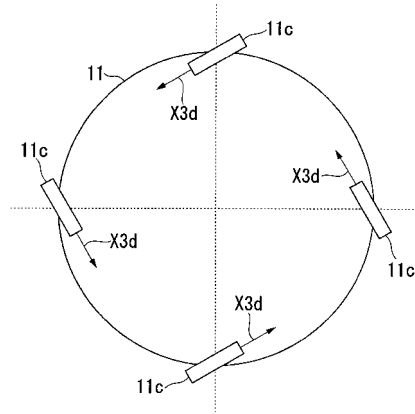
30



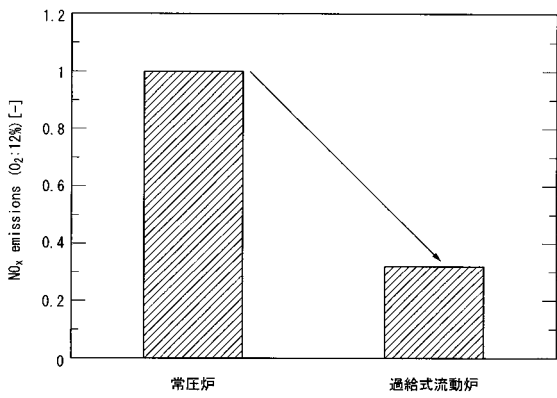
【 図 1 】



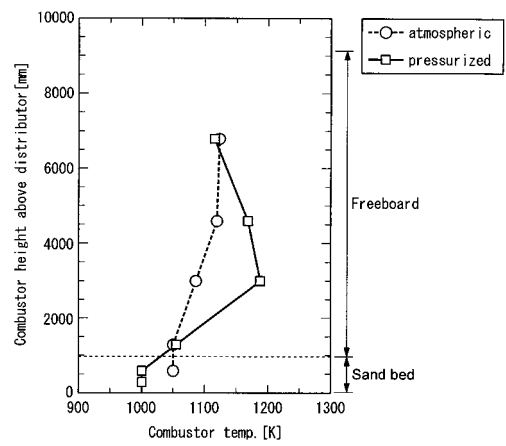
【 図 2 】



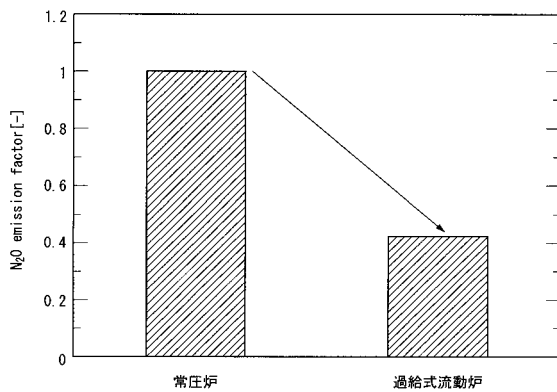
【 図 3 】



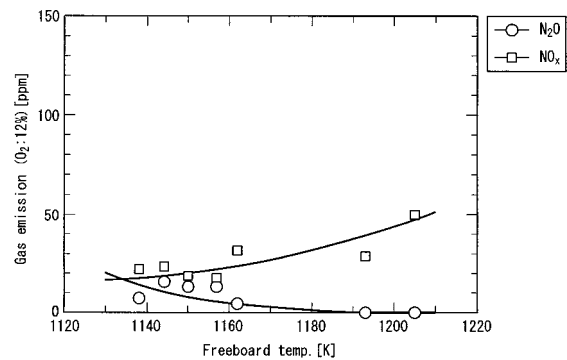
【 図 5 】



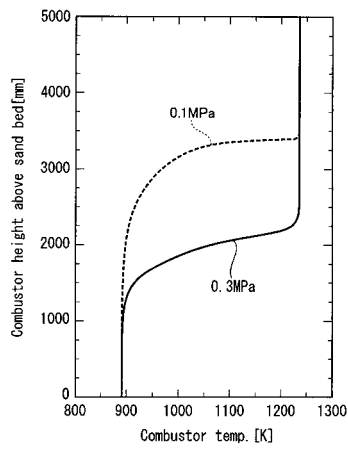
【 図 4 】



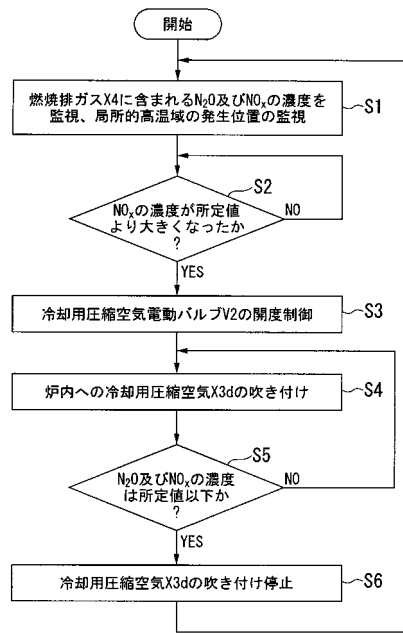
【 図 6 】



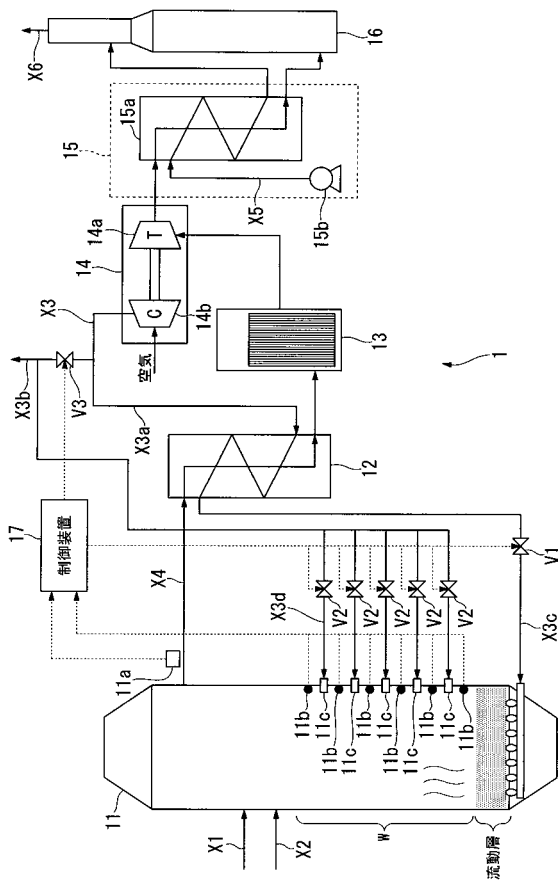
【図7】



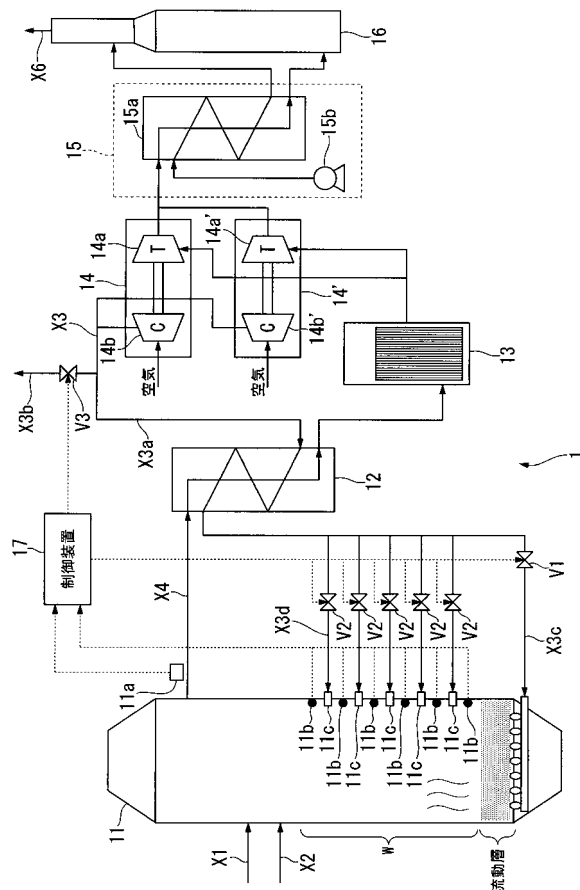
【図8】



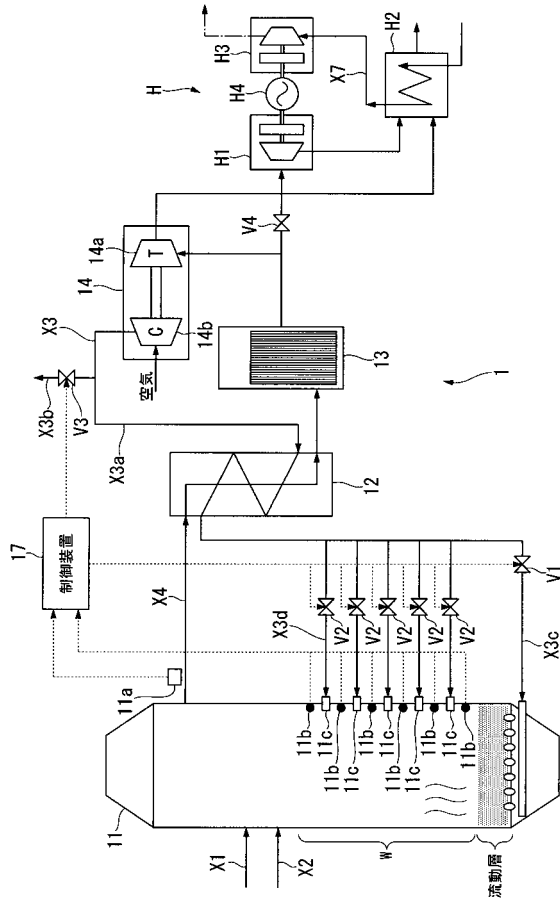
【図9】



【図10】



【 図 11 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
 C 0 2 F 11/06 (2006.01) F 2 3 C 10/16  
 F 2 3 C 10/28  
 C 0 2 F 11/06 Z

- (74)代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武
- (72)発明者 村上 高広  
 茨城県つくば市小野川 1 6 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所内
- (72)発明者 北島 暁雄  
 茨城県つくば市小野川 1 6 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所内
- (72)発明者 鈴木 善三  
 茨城県つくば市小野川 1 6 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所内
- (72)発明者 岡本 誠一郎  
 茨城県つくば市南原 1 番地 6 独立行政法人土木研究所内
- (72)発明者 宮本 豊尚  
 茨城県つくば市南原 1 番地 6 独立行政法人土木研究所内
- (72)発明者 落 修一  
 茨城県つくば市千現 1 丁目 2 2 番 5 号 3 0 6
- (72)発明者 寺腰 和由  
 東京都中央区佃 2 丁目 1 7 番 1 5 号 月島機械株式会社内
- (72)発明者 長沢 英和  
 東京都中央区佃 2 丁目 1 7 番 1 5 号 月島機械株式会社内
- (72)発明者 山本 隆文  
 東京都中央区佃 2 丁目 1 7 番 1 5 号 月島機械株式会社内
- (72)発明者 廣瀬 均  
 東京都中央区明石町 8 番 1 号 三機工業株式会社内
- (72)発明者 小関 多賀美  
 東京都中央区明石町 8 番 1 号 三機工業株式会社内

審査官 中村 則夫

- (56)参考文献 特開昭 5 6 - 0 3 7 4 0 9 ( J P , A )  
 特許第 3 7 8 3 0 2 4 ( J P , B 2 )  
 特開平 0 7 - 3 3 2 6 1 3 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 2 - 1 4 7 7 3 2 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 8 - 0 3 2 3 4 5 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
 F 2 3 C 9 9 / 0 0  
 F 2 3 C 1 0 / 0 0  
 F 2 3 G 5 / 0 0