(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2017-215083
(P2017-215083A)
(43)公開日　平成29年12月7日(2017.12.7)

| (51)Int.Cl. | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|
| F23J 15/00 | (2006.01) | F23J | 15/00 | H | 3K070 |
| | | F23J | 15/00 | A | |

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 21 頁）

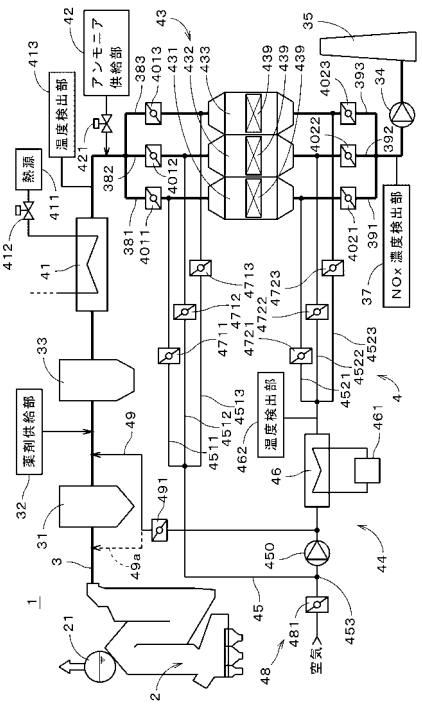
(21)出願番号　特願2016-108480 (P2016-108480)
(22)出願日　平成28年5月31日 (2016.5.31)

(71)出願人　000005119
日立造船株式会社
大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号
(74)代理人　100110847
弁理士　松阪　正弘
(74)代理人　100136526
弁理士　田中　勉
(74)代理人　100136755
弁理士　井田　正道
(72)発明者　田中　徹
大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号　日立造船株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】排ガス脱硝装置、焼却炉および排ガス脱硝方法

(57)【要約】
【課題】複数の触媒モジュールの一部を脱硝に使用する場合における脱硝性能の低下を抑制する。
【解決手段】排ガス脱硝装置４は、複数の触媒モジュール４３９を収容するとともに、排ガスが流入する触媒反応塔４３と、排ガスの流れ方向において触媒反応塔４３の上流側に配置される排ガス加熱器４１とを備える。排ガス脱硝装置４では、触媒反応塔４３において複数の触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う第１脱硝状態と、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度を、排ガス加熱器４１を用いて第１脱硝状態よりも高くしつつ、第１脱硝状態よりも少ない触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う第２脱硝状態とが切り替えられる。このように、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度を高くすることにより、複数の触媒モジュール４３９の一部を脱硝に使用する場合における脱硝性能の低下を抑制することが実現される。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
排ガス脱硝装置であって、
複数の触媒モジュールを収容するとともに、排ガスが流入する触媒反応器と、
前記排ガスの流れ方向において前記触媒反応器の上流側に配置される排ガス加熱器と、
制御ユニットと、
を備え、
前記制御ユニットが、前記触媒反応器において前記複数の触媒モジュールを使用して前記排ガスの脱硝を行う第１脱硝状態と、前記触媒反応器に流入する前記排ガスの温度を、前記排ガス加熱器を用いて前記第１脱硝状態よりも高くしつつ、前記第１脱硝状態よりも少ない触媒モジュールを使用して前記排ガスの脱硝を行う第２脱硝状態とを切り替えることを特徴とする排ガス脱硝装置。
【請求項２】
請求項１に記載の排ガス脱硝装置であって、
前記触媒反応器が、前記排ガスの流れに対して並列に設けられる複数の触媒室を有し、
前記複数の触媒モジュールが前記複数の触媒室に収容され、
前記排ガス加熱器から前記複数の触媒室へと至る前記排ガスの複数の流路が、個別に開閉可能であることを特徴とする排ガス脱硝装置。
【請求項３】
請求項２に記載の排ガス脱硝装置であって、
触媒再生用ガスを前記複数の触媒室に対して選択的に供給可能である触媒再生部をさらに備えることを特徴とする排ガス脱硝装置。
【請求項４】
請求項３に記載の排ガス脱硝装置であって、
前記触媒再生部が、
循環ガスを循環させる循環流路と、
前記循環流路に設けられ、前記循環ガスを加熱する循環ガス加熱器と、
を備え、
前記制御ユニットが、前記複数の触媒室のうち選択された触媒室を前記循環流路の一部に含め、
前記触媒再生用ガスが、循環することによって所定温度以上にまで昇温された前記循環ガスであることを特徴とする排ガス脱硝装置。
【請求項５】
請求項３または４に記載の排ガス脱硝装置であって、
前記排ガスの発生源から前記排ガスを排出する排出路において、脱硫装置が設けられており、
選択された触媒室を通過した前記触媒再生用ガスが、前記排出路において前記脱硫装置の上流側に流入することを特徴とする排ガス脱硝装置。
【請求項６】
請求項１に記載の排ガス脱硝装置であって、
前記触媒反応器が、
前記排ガスが流入する触媒室と、
前記触媒室に隣接して設けられ、触媒再生用ガスが供給される触媒再生室と、
を備え、
前記制御ユニットが、前記複数の触媒モジュールのそれぞれを前記触媒室と前記触媒再生室とに選択的に配置することを特徴とする排ガス脱硝装置。
【請求項７】
焼却炉であって、
廃棄物を燃焼させる燃焼室と、
前記燃焼室にて発生する排ガスを前記燃焼室から排出する排出路と、

前記排出路に設けられる請求項１ないし６のいずれかに記載の排ガス脱硝装置と、
を備えることを特徴とする焼却炉。
【請求項８】
排ガス脱硝装置における排ガス脱硝方法であって、
前記排ガス脱硝装置が、
複数の触媒モジュールを収容するとともに、排ガスが流入する触媒反応器と、
前記排ガスの流れ方向において前記触媒反応器の上流側に配置される排ガス加熱器と、
を備え、
前記排ガス脱硝方法が、
ａ）前記触媒反応器において前記複数の触媒モジュールを使用して前記排ガスの脱硝を行う工程と、
ｂ）前記触媒反応器に流入する前記排ガスの温度を、前記排ガス加熱器を用いて前記ａ）工程よりも高くしつつ、前記ａ）工程よりも少ない触媒モジュールを使用して前記排ガスの脱硝を行う工程と、
を備えることを特徴とする排ガス脱硝方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、排ガス脱硝装置、焼却炉および排ガス脱硝方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
触媒を用いる排ガス脱硝装置では、触媒反応塔の運転温度や、排ガス中の水分、三酸化硫黄およびアンモニアの濃度を因子として、触媒表面に反応生成物である硫安や酸性硫安が析出することが知られている。反応生成物の析出により、触媒の活性度が低下し、要求される脱硝性能を満足することができなくなる。そこで、定期的に触媒を外部に運んで、水洗処理または加熱処理を行うことにより、触媒が再生される。しかしながら、上記作業を行う場合、排ガス脱硝装置および当該装置が設けられる設備の運転を停止する必要がある。そこで、特許文献１では、設備を停止することなく触媒の再生を行う手法が開示されている。当該手法では、触媒塔（触媒反応塔）の内部を２室以上に分割し、１室ずつ触媒の再生を行いながら、残りの室に排ガスを通して排ガスの脱硝が行われる。
【０００３】
なお、特許文献２の燃焼排ガス浄化方法では、燃焼排ガスを、移動層式の脱硫層に導入して脱硫し、脱硫処理後の燃焼排ガスを二つに分割し、分割された排ガスのそれぞれの脱硫状態に応じて昇温調節され、脱硝層においてアンモニア接触還元脱硝が行われる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平１０－１９２６５７号公報
【特許文献２】特開平１０－１５３４５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
ところで、特許文献１の手法では、触媒塔（触媒反応塔）に複数の触媒モジュールが設けられていると捉えた場合、１室ずつ行われる触媒の再生中に、脱硝に用いる触媒モジュールの個数が少なくなるため、脱硝性能が低下してしまう。
【０００６】
本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、複数の触媒モジュールの一部を脱硝に使用する場合における脱硝性能の低下を抑制することを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【０００７】

請求項１に記載の発明は、排ガス脱硝装置であって、複数の触媒モジュールを収容するとともに、排ガスが流入する触媒反応器と、前記排ガスの流れ方向において前記触媒反応器の上流側に配置される排ガス加熱器と、制御ユニットとを備え、前記制御ユニットが、前記触媒反応器において前記複数の触媒モジュールを使用して前記排ガスの脱硝を行う第１脱硝状態と、前記触媒反応器に流入する前記排ガスの温度を、前記排ガス加熱器を用いて前記第１脱硝状態よりも高くしつつ、前記第１脱硝状態よりも少ない触媒モジュールを使用して前記排ガスの脱硝を行う第２脱硝状態とを切り替える。

【０００８】

請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の排ガス脱硝装置であって、前記触媒反応器が、前記排ガスの流れに対して並列に設けられる複数の触媒室を有し、前記複数の触媒モジュールが前記複数の触媒室に収容され、前記排ガス加熱器から前記複数の触媒室へと至る前記排ガスの複数の流路が、個別に開閉可能である。

【０００９】

請求項３に記載の発明は、請求項２に記載の排ガス脱硝装置であって、触媒再生用ガスを前記複数の触媒室に対して選択的に供給可能である触媒再生部をさらに備える。

【００１０】

請求項４に記載の発明は、請求項３に記載の排ガス脱硝装置であって、前記触媒再生部が、循環ガスを循環させる循環流路と、前記循環流路に設けられ、前記循環ガスを加熱する循環ガス加熱器とを備え、前記制御ユニットが、前記複数の触媒室のうち選択された触媒室を前記循環流路の一部に含め、前記触媒再生用ガスが、循環することによって所定温度以上にまで昇温された前記循環ガスである。

【００１１】

請求項５に記載の発明は、請求項３または４に記載の排ガス脱硝装置であって、前記排ガスの発生源から前記排ガスを排出する排出路において、脱硫装置が設けられており、選択された触媒室を通過した前記触媒再生用ガスが、前記排出路において前記脱硫装置の上流側に流入する。

【００１２】

請求項６に記載の発明は、請求項１に記載の排ガス脱硝装置であって、前記触媒反応器が、前記排ガスが流入する触媒室と、前記触媒室に隣接して設けられ、触媒再生用ガスが供給される触媒再生室とを備え、前記制御ユニットが、前記複数の触媒モジュールのそれぞれを前記触媒室と前記触媒再生室とに選択的に配置する。

【００１３】

請求項７に記載の発明は、焼却炉であって、廃棄物を燃焼させる燃焼室と、前記燃焼室にて発生する排ガスを前記燃焼室から排出する排出路と、前記排出路に設けられる請求項１ないし６のいずれかに記載の排ガス脱硝装置とを備える。

【００１４】

請求項８に記載の発明は、排ガス脱硝装置における排ガス脱硝方法であって、前記排ガス脱硝装置が、複数の触媒モジュールを収容するとともに、排ガスが流入する触媒反応器と、前記排ガスの流れ方向において前記触媒反応器の上流側に配置される排ガス加熱器とを備え、前記排ガス脱硝方法が、ａ）前記触媒反応器において前記複数の触媒モジュールを使用して前記排ガスの脱硝を行う工程と、ｂ）前記触媒反応器に流入する前記排ガスの温度を、前記排ガス加熱器を用いて前記ａ）工程よりも高くしつつ、前記ａ）工程よりも少ない触媒モジュールを使用して前記排ガスの脱硝を行う工程とを備える。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、複数の触媒モジュールの一部を脱硝に使用する場合における脱硝性能の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】焼却炉の構成を示す図である。

【図２】制御ユニットの構成を示す図である。
【図３】脱硝に係る処理の流れを示す図である。
【図４】脱硝に係る処理のタイムチャートを示す図である。
【図５】脱硝時排ガス温度と必要触媒量との関係を示す図である。
【図６】排ガス脱硝装置の他の例を示す図である。
【図７】排ガス脱硝装置の他の例を示す図である。
【図８】排ガス脱硝装置の他の例を示す図である。
【図９】排ガス脱硝装置の他の例を示す図である。
【図１０】排ガス脱硝装置の他の例を示す図である。
【図１１】触媒反応塔の断面図である。
【図１２】排ガス脱硝装置の他の例を示す図である。
【図１３】焼却炉の他の例を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
図１は、本発明の一の実施の形態に係る焼却炉１の構成を示す図である。焼却炉１は、例えば、複数の火格子（ストーカ）により廃棄物であるごみを搬送しつつ燃焼させるストーカ式の焼却炉である。焼却炉１は、ストーカ式の焼却炉以外の焼却炉（例えば、流動床炉、キルン炉等）であってもよい。
【００１８】
焼却炉１は、燃焼室２と、排出路３とを備える。燃焼室２では、ごみの燃焼と、ごみから発生した可燃性ガスの燃焼とが行われる。排出路３は、燃焼室２にて発生する排ガス（燃焼ガス）を燃焼室２から排出し、煙突３５へと導く。すなわち、燃焼室２を発生源とする排ガスは、燃焼室２から煙突３５に向かって排出路３内を流れる。煙突３５は、排ガスを大気に放出する。図１では、排出路３を太い実線にて示している。
【００１９】
排出路３には、燃焼室２から煙突３５に向かって、すなわち、排ガスの流れ方向における上流側から下流側に向かって、減温塔３１、薬剤供給部３２、バグフィルタ３３、排ガス脱硝装置４、誘引通風機３４が順に設けられる。減温塔３１は、排ガスに水を供給して排ガスの温度を低下させる。薬剤供給部３２は、排出路３内を流れる排ガスに対して、脱塩および脱硫用の薬剤（例えば、消石灰の粉末）をバグフィルタ３３入口側の排出路３において吹き込むことによって、排出路３の内部およびバグフィルタ３３で脱塩・脱硫反応を起こし、その反応生成物や排ガス中に含有される粉塵を除去する。すなわち、薬剤供給部３２およびバグフィルタ３３は、脱塩装置であり、脱硫装置でもある。バグフィルタ３３は、排ガスに含まれるばいじんも除去する。排ガス脱硝装置４は、入口側でアンモニアを噴霧し、触媒反応により窒素酸化物（ＮＯｘ）を分解するとともに、使用される触媒によっては廃棄物焼却によって発生するダイオキシンを分解する。誘引通風機３４は、排出路３内の排ガスを煙突３５へと導く。
【００２０】
排ガス脱硝装置４は、排ガス加熱器４１と、アンモニア供給部４２と、触媒反応塔４３と、触媒再生部４４と、図２の制御ユニット４００を備える。制御ユニット４００は、排ガス脱硝装置４の全体制御を担う。制御ユニット４００は、排ガス温度制御部４１０と、脱硝制御部４２０と、切替制御部４７０と、循環ガス温度制御部４６０とを備える。
【００２１】
図１の排ガス加熱器４１は排出路３に設けられる。排ガス加熱器４１には、バルブ４１２を介して熱源４１１が接続される。また、排出路３において排ガス加熱器４１の下流側近傍には、排ガス加熱器４１から排出される排ガスの温度を検出する温度検出部４１３が設けられる。温度検出部４１３の検出値は排ガス温度制御部４１０に入力され、当該検出値に基づくバルブ４１２の開度の制御により、熱源４１１から排ガス加熱器４１に供給される熱媒体の流量が変更される。熱源４１１は、例えば燃焼室２の上方に設けられたボイラ２１であり、ボイラ２１からの蒸気が熱媒体として排ガス加熱器４１に供給される。排

ガス加熱器４１により、バグフィルタ３３から排出された排ガスが所定の温度に加熱される。

【００２２】

アンモニア供給部４２はバルブ４２１を介して排出路３に接続され、排ガス加熱器４１から排出された排ガスに還元剤であるアンモニアを、複数室に分岐する触媒反応塔４３への流入路３８１～３８３よりも上流側に供給する。アンモニア供給部４２は、排ガス加熱器４１の上流側に設けられてもよく、好ましくは、バグフィルタ３３よりも下流側に設けられる。アンモニア供給部４２には、バルブ４２１の開度制御あるいはアンモニア水供給ポンプのストロークや回転数等の制御により供給量を制御するために、脱硝制御部４２０が接続される。脱硝制御部４２０は、煙突３５から排出される排ガス中のＮＯｘ濃度を検出するＮＯｘ濃度検出部３７からの入力値に基づきアンモニア供給量を制御する機能を有している。バグフィルタ３３出口にもＮＯｘ濃度検出部を設けて、制御性を向上させることもある。触媒反応器である触媒反応塔４３は、複数の触媒室４３１，４３２，４３３を有する。複数の触媒室４３１～４３３には、複数の触媒モジュール４３９がそれぞれ収容される。図１の例では、各触媒室４３１～４３３に１つの触媒モジュール４３９が収容される。本実施の形態では、複数の触媒室４３１～４３３において、同量の触媒が保持される。

【００２３】

触媒反応塔４３の上流側近傍において、排出路３は複数の流入路３８１～３８３に分岐しており、複数の流入路３８１～３８３は、複数の触媒室４３１～４３３の流入口にそれぞれ接続される。各流入路３８１～３８３にはダンパ４０１１～４０１３が設けられる。複数の触媒室４３１～４３３の流出口には、排出路３の複数の流出路３９１～３９３が接続され、複数の流出路３９１～３９３は合流して誘引通風機３４に接続される。各流出路３９１～３９３にはダンパ４０２１～４０２３が設けられる。排ガス脱硝装置４では、排ガス加熱器４１、アンモニア供給部４２および触媒反応塔４３が、排出路３において上流側から下流側に向かって順に設けられる。図１の例では、３個の触媒室４３１～４３３が設けられており、以下の説明では、「第１触媒室４３１」、「第２触媒室４３２」および「第３触媒室４３３」と呼ぶ。

【００２４】

触媒再生部４４は、循環流路４５と、循環ガス加熱器４６と、循環ガス送風機４５０とを有する。循環ガス加熱器４６および循環ガス送風機４５０は、循環流路４５に設けられる。循環流路４５は、複数の第１補助流路４５１１～４５１３と、複数の第２補助流路４５２１～４５２３とを有する。複数の第１補助流路４５１１～４５１３は、複数の流入路３８１～３８３にそれぞれ接続される。各第１補助流路４５１１～４５１３にはダンパ４７１１～４７１３が設けられる。複数の第１補助流路４５１１～４５１３は、流入路３８１～３８３とは反対側において互いに結合して１つの流路となり、循環ガス送風機４５０に接続される。複数の第２補助流路４５２１～４５２３は、複数の流出路３９１～３９３にそれぞれ接続される。各第２補助流路４５２１～４５２３にはダンパ４７２１～４７２３が設けられる。複数の第２補助流路４５２１～４５２３は、流出路３９１～３９３とは反対側において互いに結合しており、１つの流路として循環ガス加熱器４６に接続される。

【００２５】

触媒再生部４４では、第１ないし第３触媒室４３１～４３３のうちのいずれかの触媒室が、選択的に循環流路４５に含められる。例えば、第１触媒室４３１を含む循環流路４５を形成する場合には、第１触媒室４３１の流入路３８１に接続された第１補助流路４５１１のダンパ４７１１、および、第１触媒室４３１の流出路３９１に接続された第２補助流路４５２１のダンパ４７２１が開かれ、残りのダンパ４７１２，４７１３，４７２２，４７２３が閉じられる。また、第１触媒室４３１の流入路３８１のダンパ４０１１、および、流出路３９１のダンパ４０２１も閉じられる。これにより、第１触媒室４３１から、流入路３８１（の一部）、第１補助流路４５１１、循環ガス送風機４５０、循環ガス加熱器

４６、第２補助流路４５２１、および、流出路３９１（の一部）を経由して、第１触媒室４３１へと戻る循環流路４５が形成される。第２触媒室４３２を含む循環流路４５の形成、および、第３触媒室４３３を含む循環流路４５の形成も上記と同様である。排ガス脱硝装置４では、複数の第１補助流路４５１１～４５１３のダンパ４７１１～４７１３（図２では、「ダンパ４７１」と総称している。）、および、複数の第２補助流路４５２１～４５２３のダンパ４７２１～４７２３（図２では、「ダンパ４７２」と総称している。）により、複数の触媒室４３１～４３３のうち選択された触媒室を循環流路４５の一部に含める切替部が実現され、当該切替部が切替制御部４７０により制御される。切替制御部４７０は、複数の流入路３８１～３８３のダンパ４０１１～４０１３（図２では、「ダンパ４０１」と総称している。）、および、複数の流出路３９１～３９３のダンパ４０２１～４０２３（図２では、「ダンパ４０２」と総称している。）の制御も行う。

【００２６】

図１の例では、循環ガス送風機４５０の駆動により、循環ガス加熱器４６、いずれかの第２補助流路４５２１～４５２３、触媒室、いずれかの第１補助流路４５１１～４５１３の順にて（図１における反時計回りにて）、循環流路４５内のガス（以下、「循環ガス」という。）が循環する。循環ガスは、図１の循環流路４５を時計回りにて循環してもよい。循環ガス加熱器４６は、熱源４６１からの熱媒体等により循環流路４５内を流れる循環ガスを加熱する。循環流路４５において、循環ガス加熱器４６の下流側近傍（循環ガス加熱器４６と第２補助流路４５２１～４５２３との間）には、循環ガスの温度を検出する温度検出部４６２が設けられる。温度検出部４６２の検出値は循環ガス温度制御部４６０に入力され、循環ガス加熱器４６の熱量が制御される。

【００２７】

循環流路４５において、複数の第１補助流路４５１１～４５１３と循環ガス送風機４５０との間の位置４５３（以下、「導入位置４５３」という。）には、空気導入部４８が接続される。空気導入部４８は、ダンパ４８１を有する。ダンパ４８１の開操作により、循環ガス送風機４５０によって外部の空気が循環流路４５内に導入される。循環流路４５において、循環ガス送風機４５０と循環ガス加熱器４６との間には、接続流路４９の一端が接続される。接続流路４９の他端は、排出路３における減温塔３１と薬剤供給部３２（による薬剤の供給位置）との間の位置に接続される。接続流路４９には、ダンパ４９１が設けられる。ダンパ４９１を開くことにより、循環流路４５内を流れる循環ガスの一部が接続流路４９を介して排出路３内に流入する。

【００２８】

図３は、焼却炉１における脱硝に係る処理の流れを示す図であり、図４は、脱硝に係る処理のタイムチャートを示す図である。図４の上段では、各触媒室を脱硝に使用している期間を太い実線にて示し、使用していない期間を白い矩形にて示している。図４の下段では、排ガス加熱器４１による排ガスの加熱温度、すなわち触媒反応塔４３の運転温度を示している。図１の焼却炉１では、燃焼室２においてごみを燃焼させている間、排ガス脱硝装置４による排ガスの脱硝が連続して行われる。排ガス脱硝装置４における通常運転では、バグフィルタ３３から排出された排ガスが、排ガス加熱器４１により一定の通常時触媒反応塔運転設定温度（図４では、１７０℃）に加熱される。図４では、排ガス脱硝装置４において通常運転が行われる期間を符号Ｐ１を付す矢印にて示している。

【００２９】

また、通常運転では、全ての流入路３８１～３８３のダンパ４０１１～４０１３、および、全ての流出路３９１～３９３のダンパ４０２１～４０２３が開かれる。これにより、排出路３を流れる排ガスが、複数の流入路３８１～３８３を介して第１ないし第３触媒室４３１～４３３に連続して流入し、複数の触媒モジュール４３９により脱硝される。好ましい排ガス脱硝装置４では、図示省略の流量計や差圧計が設けられ、第１ないし第３触媒室４３１～４３３に流入する排ガスの流量が等しくなるように、複数の流入路３８１～３８３のダンパ４０１１～４０１３の開度等が制御される。脱硝された排ガスは、複数の流出路３９１～３９３を介して煙突３５へと導かれ、大気に排出される。このように、排ガ

ス脱硝装置４における通常運転では、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度を通常時触媒反応塔運転設定温度に保ちつつ、第１ないし第３触媒室４３１～４３３内の触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う状態（以下、「第１脱硝状態」という。）が維持される（ステップＳ１１）。なお、第１脱硝状態では、全ての第１補助流路４５１１～４５１３のダンパ４７１１～４７１３、および、全ての第２補助流路４５２１～４５２３のダンパ４７２１～４７２３は閉じられている。

【００３０】

通常運転が所定時間だけ継続されると、１つの触媒室４３１～４３３内の触媒モジュール４３９を再生させるための高温度運転が行われる。図４では、排ガス脱硝装置４において高温度運転が行われる期間を符号Ｐ２を付す矢印にて示している。高温度運転では、まず、排ガス温度制御部４１０の制御により排ガス加熱器４１による排ガスの加熱温度が、通常時触媒反応塔運転設定温度から徐々に高くされる（ステップＳ１２）。排ガスの加熱温度（すなわち、触媒反応塔運転温度）が、所定の再生時触媒反応塔運転設定温度（図４では、２００℃）に到達すると、再生時触媒反応塔運転設定温度にて一定に保たれる。

【００３１】

続いて、複数の触媒室４３１～４３３のうち、内部の触媒モジュール４３９を再生させるべき触媒室として選択された触媒室（ここでは、連続通ガス時間が最も長い触媒室であり、以下、「選択触媒室」という。）が特定され、選択触媒室に接続する流入路のダンパ（１つの流入路３８１～３８３のダンパ４０１１～４０１３）、および、流出路のダンパ（１つの流出路３９１～３９３のダンパ４０２１～４０２３）が閉じられる。これにより、排ガス脱硝装置４では、選択触媒室内の触媒モジュール４３９が、排ガスの脱硝に使用されなくなる。一方、排ガスの脱硝に使用される触媒室、すなわち、選択触媒室を除く全ての触媒室には、通常時触媒反応塔運転設定温度よりも高い再生時触媒反応塔運転設定温度の排ガスが連続して流入する。このように、排ガス脱硝装置４では、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度を、排ガス加熱器４１を用いて第１脱硝状態よりも高くしつつ、第１脱硝状態よりも少ない触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う状態（以下、「第２脱硝状態」という。）が実現される。第２脱硝状態は、所定の期間、維持される。

【００３２】

触媒再生部４４では、切替制御部４７０の制御により、選択触媒室に接続された第１補助流路のダンパ（１つの第１補助流路４５１１～４５１３のダンパ４７１１～４７１３）、および、第２補助流路のダンパ（１つの第２補助流路４５２１～４５２３のダンパ４７２１～４７２３）が開かれ、選択触媒室を含む循環流路４５が形成される。すなわち、切替制御部４７０により、選択触媒室が循環流路４５の一部に含められる。続いて、循環ガス送風機４５０の駆動を開始することにより、循環流路４５内に存在するガス、すなわち、循環ガスの循環が開始される。循環ガスの循環は、第２脱硝状態の期間に並行して行われる。後述するように、循環ガスは、主に空気である。

【００３３】

循環流路４５内を流れる循環ガスは、循環ガス加熱器４６により加熱され、循環ガスが徐々に昇温する。このとき、選択触媒室自体の温度が再生時触媒反応塔運転設定温度近傍となっていることにより、循環ガスの温度上昇が速やかとなる。循環ガスが所定の触媒再生温度（例えば３００℃程度）まで昇温すると、選択触媒室内の触媒モジュール４３９に付着した不要物（ここでは、硫安および酸性硫安）の熱分解が始まる（ステップＳ１３）。例えば、硫安および酸性硫安は$SO_3$（三酸化硫黄）と$NH_3$（アンモニア）に分解して、循環ガスに混ざる。触媒再生部４４では、所定温度以上の循環ガスが、触媒再生用のガスとして捉えられる。

【００３４】

温度検出部４６２により、循環ガスが第１設定温度（例えば、３００℃）まで昇温したことが確認されると、空気導入部４８により外部の空気が導入位置４５３から循環流路４５内に導入される。空気導入部４８による空気の導入流量は、予め設定された循環ガスの

昇温速度に合わせて決定される。また、接続流路４９のダンパ４９１を開くことにより、循環ガスの一部が、排出路３における薬剤供給部３２の上流側近傍に接続流路４９を介して流入する。これにより、循環ガスに含まれる$SO_3$が、排ガス中の硫黄酸化物（ＳＯｘ）と共に排出路３およびバグフィルタ３３において除去される。また、循環ガスに含まれる$NH_3$は、薬剤供給部３２よりも下流側に設けられる触媒反応塔４３における脱硝反応（選択触媒室以外の触媒室内の触媒モジュール４３９における脱硝反応）に利用される。なお、循環流路４５では、接続流路４９から流出する循環ガスの流量が、空気導入部４８により循環流路４５内に流入する空気の流量と等しくなるように、ダンパ４８１，４９１の開度等が調整されることが好ましい。接続流路４９から排出路３内に流出する循環ガスの流量は、排出路３を流れる排ガスの流量に比べて十分に低いため、循環ガスの混合により、排ガスの温度が過度に変化することはない。

【００３５】

循環ガス加熱器４６では、循環ガスが、第１設定温度よりも高い第２設定温度（例えば３７０℃）に到達したことが確認されると、所定時間の間、循環ガスが第２設定温度にて一定に保たれる。以上のようにして、第２脱硝状態を維持しつつ、選択触媒室内の触媒モジュール４３９に付着した不要物の除去、すなわち、触媒モジュール４３９の加熱再生が一定時間行われる（ステップＳ１４）。図４の例では、触媒モジュール４３９の活性度が９５％以上まで回復することが確認されている。

【００３６】

その後、循環ガス送風機４５０の駆動が停止され、循環流路４５における循環ガスの循環が停止される。なお、接続流路４９に$SO_3$濃度計や、$NH_3$濃度計が設けられ、循環流路４５から排出路３へと向かう循環ガスの$SO_3$濃度や$NH_3$濃度が所定値以下まで低下したことを確認した後に、循環ガスの循環が停止されることが望ましい。循環ガスの温度が３７０℃以上である場合には、触媒モジュール４３９に付着する不要物は短時間で昇華するため、上記濃度計を省略しても問題は生じない。もちろん、使用する触媒の種類等に応じて、循環ガスの温度や再生に要する時間が決定されてよい。

【００３７】

循環流路４５における循環ガスの循環が停止されると、選択触媒室に接続された第１補助流路４５１１～４５１３のダンパ４７１１～４７１３、および、第２補助流路４５２１～４５２３のダンパ４７２１～４７２３が閉じられ、選択触媒室を含む循環流路４５が遮断される（触媒再生部４４の停止）。そして、選択触媒室に接続する流入路３８１～３８３のダンパ４０１１～４０１３、および、流出路３９１～３９３のダンパ４０２１～４０２３が開かれ、排出路３内を流れる排ガスが全ての触媒室４３１～４３３内に流入する（ステップＳ１５）。すなわち、全ての触媒室４３１～４３３が、排ガス通ガス状態に切り替えられる。排ガス加熱器４１では、排ガスの加熱温度が、再生時触媒反応塔運転設定温度から徐々に低くされる（ステップＳ１６）。排ガス加熱器４１から排出される排ガスが、通常時触媒反応塔運転設定温度に到達すると、通常時触媒反応塔運転設定温度にて一定に保たれる。これにより、触媒反応塔４３が第１脱硝状態に戻される（ステップＳ１１）。

【００３８】

実際には、各触媒室４３１～４３３が一定時間毎に順番に選択触媒室として選択され、ステップＳ１２～Ｓ１６を実行することにより、当該触媒室４３１～４３３内の触媒モジュール４３９の再生が行われる。図４の例では、高温度運転が行われる期間Ｐ２が一定間隔（均等割付）となるように、すなわち、再生インターバルが一定となるように、第１ないし第３触媒室４３１～４３３が選択触媒室として選択される時期がずらされている。具体的には、各触媒室４３１～４３３では、触媒モジュール４３９の再生が１５００時間に１回行われ、触媒反応塔４３の全体では、触媒モジュール４３９の再生が５００時間に１回行われる。再生インターバルである１５００時間は例示に過ぎず、実際の再生インターバルは、設計条件や試運転での確認等により、プラント毎に決定される。

【００３９】

ここで、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度（排ガス加熱器４１による排ガスの加熱温度と同じであり、以下、単に「脱硝時排ガス温度」という。）と、触媒反応塔４３において必要な触媒量（以下、単に「必要触媒量」という。）との関係について述べる。図５は、脱硝時排ガス温度と必要触媒量との関係を示す図である。各脱硝時排ガス温度における必要触媒量の算出では、触媒の種類、触媒反応塔４３に流入する排ガス流量、排ガス中の窒素酸化物濃度（または、ダイオキシン濃度）、窒素酸化物の除去率（または、ダイオキシンの除去率）、アンモニアリーク量等を所定の条件に設定している。

【００４０】

図５の例では、脱硝時排ガス温度が常時１７０℃である場合、必要触媒量は２６．８$m^3$である。触媒反応塔４３において３個の触媒室を設ける場合には、触媒の再生のために１個の触媒室を不使用とする期間（以下、「部分使用期間」という。）を考慮すると、２個の触媒室に充填する必要がある触媒量が、２６．８$m^3$である。実際には、触媒活性度は不要物の析出により徐々に低下するため、ある程度の余裕を見込む必要がある（以下同様）。一方、通常運転における脱硝時排ガス温度を１７０℃とし、部分使用期間の直前に脱硝時排ガス温度を２００℃まで上げることにより、２個の触媒室に充填する必要がある触媒量は１８．６$m^3$となる。

【００４１】

換言すると、脱硝時排ガス温度を常時一定とする（部分使用期間に脱硝時排ガス温度を上げない）場合、２個の触媒室および３個の触媒室が設けられる触媒反応塔４３では、全ての触媒室において充填する必要がある総触媒量（以下、「充填触媒量」という。）は、それぞれ必要触媒量の２倍および１．５倍となる。これに対し、部分使用期間に脱硝時排ガス温度を通常運転時から上げる場合、充填触媒量を削減することができる。具体的に、脱硝時排ガス温度を１７０℃で常時一定とする場合、３個の触媒室が設けられる触媒反応塔４３では充填触媒量は最小で４０．２$m^3$となる。一方、部分使用期間に脱硝時排ガス温度を２００℃に上げる場合、充填触媒量は２７．９$m^3$となり、脱硝時排ガス温度を１７０℃で常時一定としつつ１個の触媒室のみを設ける場合と、充填触媒量をほぼ同量とすることが可能となる。排ガス脱硝装置４では、触媒室の個数をｎ（ｎは２以上の整数）として、（ｎ－１）個の触媒室において、要求される脱硝性能を再生時触媒反応塔運転設定温度下で連続的に満足するように、充填触媒量が決定される。実際には、充填触媒量の決定では、再生インターバルにおける触媒活性度の低下分も考慮される。

【００４２】

以上に説明したように、図１の排ガス脱硝装置４では、複数の触媒モジュール４３９を収容するとともに、排ガスが流入する触媒反応塔４３と、排ガスの流れ方向において触媒反応塔４３の上流側に配置される排ガス加熱器４１とが設けられる。そして、触媒反応塔４３において複数の触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う第１脱硝状態と、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度を、排ガス加熱器４１を用いて第１脱硝状態よりも高くしつつ、第１脱硝状態よりも少ない触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う第２脱硝状態とが、制御ユニット４００により切り替えられる。このように、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度を高くすることにより、複数の触媒モジュール４３９の一部を脱硝に使用する場合における脱硝性能の低下を抑制することが実現される。

【００４３】

ところで、触媒による脱硝では、バグフィルタ等からの排ガスを、排ガス加熱器により２００～２３０℃に再加熱して触媒反応塔に流入させる場合、硫安や酸性硫安の析出による触媒劣化速度を抑制することができ、脱硝性能の低下が抑制される。一方、焼却炉のボイラにおいて生成される蒸気は、一般的に発電に利用されることが多く、焼却炉自体における当該蒸気の消費量を抑制することが、発電効率の向上につながる。したがって、ボイラからの蒸気を利用する排ガス加熱器による排ガスの加熱温度は低いことが好ましい。例えば、脱塩および脱硫用の薬剤として消石灰を使用する場合、バグフィルタにおける排ガスの温度は１５０℃程度に設定されるため、硫安や酸性硫安の析出による、触媒劣化速度を抑制するために加熱温度を高くすればするほど、蒸気の消費量が高くなってしまう。

【００４４】
これに対し、排ガス脱硝装置４では、通常運転時における脱硝時排ガス温度を比較的低くする（図４の例では、１７０℃）ことが可能であるため、排ガス加熱器４１における加熱温度を低くして、蒸気の消費量を抑制することができる。その結果、焼却炉１における発電効率を向上することができる。例えば、通常運転時に１５０℃の排ガスを排ガス加熱器４１により１７０℃に加熱する場合、不要物の析出を抑制するために、一定の温度（２００℃）まで加熱する場合に比べて、１．５％程度の発電効率の向上が可能である。図４の例では、５００時間毎に脱硝時排ガス温度を２００℃として焼却炉１内の蒸気消費量が一時的に増加するが、焼却炉１を年間８０００時間稼働させるとしても、一時的な蒸気消費量の増加は１６回のみである。触媒モジュール４３９の加熱再生は、例えば１２時間程度で完了するため、大きな損失とはならない。
【００４５】
図１の排ガス脱硝装置４では、触媒反応塔４３が、排ガスの流れに対して並列に設けられる複数の触媒室４３１～４３３を有し、排ガス加熱器４１から複数の触媒室４３１～４３３へと至る排ガスの複数の流路（すなわち、流入路３８１～３８３）が、個別に開閉可能である。これにより、排ガス脱硝装置４では、一部の触媒室内の触媒モジュール４３９を不使用としつつ、脱硝を継続して行うことができる。これにより、焼却炉１において求められる稼働時間（焼却量）を確保することができる。
【００４６】
触媒再生部４４では、触媒再生用のガス（上記では、加熱した循環ガス）が複数の触媒室４３１～４３３に対して選択的に供給可能である。これにより、触媒室４３１～４３３内において（すなわち、オンラインで）、触媒モジュール４３９を容易に再生させることができる。また、切替制御部４７０により、選択触媒室が循環流路４５の一部に含められ、循環ガス加熱器４６により、循環流路４５を循環する循環ガスが加熱される。これにより、所定温度以上の循環ガスである触媒再生用ガスを容易に準備（生成）することができる。
【００４７】
なお、図４の例では、加熱再生の直前に脱硝時排ガス温度を２００℃とすることにより選択触媒室自体が蓄熱しているため、加熱再生時における循環ガス加熱器４６による加熱温度は、例えば１２０～１７０℃程度となる。加熱再生の一例として、通常時触媒反応塔運転設定温度が１８０℃であり、加熱再生の直前に活性度が８０％まで低下している触媒モジュール４３９では、３２０℃の循環ガスを２時間程度循環させることにより、活性度がほぼ１００％まで回復する。
【００４８】
既述のように、触媒モジュールの加熱再生に使用したガスには、有害な$SO_3$や$NH_3$が含まれる。ここで、排出される排ガスに少量の$SO_3$や$NH_3$を混ぜて、大気に排出する比較例の排ガス脱硝装置を想定する。比較例の排ガス脱硝装置では、加熱再生に利用されるガスの温度を硫安や酸性硫安の昇華温度未満として、硫安や酸性硫安の分解速度を遅くしつつ、触媒の加熱再生が行われる。しかしながら、この場合、$SO_3$の濃度や$NH_3$の濃度を確認しながら硫安や酸性硫安の分解速度を制御する必要があり、処理が煩雑となる。また、加熱再生に使用したガス中の$SO_3$や$NH_3$を専用の除去装置により除去することも考えられるが、この場合、当該除去装置の追加により排ガス脱硝装置の製造コストが増加する。
【００４９】
これに対し、図１の排ガス脱硝装置４では、燃焼室２から排ガス加熱器４１へと至る排出路３において、脱硫装置が設けられ、選択触媒室を通過した循環ガスが、排出路３において当該脱硫装置の上流側に流入する。これにより、選択触媒室を通過した循環ガスに含まれる$SO_3$等を除去することができ、硫安や酸性硫安の分解速度を制御する等の煩雑な処理を行うことなく、排ガスを適切に大気に放出することができる。また、焼却炉１では、脱硫装置が通常設けられるため、焼却炉１および排ガス脱硝装置４の製造コストの増加

も抑制される。既述のように、循環ガスに含まれる$NH_3$については、触媒反応塔４３における脱硝中の触媒室（選択触媒室以外の触媒室）における脱硝反応に利用される。

【００５０】

図１の排ガス脱硝装置４では、薬剤供給部３２により、脱塩および脱硫用の薬剤が排出路３内に噴霧されるが、例えば、薬剤供給部３２が省略され、かつ、減温塔３１が、アトマイザやスプレー方式で消石灰スラリーを噴霧する半乾式反応塔等である場合には、減温塔３１が脱硫装置として捉えられる。この場合、図１中に符号４９ａを付す破線にて示すように、接続流路の端部が減温塔３１の上流側近傍に接続され、循環ガスに含まれる$SO_3$等が減温塔３１にて除去される。

【００５１】

焼却炉１では、ごみ成分の変動により排ガスの性状も安定しないため、触媒が劣化する速度は、必ずしも一定ではない。したがって、煙突３５の上流側に設けられるＮＯｘ濃度検出部３７による窒素酸化物濃度から各時刻における触媒性能を算出し、当該触媒性能に基づいて、触媒モジュール４３９の加熱再生を行うタイミングが決定されてもよい。図１の排ガス脱硝装置４では、焼却炉１を稼働しつつ触媒モジュール４３９の加熱再生を行うことが可能であるため、加熱再生を行うタイミングを自在に決定することが可能である。

【００５２】

図６は、排ガス脱硝装置４の他の例を示す図である。図６の排ガス脱硝装置４では、図１の排ガス脱硝装置４に対して排ガス導入部４８ａが追加され、触媒再生部４４の循環流路４５に排ガスが導入可能である。他の構成は、図１と同様であり、同じ構成に同じ符号を付している。

【００５３】

排ガス導入部４８ａは、排ガス導入流路４８２と、ダンパ４８３とを備える。排ガス導入流路４８２の一端は、排出路３において排ガス加熱器４１とアンモニア供給部４２との間の位置に接続される。排ガス導入流路４８２の他端は、循環流路４５において複数の第１補助流路４５１１～４５１３と循環ガス送風機４５０との間の位置に接続される。ダンパ４８３は、排ガス導入流路４８２に設けられる。

【００５４】

選択触媒室内の触媒モジュール４３９の加熱再生を行う際には、選択触媒室を含む循環流路４５が形成される。続いて、排ガス導入流路４８２のダンパ４８３を開くことにより、バグフィルタ３３を通過し、かつ、排ガス加熱器４１により加熱された排ガスが、循環流路４５内に導入される。既述のように、触媒モジュール４３９の加熱再生の際には、排ガス加熱器４１から排出される排ガスの温度が、通常時よりも高い再生時触媒反応塔運転設定温度（例えば、２００℃）にされる。このように、予め高温となっているガスが循環流路４５内に導入される。当該排ガスは、循環ガス送風機４５０の駆動により循環ガスとして循環流路４５を循環しつつ、循環ガス加熱器４６により加熱される。排ガス導入流路４８２のダンパ４８３を一定時間だけ開いて、循環流路４５に必要な量の排ガスが導入されると、ダンパ４８３は閉じられる。

【００５５】

温度検出部４６２により、循環ガスが第１設定温度（例えば、３００℃）まで昇温したことが確認されると、ダンパ４８３，４９１が開かれる。これにより、排ガス導入部４８ａによる排ガスの導入が再開されるとともに、加熱再生における生成物（$SO_3$等）を含む循環ガスの一部が、接続流路４９を介して、排出路３における薬剤供給部３２の上流側近傍に流入する。既述のように、排出路３に流入する循環ガス中の$SO_3$等は、排出路３およびバグフィルタ３３において除去される。触媒モジュール４３９の加熱再生が完了すると、ダンパ４８３が閉じられ、空気導入部４８のダンパ４８１が開かれる。これにより、外部の空気が循環流路４５に導入され、循環流路４５内のガスが、空気に置換される。その後、ダンパ４８１，４９１が閉じられ、循環ガス送風機４５０の駆動が停止される。そして、全ての触媒室４３１～４３３内の触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う第１脱硝状態に戻される。

【００５６】
以上のように、図６の排ガス脱硝装置４では、排ガス加熱器４１により加熱された排ガスが触媒再生部４４の循環流路４５に導入され、当該排ガスが循環ガスとして循環流路４５を循環しつつ循環ガス加熱器４６により加熱される。これにより、循環流路４５内に外部の空気を導入する図１の例に比べて、循環ガス加熱器４６における熱消費を少なくしつつ、循環ガスを短時間で所定の触媒再生温度まで加熱することが可能となる。なお、図６の排ガス脱硝装置４では、図１の排ガス脱硝装置４と同様に、外部の空気を加熱して、触媒モジュール４３９の加熱再生に利用することも可能である。
【００５７】
排ガスを循環流路４５に導入する手法は、他の構成により実現することも可能である。図７は、排ガス脱硝装置４の他の例を示す図である。図７の排ガス脱硝装置４では、循環ガスが循環流路４５を時計回りに循環するように、循環ガス送風機４５０が、図１の場合とは逆向きに取り付けられる。また、循環流路４５において、接続流路４９は、循環ガス送風機４５０と複数の第１補助流路４５１１～４５１３との間の位置に接続し、空気導入部４８は、複数の第２補助流路４５２１～４５２３と、循環ガス加熱器４６との間の位置に接続する。さらに、温度検出部４６２は、循環ガス加熱器４６と循環ガス送風機４５０との間に設けられる。
【００５８】
図７の排ガス脱硝装置４における第１脱硝状態では、複数の第２補助流路４５２１～４５２３のダンパ４７２１～４７２３、および、複数の第１補助流路４５１１～４５１３のダンパ４７１１～４７１３を僅かに開くことにより、全ての触媒室４３１～４３３を含む循環流路４５が形成される。そして、触媒室４３１～４３３を通過した排ガスの一部が、第２補助流路４５２１～４５２３、循環ガス加熱器４６、循環ガス送風機４５０および第１補助流路４５１１～４５１３を順に経由して、触媒室４３１～４３３へと戻る。これにより、循環流路４５のほぼ全体が、通常時触媒反応塔運転設定温度（例えば、１７０～２００℃）近傍となり、循環流路４５において腐食（低温腐食）の発生が抑制される。なお、循環ガス加熱器４６はＯＦＦであり、循環流路４５におけるガスの加熱は行われない。触媒室４３１～４３３を通過した排ガスの大部分は、流出路３９１～３９３を介して煙突３５へと導かれる。第１脱硝状態では、接続流路４９のダンパ４９１も僅かに開くことにより、循環流路４５内の排ガスの一部が接続流路４９を介して、排出路３における薬剤供給部３２の上流側近傍に流入する。これにより、接続流路４９における腐食の発生も抑制される。
【００５９】
選択触媒室内の触媒モジュール４３９の加熱再生を行う際には、選択触媒室を含む循環流路４５が形成される。例えば、第１触媒室４３１が選択触媒室である場合に、第１触媒室４３１を含む循環流路４５が形成される。このとき、排ガス加熱器４１からの排ガスは、第１触媒室４３１には流入せず、第２および第３触媒室４３２，４３３のみに流入する。また、第２および第３触媒室４３２，４３３に接続する第２補助流路４５２２，４５２３のダンパ４７２２，４７２３も開かれる。これにより、第１触媒室４３１を含む循環流路４５に、第２および第３触媒室４３２，４３３を通過した排ガスの一部が導入される。図７では、循環流路４５、および、第２補助流路４５２２，４５２３を太い実線にて示している。排ガスは、循環ガス送風機４５０の駆動により循環ガスとして循環流路４５を循環しつつ、循環ガス加熱器４６により加熱される。循環流路４５に必要な量の排ガスが導入されると、ダンパ４７２２，４７２３は閉じられる。なお、排ガスの循環流路４５への導入では、２つの第２補助流路４５２２，４５２３の一方のダンパ４７２２，４７２３のみが開かれてもよい。
【００６０】
図６の例と同様に、温度検出部４６２により、循環ガスが第１設定温度（例えば、３００℃）まで昇温したことが確認されると、ダンパ４９１，４７２２，４７２３が開かれる。これにより、第２補助流路４５２２，４５２３からの排ガスの導入が再開されるとも

に、$SO_3$等を含む循環ガスの一部が、接続流路４９を介して、排出路３における薬剤供給部３２の上流側近傍に流入する。触媒モジュール４３９の加熱再生が完了すると、循環ガス加熱器４６がＯＦＦとされる。そして、一定時間経過後に、ダンパ４９１が閉じられるとともに、触媒反応塔４３が、全ての触媒室４３１～４３３内の触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う第１脱硝状態に戻される。また、複数の第２補助流路４５２１～４５２３のダンパ４７２１～４７２３、および、複数の第１補助流路４５１１～４５１３のダンパ４７１１～４７１３が僅かに開かれた状態とされ、全ての触媒室４３１～４３３を含む循環流路４５が形成される。

【００６１】

ここで、第１脱硝状態において、循環流路４５が冷態となる図６の排ガス脱硝装置４では、触媒モジュール４３９の加熱再生を行う際に、ゆっくりと暖管する必要がある。これに対し、図７の排ガス脱硝装置４では、第１脱硝状態において、触媒室４３１～４３３を通過した排ガスが循環流路４５内を流れることにより、循環流路４５が常時暖められている（暖機されている）。これにより、循環ガスの昇温速度を高くすることができ、触媒モジュール４３９の加熱再生に要する時間を短縮することが可能となる。

【００６２】

図８は、排ガス脱硝装置４の他の例を示す図である。図８の排ガス脱硝装置４は、図６の排ガス脱硝装置４に対して、２つの追加流路４５５，４５６が追加される点で相違する。詳細には、循環流路４５において、空気導入部４８の導入位置４５３と循環ガス送風機４５０との間にはダンパ４５７が設けられ、循環ガス送風機４５０と循環ガス加熱器４６との間にはダンパ４５８が設けられる。第１追加流路４５５の一端は、空気導入部４８の導入位置４５３とダンパ４５７との間に接続され、第１追加流路４５５の他端は、循環ガス送風機４５０とダンパ４５８との間に接続される。第１追加流路４５５には、２つのダンパ４５５１，４５５２が設けられる。第２追加流路４５６の一端は、ダンパ４５７と循環ガス送風機４５０との間に接続され、第２追加流路４５６の他端は、ダンパ４５８と循環ガス加熱器４６との間に接続される。第２追加流路４５６には、１つのダンパ４５６１が設けられる。

【００６３】

選択触媒室内の触媒モジュール４３９の加熱再生を行う際には、循環流路４５において循環ガス送風機４５０の両側にそれぞれ設けられるダンパ４５７，４５８が開かれ、第１および第２追加流路４５５，４５６のダンパ４５５１，４５５２，４５６１が閉じられる。これにより、図６の排ガス脱硝装置４と同様に、選択触媒室を含む循環流路４５が形成される。また、排ガス加熱器４１により加熱された排ガスが、排ガス導入流路４８２を介して循環流路４５内に導入される。図８では、第１触媒室４３１を含む循環流路４５、および、排ガス導入流路４８２を太い実線にて示している。触媒モジュール４３９の加熱再生に係る動作は、図６の場合と同様である。

【００６４】

一方、排ガス脱硝装置４における第１脱硝状態では、次に加熱再生を行うべき触媒室を含む循環流路４５の暖機が行われる。例えば、次に加熱再生を行うべき触媒室が第２触媒室４３２である場合、図９に示す第２補助流路４５２２のダンパ４７２２、および、第１補助流路４５１２のダンパ４７１２が僅かに開かれる。また、循環流路４５において循環ガス送風機４５０の両側に設けられるダンパ４５７，４５８が閉じられ、第１および第２追加流路４５５，４５６のダンパ４５５１，４５５２，４５６１が開かれる。これにより、第２触媒室４３２を通過した排ガスの一部が、第２補助流路４５２２、循環ガス加熱器４６、第２追加流路４５６、循環ガス送風機４５０、第１追加流路４５５、第１補助流路４５１２を順に経由して、第２触媒室４３２へと戻る（図９中の太い実線参照）。なお、循環ガス加熱器４６はＯＦＦであり、循環流路４５におけるガスの加熱は行われない。

【００６５】

このように、排ガス脱硝装置４では、第１脱硝状態において第２触媒室４３２を含む循環流路４５が暖められる。その結果、第２触媒室４３２内の触媒モジュール４３９の加熱

再生の際に、循環ガスの昇温速度を高くすることができ、加熱再生に要する時間を短縮することが可能となる。第１および第３触媒室４３１，４３３が、次に加熱再生を行うべき触媒室である場合も同様である。

【００６６】

次に、１つの触媒室のみを有する排ガス脱硝装置について説明する。図１０は、排ガス脱硝装置の他の例を示す図であり、排ガス脱硝装置４ａの一部を示している。図１１は、排ガス脱硝装置４ａの触媒反応塔４３の断面図であり、触媒反応塔４３内におけるガスの流れ方向に垂直な断面を示している。

【００６７】

排ガス脱硝装置４ａでは、触媒反応塔４３が、１つの触媒室４３４と、１つの触媒再生室４３５とを有する。詳細には、触媒反応塔４３は、所定の中心軸Ｊ１を中心とする略円筒形であり、触媒反応塔４３の内部空間には、中心軸Ｊ１に平行な板状の隔壁部４３６が設けられる。当該内部空間において、隔壁部４３６により仕切られる一方の空間が触媒室４３４であり、他方の空間が触媒再生室４３５である。すなわち、触媒室４３４と触媒再生室４３５とが互いに隣接して設けられる。隔壁部４３６は、中心軸Ｊ１に沿って並ぶ複数の回動部４３７を有し、各回動部４３７には半円かつ板状の触媒モジュール４３９が取り付けられる。回動部４３７は、中心軸Ｊ１を中心として触媒モジュール４３９を回動し、触媒モジュール４３９を触媒室４３４と触媒再生室４３５とに選択的に配置する。触媒再生室４３５は、循環流路４５の一部に含まれる。循環流路４５は、循環ガス送風機４５０と、循環ガス加熱器４６とを有する。

【００６８】

排ガス脱硝装置４ａにおける通常運転では、複数（全て）の触媒モジュール４３９が触媒室４３４内に配置される。触媒室４３４には、排ガスが流入し、当該複数の触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝が行われる。また、複数の触媒モジュール４３９のうち１つの触媒モジュール４３９を加熱再生する際には、当該触媒モジュール４３９が回動部４３７により触媒再生室４３５内に配置される。触媒再生室４３５には、循環ガス加熱器４６により加熱された循環ガス（触媒再生用ガス）が供給され、当該触媒モジュール４３９の再生が行われる。触媒モジュール４３９の再生に利用された循環ガスは、図１の排ガス脱硝装置４と同様に、接続流路（図示省略）を介して、排出路３へと流入する。一方、触媒室４３４では、当該触媒モジュール４３９を除く残りの触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝が行われる。このとき、排ガス加熱器４１（図１参照）による排ガスの加熱温度が、全ての触媒モジュール４３９を使用する場合よりも高くされる。

【００６９】

以上のように、図１０の排ガス脱硝装置４ａにおいても、触媒反応塔４３において複数の触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う第１脱硝状態と、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度を、排ガス加熱器４１を用いて第１脱硝状態よりも高くしつつ、第１脱硝状態よりも少ない触媒モジュール４３９を使用して排ガスの脱硝を行う第２脱硝状態とが切り替えられる。このように、複数の触媒モジュール４３９の一部を脱硝に使用する場合に、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度を高くすることにより、脱硝性能の低下を抑制することが実現される。

【００７０】

また、触媒反応塔４３では、複数の回動部４３７が、複数の触媒モジュール４３９のそれぞれを触媒室４３４と触媒再生室４３５とに選択的に（かつ、個別に）配置する位置切替部として動作する。位置切替部は、制御ユニット４００の位置切替制御部（図示省略）により制御される。これにより、１つの触媒モジュール４３９を再生する際に、当該触媒モジュール４３９のみを触媒再生室４３５に配置して、第２脱硝状態に並行して、当該触媒モジュール４３９の再生を行うことができる。

【００７１】

上記焼却炉１および排ガス脱硝装置４，４ａでは様々な変形が可能である。

【００７２】

図１０の排ガス脱硝装置４ａでは、１つの触媒室４３４内に複数の触媒モジュール４３９が配置されるが、図１２に示すように、複数の触媒室４３１，４３２が設けられる場合も、各触媒室４３１，４３２内に複数の触媒モジュール４３９が設けられてもよい。触媒モジュール４３９は、ほぼ連続的な触媒の集合であり、例えば、取扱可能な最小の触媒の塊を触媒セル（または触媒エレメント）として、各触媒モジュール４３９が、互いに隣接する複数の触媒セルにより構成されてもよい。

【００７３】

図１０の排ガス脱硝装置４ａにおいて、触媒再生室４３５が省略され、回動部４３７により触媒室４３４外に配置された触媒モジュール４３９が取り外されて、外部の触媒再生装置において再生されてもよい。また、図１の排ガス脱硝装置４において、各触媒室４３１～４３３が開閉可能とされ、選択された触媒室４３１～４３３内の触媒モジュール４３９が取り外されて、外部の触媒再生装置において再生されてもよい。さらに、取り外された触媒モジュール４３９が、新たな触媒モジュール４３９に交換されてもよい。排ガス脱硝装置４，４ａでは、一部の触媒モジュール４３９の再生または交換中に、触媒反応塔４３に流入する排ガスの温度を高くすることにより、脱硝性能の低下を抑制することが可能である。

【００７４】

図１０、図１２および図１では、触媒室の個数は１ないし３であるが、触媒室の個数は４以上であってもよい。また、触媒室の個数が３以上である場合に、装置の設計によっては、触媒室の総数よりも少ない複数の触媒室が選択触媒室として同時に選択されてもよい。ただし、触媒反応塔４３における充填触媒量を少なくするには、選択触媒室は、１つであることが好ましい。

【００７５】

排ガス加熱器４１は、ボイラ２１の蒸気以外を利用して排ガスを加熱してもよい。また、循環ガス加熱器４６も、ガス等の他のエネルギーを利用して循環ガスを加熱してもよい。

【００７６】

排ガス脱硝装置４，４ａに流入する排ガスの温度によっては、複数の触媒モジュール４３９の一部を脱硝に使用する場合のみに、排ガス加熱器４１による排ガスの加熱が行われてもよい。

【００７７】

上記実施の形態では、循環ガス加熱器４６により加熱される高温の空気が、触媒再生用ガスとして扱われるが、触媒再生用ガスは、触媒モジュール４３９における脱硝性能を低下させる付着物（析出物）を除去するものであればよく、例えば、特定種類のガスであってもよい。

【００７８】

循環流路４５において、循環ガス中の$SO_3$や$NH_3$を除去する除去装置が設けられてもよい。また、排出路３において、脱硫装置が触媒反応塔４３よりも下流側に設けられる場合等には、触媒再生部４４において、選択触媒室から排出される触媒再生用ガスの全部または一部が、そのまま排出路３に流入してもよい。焼却炉１の一部を示す図１３の例では、排出路３において、触媒反応塔４３の下流側に、ガスガス熱交換器３６１と、湿式洗煙塔３６２とが設けられる。湿式洗煙塔３６２には、薬剤供給部３６３が設けられる。触媒反応塔４３から排出される排ガスは、ガスガス熱交換器３６１を通過して、湿式洗煙塔３６２内に流入する。湿式洗煙塔３６２の内部では、薬剤供給部３６３により薬剤（苛性ソーダ等）が噴霧され、脱塩および脱硫が行われる。すなわち、湿式洗煙塔３６２により脱硫装置が実現される。湿式洗煙塔３６２を通過した排ガスは、ガスガス熱交換器３６１により再度昇温し、煙突３５を介して大気に排出される。なお、バグフィルタ３３の上流側に設けられる薬剤供給部３２では、消石灰等の薬剤が噴霧される。

【００７９】

図１３の触媒反応塔４３において、１つの触媒室、例えば、図１中の第１触媒室４３１

の触媒モジュール４３９の加熱再生を行う場合には、ダンパ４０２１を僅かに開くことにより、触媒モジュール４３９の加熱再生に利用されたガスが、図１３中の湿式洗煙塔３６２に導かれる。これにより、湿式洗煙塔３６２において、選択触媒室（ここでは、第１触媒室４３１）を通過したガスに含まれる$SO_3$等を除去することが可能となる。図１３の排ガス脱硝装置４では、図１の接続流路４９を省略することも可能である。

【００８０】

排ガス脱硝装置４，４ａは、焼却炉１以外の設備や、ディーゼルエンジン等の装置において用いられてもよい。

【００８１】

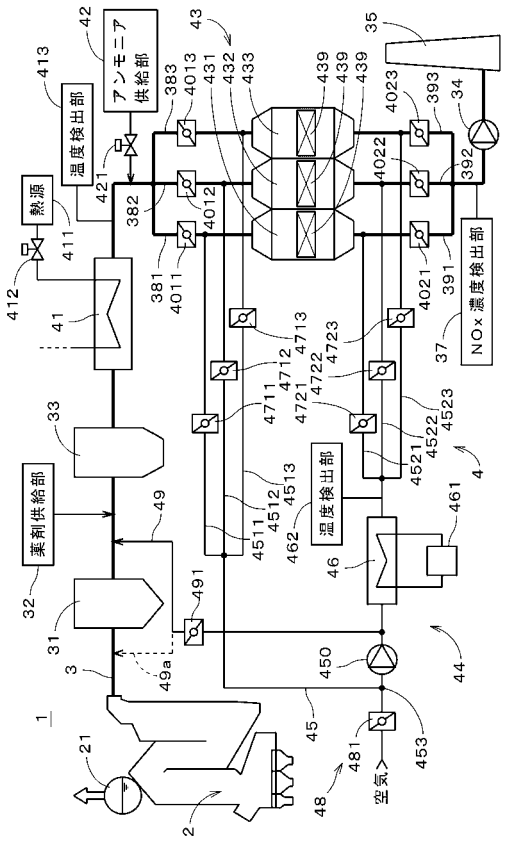
上記実施の形態および各変形例における構成は、相互に矛盾しない限り適宜組み合わされてよい。

【符号の説明】

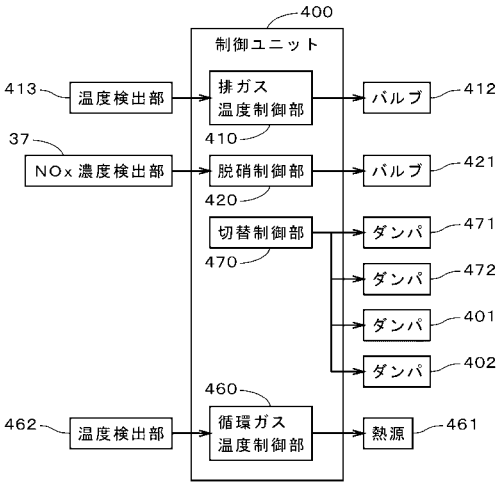
【００８２】

１　焼却炉
２　燃焼室
３　排出路
４，４ａ　排ガス脱硝装置
３１　減温塔
３２　薬剤供給部
３３　バグフィルタ
４１　排ガス加熱器
４３　触媒反応塔
４４　触媒再生部
４５　循環流路
４６　循環ガス加熱器
３８１～３８３　流入路
４００　制御ユニット
４３１～４３４　触媒室
４３５　触媒再生室
４３７　回動部
４３９　触媒モジュール
Ｓ１１～Ｓ１６　ステップ

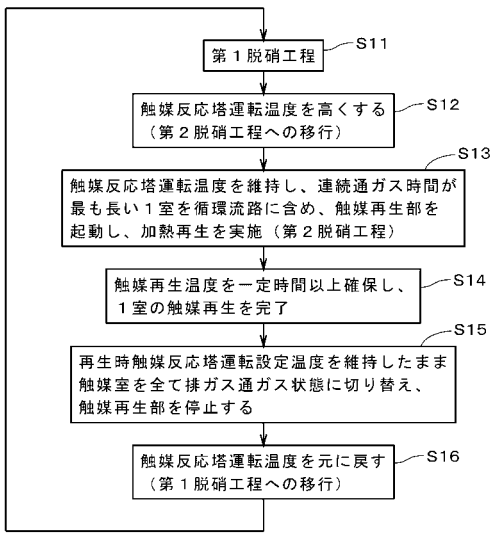
【図１】


アンモニア供給部
温度検出部
熱源
NOx濃度検出部
温度検出部
薬剤供給部
空気

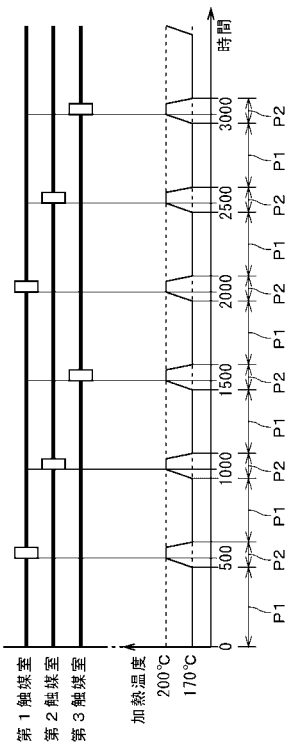
【図２】


制御ユニット
温度検出部
排ガス温度制御部
バルブ
NOx濃度検出部
脱硝制御部
バルブ
切替制御部
ダンパ
ダンパ
ダンパ
ダンパ
温度検出部
循環ガス温度制御部
熱源

【図３】


第１脱硝工程
触媒反応塔運転温度を高くする（第２脱硝工程への移行）
触媒反応塔運転温度を維持し、連続通ガス時間が最も長い１室を循環流路に含め、触媒再生部を起動し、加熱再生を実施（第２脱硝工程）
触媒再生温度を一定時間以上確保し、１室の触媒再生を完了
再生時触媒反応塔運転設定温度を維持したまま触媒室を全て排ガス通ガス状態に切り替え、触媒再生部を停止する
触媒反応塔運転温度を元に戻す（第１脱硝工程への移行）

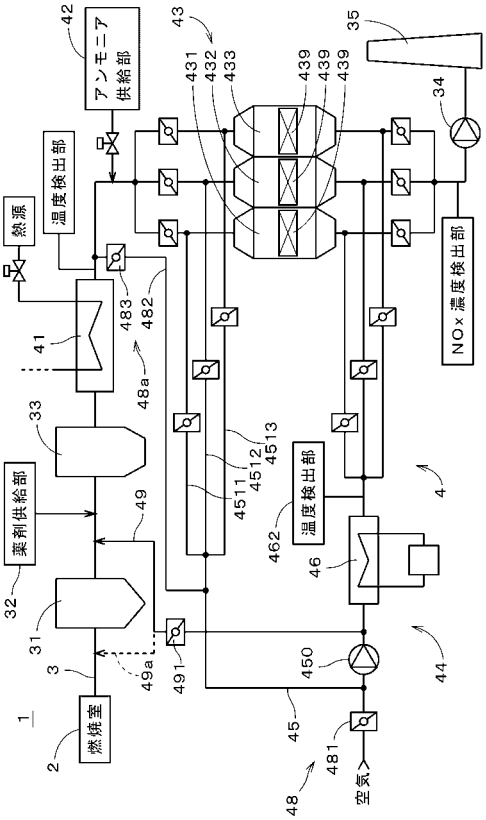
【図４】


時間
第１触媒室
第２触媒室
第３触媒室
加熱温度
200℃
170℃

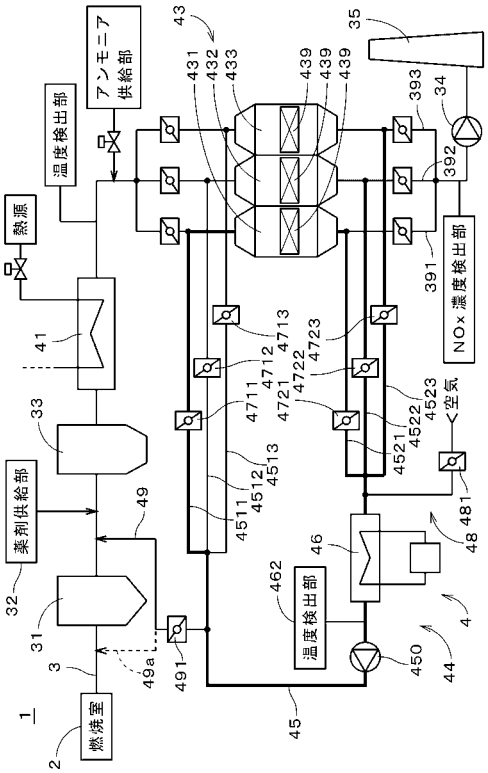
【図５】

| 脱硝時<br>排ガス温度 | 必要触媒量 |
|---|---|
| 170℃ | 26.8 |
| 180℃ | 23.5 |
| 190℃ | 20.3 |
| 200℃ | 18.6 |
| 210℃ | 15.0 |
| 220℃ | 13.7 |

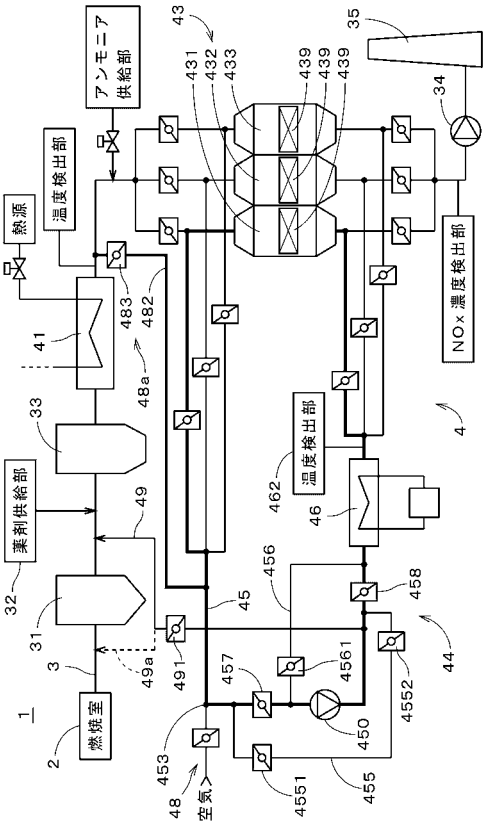
【図６】



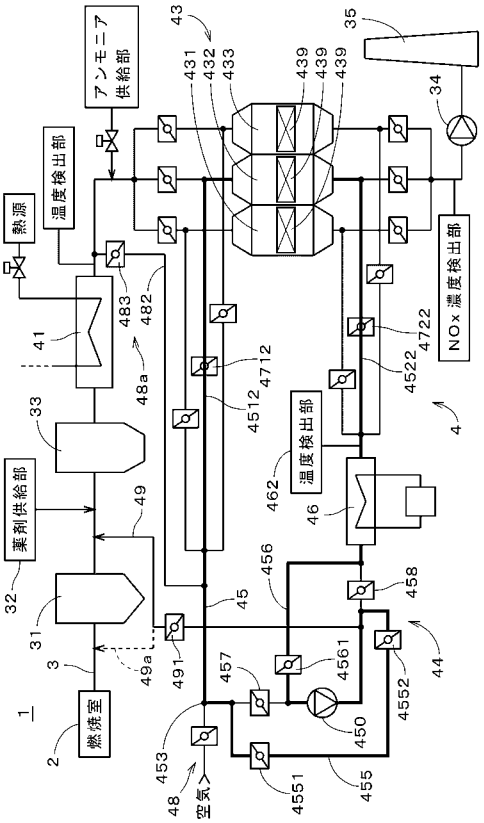

【図７】



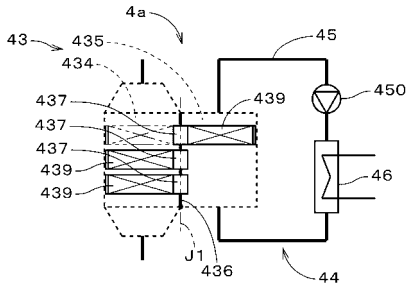

【図８】



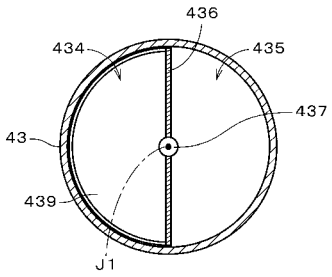
【図９】



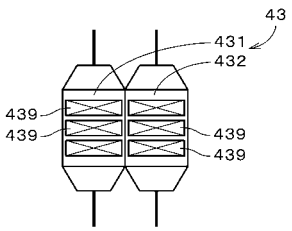

【図１０】



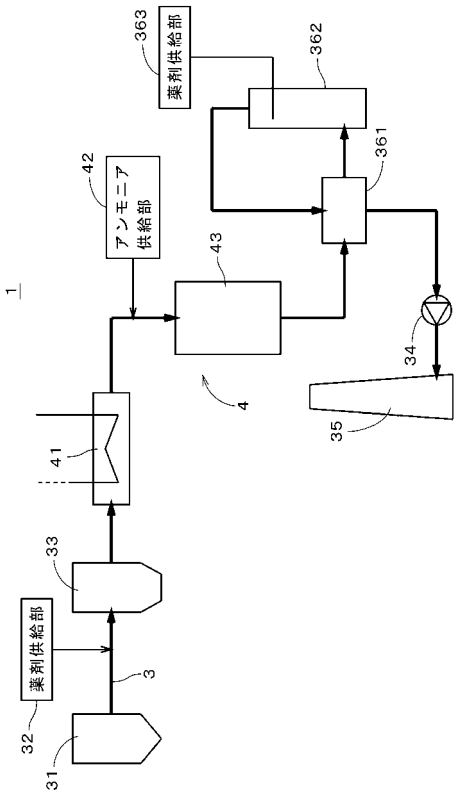

【図１１】




【図１２】




【図１３】



フロントページの続き

(72)発明者　久保　翔平
大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号　日立造船株式会社内

Ｆターム(参考) 3K070 DA02 DA03 DA09 DA14 DA16 DA22 DA23 DA25 DA32 DA52
DA58 DA60 DA64 DA66 DA75 DA87