

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年1月5日(05.01.2017)



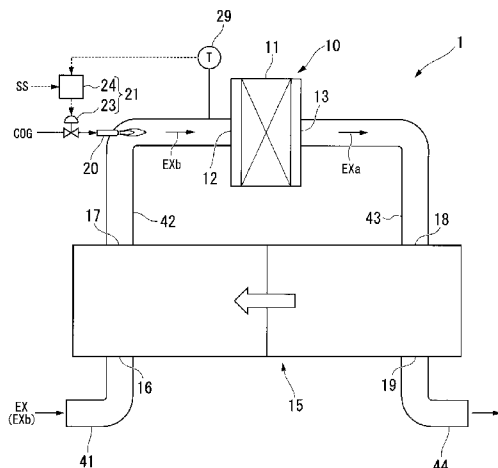
(10) 国際公開番号
WO 2017/002168 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/86 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/068685
- (22) 国際出願日: 2015年6月29日(29.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 磯部 知昭(ISOBE Tomoaki); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 増田 具承(MASUDA Tomotsugu); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 清澤 正志(KIYOSAWA Masashi); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 東野 耕次(HIGASHINO Koji); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外(MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST GAS TREATMENT SYSTEM AND EXHAUST GAS TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 排気ガス処理設備、及び排気ガス処理方法



(57) Abstract: This exhaust gas treatment system (1) is provided with an oxidation reactor (10), a heat exchanger (15), a heater (20), a thermometer (29) and a heating amount controller (21). The oxidation reactor (10) is internally filled with a catalyst (11) wherein Pt is supported by a titania carrier, and oxidizes carbon monoxide contained in an exhaust gas (EX). The heat exchanger (15) heats the gas before oxidation (EXb), which is the gas before being treated by the oxidation reactor (10), by performing heat exchange between the gas before oxidation (EXb) and the oxidized gas (EXa), which is the gas after being treated by the oxidation reactor (10). The heater (20) heats the gas before oxidation (EXb) after passing through the heat exchanger (15). The heating amount controller (21) controls the amount of heating by the heater (20) so that the temperature detected by the thermometer (29) is within a predetermined temperature range.

(57) 要約: 排気ガス処理設備(1)は、酸化反応器(10)と、熱交換器(15)と、加熱器(20)、温度計(29)と、加熱量調節器(21)と、を備える。酸化反応器(10)は、チタニア担体にPtが担持されている触媒(11)が内部に充填され、排気ガス(EX)中の一酸化炭素を酸化させる。熱交換器(15)は、酸化反応器(10)で処理される前の酸化前ガス(EXb)と酸化反応器(10)で処理された後の酸化済みガス(EXa)とを熱交換させて、酸化前ガス(EXb)を加熱する。加熱器(20)は、熱交換器(15)を通った後の酸化前ガス(EXb)を加熱する。加熱量調節器(21)は、温度計(29)で検知される温度が予め定められた温度範囲内に収まるよう、加熱器(20)による加熱量を調節する。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：排気ガス処理設備、及び排気ガス処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、排気ガス中の一酸化炭素を酸化処理する排気ガス処理設備、及び排気ガス処理方法に関する。

背景技術

[0002] 排気ガス中の一酸化炭素（以下、COとする）を酸化処理する場合、一般的に、所定の温度範囲内の排気ガスを触媒に接触させ、この排気ガス中のCOを触媒燃焼させることが多い。

[0003] この触媒としては、例えば、以下の特許文献1に記載されているように、チタニア担体にPtを担持させた触媒が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第4508693号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一酸化炭素の酸化処理では、排気ガスが処理装置に流入し始めると、この処理装置で直ちに一酸化炭素が酸化処理され、その後も安定して一酸化炭素が酸化処理されることが望まれる。さらに、一酸化炭素の酸化処理では、ランニングコストを抑えることが望まれる。

[0006] そこで、本発明は、ランニングコストを抑えつつも、プラント起動時などのコールドスタート時等における排気ガスの流入開始からの一酸化炭素の酸化処理開始までのタイムラグを抑え、その後も安定して一酸化炭素を酸化させることができる技術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

[0007] 上記目的を達成するための一態様としての排気ガス処理設備は、チタニア担体にPt及びSbが担持されているPt-Sb系触媒、又はチ

タニア担体に Pt が担持され Sb が担持されていない Pt 系触媒が充填され、排気ガス中に含まれている一酸化炭素を酸化させる酸化反応器と、前記酸化反応器で処理される前の排気ガスである酸化前ガスと前記酸化反応器で処理された後の排気ガスである酸化済みガスとを熱交換させて、前記酸化済みガスを冷却する一方で、前記酸化前ガスを加熱する熱交換器と、前記熱交換器を通った後の前記酸化前ガスを加熱する加熱器と、前記加熱器により加熱されたガスの温度を検知する温度計と、前記温度計で検知される温度が予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記加熱器による加熱量を調節する加熱量調節器と、を備える。

[0008] この排気ガス処理設備の触媒は、チタニア担体に Pt が担持されている触媒である。このため、この排気ガス処理設備では、排気ガス中に硫黄酸化物（以下、 SO_x とする）が含まれている場合でも、例えば、アルミナ担体に Pt が担持されている触媒よりも、触媒の性能劣化を抑えることができる。

[0009] また、この排気ガス処理設備では、酸化反応器に流入するガスの温度が低い場合には、加熱器でこのガスを加熱するので、排気ガスが排気ガス処理設備に流入し始めたときでも、流入開始からこの排気ガス中に含まれる CO の酸化が開始されるまでのタイムラグを抑えることができる。さらに、この排気ガス処理設備では、温度計で検知される温度に応じて、加熱器での加熱量を制御するので、CO を継続的に安定して酸化させることができる。さらに、この排気ガス処理設備では、温度計で検知される温度に応じて、加熱器での加熱量が調節されるので、酸化反応器に流入するガスの温度が高くなれば、加熱器による加熱量が減る。このため、この排気ガス処理設備では、ランニングコストを抑えることができる。

[0010] ここで、前記排気ガス処理設備において、前記加熱量調節器は、稼動し始めたガス発生源からの前記排気ガスが前記酸化反応器に流入する前から、前記温度計で検知される温度が前記予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記加熱器による加熱量を調節してもよい。

[0011] この排気ガス処理設備では、稼動し始めたガス発生源からの排気ガスが酸

化反応器に流入する前から、加熱器による加熱量が調節されるので、稼動し始めたガス発生源からの排気ガスが酸化反応器に流入し始めた直後から、この排気ガス中に含まれるCOを酸化することができる。

[0012] また、以上のいずれかの前記排気ガス処理設備において、前記加熱器により加熱された後であって前記熱交換器で冷却される前の前記排気ガス中に含まれている窒素酸化物を還元させる脱硝装置を備えてもよい。

また、以上のいずれかの前記排気ガス処理装置において、前記熱交換器と前記酸化反応器とを接続し、前記熱交換器から前記酸化反応器へ前記酸化前ガスを送る第一ラインと、前記酸化反応器と前記熱交換器とを接続し、前記酸化反応器から前記熱交換器へ前記酸化済みガスを送る第二ラインと、を備え、前記脱硝装置は、前記第一ライン中又は前記第二ライン中に設けられていてもよい。

[0013] この排気ガス処理設備では、排気ガス中の窒素酸化物を除くことができる。

[0014] 前記脱硝装置を備える前記排気ガス処理設備において、前記脱硝装置は、前記酸化反応器で処理された後であって前記熱交換器で冷却される前の前記酸化済みガスを処理し、前記温度計は、前記酸化反応器を通った後であって前記脱硝装置に流入する前のガスの温度を検知してもよい。

また、前記第一ライン及び前記第二ラインを備えている前記排気ガス処理設備において、前記脱硝装置は、前記第二ライン中に設けられ、前記温度計は、前記第二ライン中であって、前記脱硝装置よりも前記酸化反応器側の位置に設けられていてもよい。

[0015] この排気ガス処理装置では、酸化反応器から流出したガスの温度を検知することで、酸化反応器でCOを酸化反応させるための温度を管理することができる上に、脱硝装置で脱硝反応させるための温度も管理することができる。

[0016] 前記脱硝装置を備える、以上のいずれかの前記排気ガス処理設備において、前記酸化反応器には、前記Pt-Sb系触媒が充填されていてもよい。

[0017] チタニア担体にPt及びSbが担持されているPt-Sb系触媒は、チタニア担体にPtが担持されSbが担持されていないPt系触媒よりも、SO₂の酸化率が低い。このため、この排気ガス処理設備では、SO₂の酸化を抑制することができる。

[0018] 前記脱硝装置を備える前記排気ガス処理設備において、前記脱硝装置は、前記排気ガス中に窒素酸化物の還元剤としてアンモニアを噴出するアンモニア脱硝装置であり、前記アンモニア脱硝装置は、前記加熱器により加熱された後であって前記酸化反応器で処理される前の前記酸化前ガスを処理してもよい。

また、前記第一ライン及び前記第二ラインを備えている前記排気ガス処理設備において、前記脱硝装置は、前記排気ガス中に窒素酸化物の還元剤としてアンモニアを噴出するアンモニア脱硝装置であり、前記アンモニア脱硝装置は、前記第一ライン中であって、前記加熱器よりも前記酸化反応器側の位置に設けられていてもよい。

[0019] アンモニア脱硝装置では、一般的に、この脱硝装置からアンモニアが流出する。このアンモニアは、大気に放出しないことが好ましい。この排気ガス処理設備は、排気ガスが脱硝装置を通った後、酸化反応器に流入する。このため、この排気ガス処理設備では、酸化反応器で、脱硝装置から流出したアンモニアを窒素に転換することができる。この結果、アンモニアと硫黄酸化物との反応による酸性硫酸が生成されず、この酸性硫酸によって、脱硝装置の後段に設けられている機器や配管の腐食を抑制することができる。さらに、アンモニアの大気放出を抑制することができる。

[0020] 前記酸化反応器で処理される前の前記酸化前ガスを処理するアンモニア脱硝装置を備える前記排気ガス処理設備において、前記温度計は、前記加熱器により加熱された後であって前記アンモニア脱硝装置に流入する前のガスの温度を検知してもよい。

[0021] この排気ガス処理設備では、アンモニア脱硝装置に流入する前の温度を検知し、この温度を適切な温度に制御することにより、脱硝装置及び酸化反応

器を効率的に運用することができる。

[0022] 他の態様としての排気ガス処理設備は、

排気ガス中に窒素酸化物の還元剤としてアンモニアを噴出し、前記窒素酸化物を還元させる脱硝装置と、前記脱硝装置で処理された排気ガス中に含まれている一酸化炭素を酸化させる酸化反応器と、を備え、前記酸化反応器には、チタニア担体にPt及びSbが担持されているPt-Sb系触媒、又はチタニア担体にPtが担持されSbが担持されていないPt系触媒が充填されている。

[0023] この排気ガス処理設備では、排気ガス中に含まれている窒素酸化物を還元することができると共に、排気ガス中に含まれている一酸化炭素を酸化させることができる。さらに、この排気ガス処理設備では、酸化反応器で、脱硝装置から流出したアンモニアを窒素に転換することができる。この結果、アンモニアと硫黄酸化物との反応による酸性硫酸が生成されず、この酸性硫酸によって、脱硝装置の後段に設けられている機器や配管の腐食を抑制することができる。さらに、アンモニアの大気放出を抑制することができる。

[0024] 前記他の態様としての前記排気ガス処理設備において、前記脱硝装置及び前記酸化反応器で処理される前の前記排気ガスである処理前ガスと前記脱硝装置及び前記酸化反応器で処理された後の前記排気ガスである処理済みガスとを熱交換させ、前記処理済みガスを冷却する一方で、前記処理前ガスを加熱する熱交換器と、前記熱交換器を通った後の前記処理前ガスを加熱する加熱器と、前記加熱器による加熱量を調節する加熱量調節器と、を備えてもよい。

[0025] 前記酸化反応器及び前記脱硝装置を備える、以上のいずれかの前記排気ガス処理設備において、前記酸化反応器及び前記脱硝装置で処理された後であって前記熱交換器で冷却される前の前記排気ガスと第一冷媒とを熱交換させ、前記排気ガスを冷却する一方で、前記第一冷媒を加熱する排熱回収器を備えてもよい。

[0026] この排気ガス処理設備では、酸化反応器で発生する熱のうちで不要な熱を

回収し、これを有効利用することができる。

[0027] 前記排熱回収器を備える前記排気ガス処理設備において、前記排熱回収器で熱交換される前の前記排気ガスの温度が予め定められている温度よりも低い場合に、前記排熱回収器での前記排気ガスと前記第一冷媒との熱交換を制限する熱交換制限器を備えてもよい。

[0028] 酸化反応器に充填されている触媒は、その温度が高くなりすぎると、 SO_2 の酸化速度が上昇し、大量の SO_3 が生成される。このため、この SO_3 の生成により、酸化反応器の後段に設けられている機器や配管の腐食や、煙突からの紫煙が発生することがある。この排気ガス処理設備では、排気ガスの温度が予め定められている温度よりも低い場合に、排熱回収器での排気ガスと冷媒との熱交換を制限され、排気ガスの温度が予め定められている温度以上の場合に、排熱回収器での排気ガスと冷媒との熱交換が行われる。よって、この排気ガス処理設備では、排熱回収器での熱交換により、触媒の必要以上の温度上昇を抑えることができ、 SO_3 の生成を抑制することができる。

[0029] 以上のいずれかの前記排気ガス処理設備において、前記熱交換器で冷却された後の前記排気ガスと第二冷媒とを熱交換させ、前記排気ガスを冷却する一方で、前記第二冷媒を加熱する排熱回収器を備えてもよい。

[0030] この排気ガス処理設備では、熱交換器で冷却された後の排気ガスの熱を回収し、これを有効利用することができる。

[0031] 以上のいずれかの前記排気ガス処理設備において、前記酸化反応器で処理される前の前記排気ガス中から塵を除く集塵器を備えてもよい。

[0032] 上記目的を達成するための一態様としての排気ガス処理方法は、

酸化反応器内で、チタニア担体にPt及びSbが担持されているPt-Sb系触媒、又はチタニア担体にPtが担持されSbが担持されていないPt系触媒により、排気ガス中に含まれている一酸化炭素を酸化させる酸化処理工程と、前記酸化処理工程で処理される前の排気ガスである酸化前ガスと前記酸化処理工程で処理された後の排気ガスである酸化済みガスとを熱交換器で熱交換させて、前記酸化済みガスを冷却する一方で、前記酸化前ガスを加

熱する熱交換工程と、前記熱交換器を通った前記酸化前ガスを加熱し、加熱後の前記排気ガスの温度が予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記排気ガスの温度を調節する温度調節工程と、を含む。

[0033] この排気ガス処理方法では、排気ガス中に SO_x が含まれている場合でも、例えば、アルミナ担体にPtが担持されている触媒よりも、触媒の性能劣化を抑えることができる。

[0034] また、この排気ガス処理方法では、熱交換器を通った酸化前ガスの温度が低い場合には、このガスが加熱されるので、排気ガスが排気ガス処理設備に流入し始めたときでも、流入開始からこの排気ガス中に含まれるCOの酸化が開始されるまでのタイムラグを抑えることができる。さらに、この排気ガス処理方法では、温度調節工程で、予め定められた温度範囲内に収まるよう、排気ガスの温度が調節されるので、COを継続的に安定して酸化させることができる。さらに、この排気ガス処理設備では、この温度調節工程での余分な加熱を抑えることができ、ランニングコストを抑えることができる。

[0035] ここで、前記排気ガス処理方法において、前記温度調節工程では、稼動し始めたガス発生源からの前記排気ガスが前記酸化反応器に流入する前から、前記酸化反応器に流入する前又は前記酸化反応器から流出したガスの温度が前記予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記ガスの温度を調節してもよい。

[0036] 以上のいずれかの前記排気ガス処理方法において、前記温度調節工程で温度調整された後であって前記熱交換工程で冷却される前の前記排気ガス中に含まれている窒素酸化物を脱硝装置で還元させる脱硝工程を含み、前記脱硝工程では、前記酸化処理工程で処理された後であって前記熱交換工程で冷却される前の前記酸化済みガスを処理し、前記温度調節工程では、前記酸化反応器から流出し前記脱硝装置に流入する前のガスが前記予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記ガスの温度を調節してもよい。

[0037] これにより、従来、脱硝工程の温度を適切な温度に維持するために、加熱用の燃料等を大量に使用していたが、その燃料等の使用量を抑制することが

できる。

[0038] 以上のいずれかの前記排気ガス処理方法において、前記温度調節工程で温度調整された後であって前記熱交換工程で冷却される前の前記排気ガス中に含まれている窒素酸化物を脱硝装置で還元させる脱硝工程を含み、前記脱硝工程では、前記排気ガス中に窒素酸化物の還元剤としてアンモニアを噴出して、前記窒素酸化物を還元させてもよい。

[0039] 前記脱硝工程で排気ガス中にアンモニアを噴出する前記排気ガス処理方法において、前記脱硝工程では、前記温度調節工程で温度調整された後であって前記酸化反応器で処理される前の前記酸化前ガスを処理し、前記温度調節工程では、前記温度調節工程で温度調整された後であって前記脱硝装置に流入する前のガスが前記予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記ガスの温度を調節してもよい。

[0040] この排ガス処理方法では、温度調節工程での温度調節により、脱硝工程及び酸化処理工程での処理を効率よく行うことができる。

[0041] 他の態様としての排気ガス処理方法は、

排気ガス中に窒素酸化物の還元剤としてアンモニアを噴出し、前記窒素酸化物を還元させる脱硝工程と、チタニア担体にPtが担持されている触媒により、前記脱硝工程で処理された排気ガス中に含まれている一酸化炭素を酸化させる酸化処理工程と、を含む。

[0042] 前記他の態様としての前記排気ガス処理方法において、前記脱硝工程及び前記酸化処理工程で処理される前の前記排気ガスである処理前ガスと前記脱硝工程及び前記酸化処理工程で処理された後の前記排気ガスである処理済みガスとを熱交換させ、前記処理済みガスを冷却する一方で、前記処理前ガスを加熱する熱交換工程を含んでもよい。

[0043] 前記脱硝工程及び前記酸化処理工程を含む、以上のいずれかの前記排気ガス処理方法において、前記脱硝工程及び前記酸化処理工程で処理された後であって前記熱交換工程で冷却される前の前記排気ガスと第一冷媒とを熱交換させ、前記排気ガスを冷却する一方で、前記第一冷媒を加熱する排熱回収工

程を含んでもよい。

[0044] 前記排熱回収工程を含む前記排気ガス処理方法において、前記排熱回収工程では、前記排熱回収工程で熱交換される前の前記排気ガスの温度に応じて、前記排気ガスと前記第一冷媒との熱交換を制限してもよい。

[0045] 以上のいずれかの前記排気ガス処理方法において、前記熱交換工程で冷却された後の前記排気ガスと第二冷媒とを熱交換させ、前記排気ガスを冷却する一方で、前記第二冷媒を加熱する排熱回収工程を含んでもよい。

発明の効果

[0046] 一態様としての排気ガス処理方法及びこの方法を実行する装置では、ランニングコストを抑えつつも、排気ガスの流入開始から一酸化炭素の酸化処理開始までのタイムラグを抑え、その後も安定して一酸化炭素を酸化させることができる。

図面の簡単な説明

[0047] [図1]第一実施形態に係る排気ガス処理設備の系統図である。

[図2]触媒の入口温度とCO燃焼率との関係を示すグラフである。

[図3]第一実施形態に係る排気ガス処理設備のシーケンス図である。

[図4]第二実施形態に係る排気ガス処理設備の系統図である。

[図5]触媒の入口温度が280℃のときにおける触媒のSO₂酸化率特性を示すグラフである。

[図6]触媒の入口温度が300℃のときにおける触媒のSO₂酸化率特性を示すグラフである。

[図7]第二実施形態に係る排気ガス処理設備のシーケンス図である。

[図8]第三実施形態に係る排気ガス処理設備の系統図である。

[図9]触媒の入口温度が280℃のときにおける触媒のNH₃転化率特性を示すグラフである。

[図10]触媒の入口温度が300℃のときにおける触媒のNH₃転化率特性を示すグラフである。

[図11]第三実施形態に係る排気ガス処理設備のシーケンス図である。

[図12]第四実施形態に係る排気ガス処理設備の系統図である。

[図13]第四実施形態に係る排気ガス処理設備のシーケンス図である。

[図14]第五実施形態に係る排気ガス処理設備の系統図である。

発明を実施するための形態

[0048] 以下、各種実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0049] [第一実施形態]

排気ガス処理設備の第一実施形態について、図1～図3を参照して説明する。

[0050] 本実施形態の排気ガス処理設備で処理する排気ガス中には、COが含まれている。

[0051] 図1に示すように、本実施形態の排気ガス処理設備1は、排気ガスEX中に含まれているCOを酸化させる酸化反応器10と、酸化反応器10に流入する前の排気ガスEXである処理前ガス（又は酸化前ガス）EXbと酸化反応器10から流出した排気ガスEXである処理済みガス（又は酸化済みガス）EXaとを熱交換させる熱交換器15と、排気ガスEXを加熱する加熱器20と、加熱器20による加熱量を調節する加熱量調節器21と、排気ガスEXの温度を検知する温度計29と、を備えている。

[0052] 酸化反応器10の反応容器内には、排気ガスEX中に含まれているCOを酸化させる触媒11が充填されている。酸化反応器10には、処理前ガスEXbが流入する酸化前ガス入口12と、処理済みガスEXaが流出する酸化済みガス出口13とが形成されている。

[0053] 酸化反応器10の反応容器内に充填される触媒11としては、チタニア（ TiO_2 ）担体にPtが担持されている触媒である。このような触媒としては、例えば、チタニア担体にPtが担持されSbが担持されていないPt系触媒（ Pt/TiO_2 ）や、チタニア担体にPt及びSbが担持されているPt-Sb系触媒（ $Pt-Sb/TiO_2$ ）がある。Pt系触媒は、例えば、アナターゼ型酸化チタンに塩化白金酸溶液を含浸した後、これを500℃程度で焼成することで作られる。また、Pt-Sb系触媒は、アナターゼ型酸化チ

タン、塩化白金酸、水、塩酸、塩化アンチモンを500℃程度で焼成することで作られる。以上の触媒の作り方は、いずれも公知であり、例えば、前述の特許文献1等に詳細に記載されている。

[0054] 熱交換器15は、処理済みガス（又は酸化済みガス）EXaと処理前ガス（又は酸化前ガス）EXbとを熱交換させて、処理済みガスEXaを冷却する一方で、処理前ガスEXbを加熱する。この場合、処理済みガスEXaと処理前ガスEXbとを直接熱交換させてもよいが、中間媒体を介在させて処理済みガスEXaと処理前ガスEXbとを熱交換させてもよい。熱交換器15は、処理前ガスEXbが流入する処理前ガス入口16と、処理前ガスEXbが流出する処理前ガス出口17と、処理済みガスEXaが流入する処理済みガス入口18と、処理済みガスEXaが流出する処理済みガス出口19と、が形成されている。

[0055] 熱交換器15の処理前ガス入口16には、第一処理前ガスライン41が接続され、熱交換器15の処理前ガス出口17には、第二処理前ガスライン42が接続されている。第一処理前ガスライン41には、例えば、排気ガスEXの発生源が接続されている。第二処理前ガスライン42には、酸化反応器10の酸化前ガス入口12が接続されている。酸化反応器10の酸化済みガス出口13には、第一処理済みガスライン43が接続されている。この第一処理済みガスライン43には、熱交換器15の処理済みガス入口18が接続されている。熱交換器15の処理済みガス出口19には、第二処理済みガスライン44が接続されている。この第二処理済みガスライン44には、例えば、煙突が接続されている。

[0056] 加熱器20は、可燃性流体の一種である、例えば、コークス炉ガス（以下、COG（Coke Oven Gas）と称す）を噴射するバーナ（以下、バーナ20と称す）を有する。加熱量調節器21は、可燃性流体の一種であるCOGの流量を調節するCOG流量調節弁23と、温度計29で検知された温度に応じてCOG流量調節弁23の弁開度を制御する制御器24と、を有する。

[0057] バーナ20は、第二処理前ガスライン42に設けられ、このライン42中

にCOGを噴射する。温度計29は、第二処理前ガスライン42中であって、バーナ20よりも酸化反応器10側に設けられている。制御器24は、この温度計29で検知される温度、つまり、酸化反応器10に流入する直前の処理前ガスEXbの温度が予め定められた温度範囲内に収まるよう、COG流量調節弁23の弁開度が制御する。

[0058] 酸化反応器10内では、触媒11により、以下の式(1)に示す酸化反応が進行し、COがCO₂となる。



[0059] 次に、図2を参照して、触媒11によるCO酸化率、言い換えるとCO燃焼率について説明する。なお、図2に示すグラフの横軸は、酸化反応器10の入口での排気ガスEXの温度(≡触媒入口温度)を示し、縦軸は、CO燃焼率を示す。また、図2に示すグラフは、以下の条件で得られたものである。

排気ガス流量：220[Nl/h-dry]

触媒の単位ガス接触面当たりの処理ガス量(AV)：62.5[Nm³/m²・hr]

CO：7000[ppm-dry]

SO₂：10[ppm-dry]

O₂：13.1[%-dry]

H₂O：18[%-wet]

[0060] 図2に示すように、触媒11がPt-Sb系触媒(Pt-Sb/TiO₂)の場合(図中、プロットが○)でも、Pt系触媒(Pt/TiO₂)の場合(図中、プロットが□)でも、酸化反応器10の入口での排気ガスEXの温度が200以上で酸化反応が行われる。また、酸化反応器10の入口での排気ガスEXの温度が240℃以上で高いCO燃焼率が得られる。

[0061] このため、本実施形態において、温度計29で検知される温度、つまり、酸化反応器10に流入する直前の処理前ガスEXbの温度が、例えば、240℃以上の温度範囲内になるよう、COG流量調節弁23の弁開度が制御器

24により制御される。

[0062] 次に、図3に示すシーケンス図に従って、この排気ガス処理設備1の動作について説明する。

[0063] 排気ガスEXの発生源の稼動開始を示す稼動開始信号SSが制御器24に入力すると(S1)、制御器24はCOG流量調節弁23を開ける。このCOG流量調節弁23が開くタイミングは、発生源が稼動して、稼働後の発生源からの排気ガスEXが酸化反応器10に実際に流入する前である。COG流量調節弁23が開くと、バーナ20から第二処理前ガスライン42内にCOGが噴射され、このCOGが第二処理前ガスライン42中で燃焼する。第二処理前ガスライン42内のガス温度は、このCOGの燃焼による燃焼熱で上昇する。

[0064] 排気ガスEXの発生源の稼動開始前の触媒11の温度は、240℃未満で、通常は常温である。一方、COG流量調節弁23の弁開度は、前述したように、温度計29で検知される温度、つまり、酸化反応器10に流入する直前の処理前ガスEXbの温度が例えば240℃以上になるよう、調整される(S2：温度調節工程)。このため、排気ガスEXの発生源の稼動開始直後では、COG流量調節弁23の弁開度が大きくなり、バーナ20から噴射されるCOG流量が多くなって、温度計29で検知される温度が急速に高まる。言い換えると、排気ガスEXの発生源の稼動開始直後では、触媒11の温度が急速に高まる。

[0065] 排気ガスEXの発生源の稼動開始を示す稼動開始信号SSとしては、例えば、オペレータが排気ガスEXの発生源の稼動に併せて制御器24に入力した制御信号、排気ガスEXの発生源を稼動させるための制御信号、この発生源出口における排気ガスEXの流量を示す流量信号、この発生源出口における排気ガスEXのCO濃度等を示す濃度信号等がある。稼動開始信号SSとして、発生源出口における排気ガスEXの流量を示す流量信号を用いる場合、この流量信号が示す流量が予め定められた値以上になると、発生源が稼動開始したものとして扱われる。また、稼動開始信号SSとして、発生源出口

におけるCO濃度等を示す濃度信号を用いる場合、この濃度信号が示すCO濃度等が予め定められた値以上になると、発生源が稼動開始したものとして扱われる。

[0066] 発生源からの排気ガスEXである処理前ガスEXbは、第一処理前ガスライン41を介して、熱交換器15の処理前ガス入口16から熱交換器15内に流入する。また、酸化反応器10からのガスは、第一処理済みガスライン43を介して、熱交換器15の処理済みガス入口18から熱交換器15内に流入する。熱交換器15では、処理前ガスEXbと酸化反応器10からのガスとが熱交換され、処理前ガスEXbが加熱される一方で、酸化反応器10からのガスが冷却される（S3：熱交換工程）。熱交換器15で冷却された酸化反応器10からのガスは、第二処理済みガスライン44を介して、煙突等から大気に放出される。また、熱交換器15で加熱された処理前ガスEXbは、第二処理前ガスライン42を介して、酸化反応器10に流入する。

[0067] 熱交換器15で加熱された処理前ガスEXbは、第二処理前ガスライン42を通過している過程で、COGの燃焼熱で、さらに加熱される。よって、処理前ガスEXbは、熱交換器15と加熱器20とにより加熱されてから、酸化反応器10に流入する。

[0068] 酸化反応器10に流入した処理前ガスEXbの温度が仮に200℃以上であれば、酸化反応器10内で、前述の式（1）で示した反応が進行し、排気ガスEX中のCOがCO₂となる（S4：酸化処理工程）。

[0069] 酸化反応器10内での酸化反応は発熱を伴う反応なので、酸化反応器10から流出した処理済みガスEXaの温度は、酸化反応器10に流入する直前の処理前ガスEXbの温度よりも高くなる。この処理済みガスEXaは、第一処理済みガスライン43を介して、熱交換器15の処理済みガス入口18から熱交換器15内に流入する。熱交換器15では、前述したように、この処理済みガスEXaと処理前ガスEXbとが熱交換され、処理前ガスEXbが加熱される一方で、処理済みガスEXaが冷却される（S3：熱交換工程）。熱交換器15で冷却された処理済みガスEXaは、第二処理済みガスラ

イン４４を介して、煙突等から大気に放出される。

[0070] 酸化反応器１０内での反応が進行すると、この反応の進行に伴って、この酸化反応器１０から流出する処理済みガスＥＸａの温度が高まる。このため、熱交換器１５で、処理済みガスＥＸａから処理前ガスＥＸｂへ伝わる熱量が増加し、ＣＯＧの燃焼熱によるガス加熱量が同程度の場合、ＣＯＧの燃焼熱で加熱される前の処理前ガスＥＸｂの温度が高まる。ＣＯＧの燃焼熱で加熱される前の処理前ガスＥＸｂの温度が高まれば、温度計２９で検知される温度も高まる。

[0071] 制御器２４は、温度計２９で検知される温度が次第に高まると、この温度上昇に応じて、ＣＯＧ流量調節弁２３の弁開度を次第に小さくする（Ｓ２：温度調節工程）。すなわち、制御器２４は、温度計２９で検知される温度と適正温度範囲内のある温度（ここでは２４０℃）との偏差に応じて、ＣＯＧ流量調節弁２３の弁開度を制御する。このため、温度計２９で検知される温度が次第に高まると、ＣＯＧの燃焼熱による処理前ガスＥＸｂの加熱量が少なくなる。酸化反応器１０内で反応が継続して行われ、熱交換器１５で加熱された処理前ガスＥＸｂの温度が例えば２４０℃より高くなると、ＣＯＧ流量調節弁２３はほとんど閉状態になる。この場合、バーナ２０からＣＯＧが実質的に噴射されず、処理前ガスＥＸｂはＣＯＧの燃焼熱で加熱されない。すなわち、この場合、酸化反応器１０内の反応で生じる熱でのみ、処理前ガスＥＸｂの温度を例えば２４０℃以上に維持することになる。

[0072] 酸化反応器１０内での反応が継続的に行われている場合でも、発生源からの排気ガスＥＸの流量変動があった場合には、ＣＯＧ流量調節弁２３が開くことがある。例えば、発生源からの排気ガスＥＸの流量が減少して、酸化反応器１０内での発熱量が減少した直後に、発生源からの排気ガスＥＸの流量が増加し、熱交換器１５でこの排気ガスＥＸを加熱しても、温度計２９で検知される温度が２４０℃より低くなる場合がある。この場合には、ＣＯＧ流量調節弁２３が開き、酸化反応器１０に流入する前の排気ガスＥＸをＣＯＧの燃焼熱で加熱する（Ｓ２：温度調節工程）。

[0073] 以上のように、本実施形態では、酸化反応器 10 に流入するガスの温度が低い場合には、加熱器 20 でこのガスを加熱するので、排気ガス EX が排気ガス処理設備 1 に流入し始めたときでも、流入開始からこの排気ガス EX 中に含まれる CO の酸化が開始されるまでのタイムラグを抑えることができる。しかも、本実施形態では、酸化反応器 10 に排気ガス EX が流入し始める前に、酸化反応器 10 に流入するガスを加熱器 20 で加熱するので、排気ガス EX の流入開始から直ちにこの排気ガス EX 中に含まれる CO を酸化することができる。

[0074] また、本実施形態では、温度計 29 で検知される温度に応じて、加熱器 20 での加熱量を制御するので、CO を継続的に安定して酸化させることができる。さらに、本実施形態では、温度計 29 で検知される温度に応じて、加熱器 20 での加熱量、言い換えると、COG 流量調節弁 23 の弁開度を制御するので、酸化反応器 10 に流入するガスの温度が高くなれば、COG の流量が減る。このため、本実施形態では、ランニングコストを抑えることができる。

[0075] さらに、本実施形態の触媒 11 は、チタニア (TiO_2) 担体に Pt が担持されている触媒である。このため、本実施形態では、上記の特許文献 1 に記載されているように、排気ガス中に硫黄酸化物（以下、 SO_x とする）が含まれている場合でも、例えば、アルミナ (Al_2O_3) 担体に Pt が担持されている触媒よりも、触媒の性能劣化を抑えることができる。

[0076] [第二実施形態]

排気ガス処理設備の第二実施形態について、図 4 ～図 7 を参照して説明する。

[0077] 図 4 に示すように、本実施形態の排気ガス処理設備 1a は、第一実施形態の排気ガス処理設備 1 に脱硝装置 30 を追加したものである。

[0078] 脱硝装置 30 は、排気ガス中の窒素酸化物（以下、 NO_x とする）を還元して、 N_2 と H_2O 等にするものである。 NO_x を還元する方法としては、アンモニア触媒還元法、アンモニア無触媒還元法、触媒還元法等がある。アン

モニア触媒還元法及びアンモニア無触媒還元法は、いずれも、排気ガス中に還元剤としてのアンモニアを噴出する方法である。一方、触媒還元法は、アンモニアを用いず、 H_2 を含む触媒等で、 NO_x を還元する方法である。本実施形態で採用する還元方法は、以上で説明した還元方法のいずれの方法でもよいが、ここでは、比較的低温で NO_x を還元できるアンモニア触媒還元法を採用する。

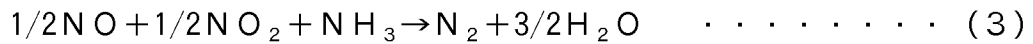
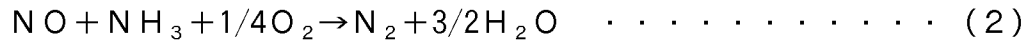
[0079] アンモニア触媒還元法を採用する脱硝装置30は、反応器と、反応器内にアンモニアを噴出するノズル32と、反応器内に充填されている触媒31と、を有する。代表的な触媒として、例えば、チタニア(TiO_2)を担体とし、これに V_2O_5 や WO_3 等が担持されている触媒がある。

[0080] 熱交換器15の処理前ガス入口16には、第一実施形態と同様、第一処理前ガスライン41が接続され、熱交換器15の処理前ガス出口17には、第二処理前ガスライン42が接続されている。第二処理前ガスライン42は、酸化反応器10の酸化前ガス入口12が接続されている。酸化反応器10の酸化済みガス出口13には、酸化済みガスライン45が接続されている。この酸化済みガスライン45には、脱硝装置30の脱硝前ガス入口33が接続されている。脱硝装置30の脱硝済みガス出口34には、第一処理済みガスライン43が接続されている。この第一処理済みガスライン43には、第一実施形態と同様、熱交換器15の処理済みガス入口18が接続されている。熱交換器15の処理済みガス出口19には、第二処理済みガスライン44が接続されている。

[0081] バーナ20は、第一実施形態と同様、第二処理前ガスライン42に設けられ、このライン42中にCOGを噴射する。温度計29は、酸化反応器10と脱硝装置30とを接続する酸化済みガスライン45に設けられている。加熱量調節器21の制御器24は、この温度計29で検知される温度、つまり、脱硝装置30に流入する直前の酸化済みガスEXa1の温度が予め定められた温度範囲内に収まるよう、COG流量調節弁23の弁開度が制御する。

[0082] 本実施形態の脱硝装置30内では、以下の式(2)、式(3)等を示す反

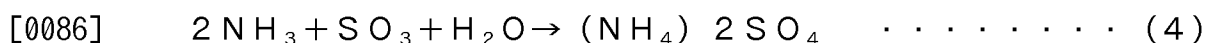
応が進行し、 NO_x が N_2 と H_2O 等になる。



[0083] 以上の反応は、脱硝装置30に流入する排気ガスの温度及び触媒の温度が例えば280℃以上であることが好ましい。すなわち、脱硝装置30に流入する排気ガスの温度及び触媒の温度が280℃以上であると、脱硝装置30での NO_x の還元率が高くなる。さらに、酸性硫酸析出による触媒性能の低下を抑制できる。

[0084] このため、本実施形態において、温度計29で検知される温度、つまり、脱硝装置30に流入する直前の酸化済みガスEXa1の温度が、例えば、280℃以上の温度範囲内になるよう、COG流量調節弁23の弁開度が制御器24により制御される。本実施形態でも、制御器24は、温度計29で検知される温度と適正温度範囲内のある温度（ここでは280℃）との偏差に応じて、COG流量調節弁23の弁開度を制御する。

[0085] ところで、酸化反応器10内では、排気ガス中のCOが酸化されると共に、反応温度が高くと、排気ガス中の SO_2 が酸化されて SO_3 が生成される場合がある。この SO_3 は、大気に放出されないことが好ましい。このため、酸化反応器10内で SO_2 が酸化されないことが好ましい。特に、本実施形態のように、この酸化反応器10の下流側に脱硝装置30を設けている場合、酸化反応器10内で生成された SO_3 が脱硝装置30内に流入すると、硫酸由来の触媒性能低下が起こるため、脱硝装置30内で NO_x の還元反応温度を高める必要がある。さらに、脱硝装置30が本実施形態のようにアンモニア還元法を採用する場合には、この脱硝装置30内に SO_3 が流入すると、この SO_3 と NH_3 とが反応して、以下の式(4)に示すように、酸性硫酸が生成される。この酸性硫酸により、熱交換器や各ラインを形成する金属材料が腐食する。よって、酸化反応器10に充填する触媒は、排気ガス中の SO_2 の酸化を抑制できることが好ましい。



[0087] 図5及び図6に、Pt系触媒（Pt／TiO₂）及びPt－Sb系触媒（Pt－Sb／TiO₂）のSO₂酸化率特性を示す。なお、同図中、横軸は、単位ガス量あたりの触媒の接触面積である。よって、この横軸は、触媒の単位ガス接触面当たりの処理ガス量（AV）の逆数である。また、同図中、縦軸は、SO₂の酸化率である。

[0088] 図5に示すように、触媒入口でのガス温度が280℃の場合、Pt－Sb系触媒（図中、プロットが△）は、単位ガス量あたりの触媒の接触面積（1／AV）がいずれの値でも、SO₂の酸化率は実質的に0である。一方、Pt系触媒（図中、プロットが◇）は、単位ガス量あたりの触媒の接触面積（1／AV）が大きくなるに連れてSO₂の酸化率が増加し、例えば、単位ガス量あたりの触媒の接触面積が0.02[(m²・hr)／Nm³]の場合、SO₂の酸化率は、25[%]を超える。

[0089] また、図6に示すように、触媒入口でのガス温度が300℃の場合でも、Pt－Sb系触媒（図中、プロットが△）は、単位ガス量あたりの触媒の接触面積（1／AV）がいずれの値でも、SO₂の酸化率は実質的に0である。一方、Pt系触媒（図中、プロットが◇）は、単位ガス量あたりの触媒の接触面積（1／AV）が大きくなるに連れてSO₂の酸化率が増加し、例えば、単位ガス量あたりの触媒の接触面積が0.02[(m²・hr)／Nm³]の場合、SO₂の酸化率は、25[%]を超える。

[0090] 以上のように、酸化反応器10内でのSO₂の酸化を抑制する観点から、酸化反応器10に充填されている触媒は、Pt－Sb系触媒（Pt－Sb／TiO₂）が好ましい。よって、本実施形態では、酸化反応器10に充填する触媒11として、Pt－Sb系触媒（Pt－Sb／TiO₂）を用いている。

[0091] 次に、図7に示すシーケンス図に従って、排気ガス処理設備1aの動作について説明する。

[0092] 本実施形態の排気ガス処理設備1aでも、第一実施形態の排気ガス処理設備1と同様に、稼動開始信号SSがCOG流量調節弁23の制御器24に入力すると（S1）、COG流量調節弁23が開き、温度調節工程（S2a）

が開始される。このCOG流量調節弁23が開くタイミングも、第一実施形態と同様、発生源が稼動して、稼働後の発生源からの排気ガスEXが酸化反応器10に実際に流入する前である。

[0093] 但し、本実施形態の温度調節工程(S2a)では、COG流量調節弁23の弁開度は、温度計29で検知される温度、つまり、脱硝装置30に流入する直前の酸化済みガスEXa1の温度が例えば280℃以上になるよう、制御器24により制御される。よって、発生源が稼動して、稼働後の発生源からの排気ガスEXが酸化反応器10に実際に流入する前に、この温度調節工程(S2a)が開始されると、脱硝装置30よりも上流側に配置されている酸化反応器10内も必然的に280℃以上になるよう調節されることになる。また、発生源からの排気ガスEXが酸化反応器10に実際に流入し始め、この酸化反応器10内で酸化反応が開始されても、酸化反応器10に流入する排気ガスの温度は、基本的に240℃以上に調節される。すなわち、本実施形態の温度調節工程(S2a)で、脱硝装置30に流入する直前の酸化済みガスEXa1の温度が例えば280℃以上になるよう調整する場合でも、酸化反応器に流入する排気ガスの温度は、第一実施形態と同様に、240℃以上に調節される。

[0094] さらに、本実施形態の排気ガス処理設備1aでも、第一実施形態の排気ガス処理設備1と同様に、熱交換器15による熱交換工程(S3)、酸化反応器10による酸化処理工程(S4)が実行される。

[0095] また、本実施形態の排気ガス処理設備1aは、第一実施形態の排気ガス処理設備1に脱硝装置30を追加したものである関係で、この脱硝装置30による脱硝工程(S5)が実行される。すなわち、酸化反応器10から流出した酸化済みガスEXa1が脱硝装置30に流入し、この脱硝装置30内で、酸化済みガスEXa1中に含まれているNOxが還元され、このNOxがN₂とH₂O等になる(S5：脱硝工程)。

[0096] 排気ガスEX中のCOが酸化され、排気ガスEX中のNOxが還元された排気ガスEXは、処理済みガス(酸化済みで且つ脱硝済みガス)EXa2と

して、第一実施形態と同様、第一処理済みガスライン43を介して、熱交換器15の処理済みガス入口18から熱交換器15内に流入する。熱交換器15では、第一実施形態と同様、この処理済みガスEXa2と処理前ガス（酸化前かつ脱硝前ガス）EXbとが熱交換され、処理前ガスEXbが加熱される一方で、処理済みガスEXa2が冷却される（S3：熱交換工程）。熱交換器15で冷却された処理済みガスEXa2は、第二処理済みガスライン44を介して、煙突等から大気に放出される。

[0097] 以上のように、本実施形態では、酸化反応器10及び脱硝装置30に流入するガスの温度が低い場合には、加熱器20でこのガスを加熱するので、排気ガスEXが排気ガス処理設備1aに流入し始めたときでも、流入開始からこの排気ガスEX中に含まれるCOの酸化が開始されるまでのタイムラグを抑えることができる。さらに、本実施形態では、排気ガスEXが排気ガス処理設備1aに流入し始めたとき、流入開始からこの排気ガスEX中に含まれるNOxの還元が開始されるまでのタイムラグを抑えることができる。しかも、本実施形態では、酸化反応器10及び脱硝装置30に排気ガスEXが流入し始める前に、酸化反応器10及び脱硝装置30に流入するガスを加熱器20で加熱するので、排気ガスEXの流入開始から直ちにこの排気ガスEX中に含まれるCOを酸化することができると共に、NOxを還元することができる。

[0098] また、本実施形態では、温度計29で検知される温度に応じて、加熱器20での加熱量を制御するので、COを継続的に安定して酸化させることができると共に、NOxを継続的に安定して還元することができる。さらに、本実施形態では、温度計29で検知される温度に応じて、加熱器20での加熱量、言い換えると、COG流量調節弁23の弁開度を制御するので、酸化反応器10及び脱硝装置30に流入する温度が高くなれば、COGの流量が減る。このため、本実施形態でも、ランニングコストを抑えることができる。

[0099] なお、本実施形態では、酸化反応器10と脱硝装置30とを接続する酸化済みガスライン45に温度計29を設けている。しかしながら、第一実施形

態と同様に、第二処理前ガスライン４２中で加熱器２０よりも酸化反応器１０側の位置に温度計２９を設けてもよい。

[0100] 〔第三実施形態〕

排気ガス処理設備の第三実施形態について、図８～図１１を参照して説明する。

[0101] 図８に示すように、本実施形態の排気ガス処理設備１ｂも、第二実施形態と同様、第一実施形態の排気ガス処理設備１に脱硝装置３０を追加したものである。但し、第二実施形態では、酸化反応器の下流側に脱硝装置３０を設けているが、本実施形態では、酸化反応器１０の上流側に脱硝装置３０を設けている。

[0102] 本実施形態の脱硝装置３０も、第二実施形態の脱硝装置３０と同様、アンモニア触媒還元法を採用する装置である。

[0103] 熱交換器１５の処理前ガス入口１６には、第一実施形態と同様、第一処理前ガスライン４１が接続され、熱交換器１５の処理前ガス出口１７には、第二処理前ガスライン４２が接続されている。第二処理前ガスライン４２は、脱硝装置３０の脱硝前ガス入口３３が接続されている。脱硝装置３０の脱硝済みガス出口３４には、脱硝済みガスライン４６が接続されている。この脱硝済みガスライン４６には、酸化反応器１０の酸化前ガス入口１２が接続されている。酸化反応器１０の酸化済みガス出口１３には、第一処理済みガスライン４３が接続されている。この第一処理済みガスライン４３には、第一及び第二実施形態と同様、熱交換器１５の処理済みガス入口１８が接続されている。熱交換器１５の処理済みガス出口１９には、第二処理済みガスライン４４が接続されている。

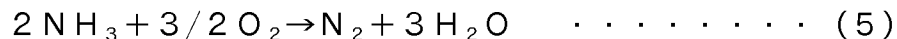
[0104] バーナ２０は、第一及び第二実施形態と同様、第二処理前ガスライン４２に設けられ、このライン４２中にＣＯＧを噴射する。温度計２９は、第二処理前ガスライン４２中であって、バーナ２０よりも脱硝装置３０側に設けられている。制御器２４は、この温度計２９で検知される温度、つまり、脱硝装置３０に流入する直前の処理前ガスＥＸｂ１の温度が予め定められた温度

範囲内に収まるよう、COG流量調節弁23の弁開度が制御する。具体的に、本実施形態の制御器24は、280℃以上の温度範囲内になるよう、COG流量調節弁23の弁開度を制御する。

[0105] ところで、アンモニア還元法を採用する脱硝装置30では、触媒劣化や触媒の部分閉塞等によって、この脱硝装置30からアンモニアが流出する。このアンモニアは、大気に放出しないことが好ましい。

[0106] 図9及び図10に、Pt系触媒(Pt/TiO₂)及びPt-Sb系触媒(Pt-Sb/TiO₂)のNH₃転化特性を示す。なお、同図中、横軸は、単位ガス量あたりの触媒の接触面積である。よって、この横軸は、触媒の単位ガス接触面当たりの処理ガス量(AV)の逆数である。また、同図中、縦軸は、NH₃の転化率である。

[0107] NH₃の転化とは、ここでは、以下の式(5)に示すよう、NH₃をN₂に転化することである。



[0108] 図9に示すように、触媒入口でのガス温度が280℃の場合、Pt-Sb系触媒(図中、プロットが△)は、単位ガス量あたりの触媒の接触面積(1/AV)が0[(m²・hr)/Nm³]でなければ、言い換えると、触媒が存在すれば、NH₃をN₂に転化することができる。また、Pt系触媒(図中、プロットが◇)も、単位ガス量あたりの触媒の接触面積(1/AV)が0[(m²・hr)/Nm³]でなければ、言い換えると、触媒が存在すれば、NH₃をN₂に転化することができる。しかも、Pt系触媒のNH₃転化率は、Pt-Sb系触媒のNH₃転化率よりも高い。また、Pt系触媒及びPt-Sb系触媒は、いずれも、単位ガス量あたりの触媒の接触面積(1/AV)が大きくなるに連れて、NH₃転化率が大きくなる。

[0109] 図10に示すように、触媒入口でのガス温度が300℃の場合、Pt-Sb系触媒(図中、プロットが△)は、単位ガス量あたりの触媒の接触面積(1/AV)が0[(m²・hr)/Nm³]以上でなければ、NH₃をN₂に転化することができる。また、Pt系触媒(図中、プロットが◇)も、単位ガス

量当たりの触媒の接触面積（ $1 / AV$ ）が $0 [(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{r}) / \text{Nm}^3]$ でなければ、 NH_3 を N_2 に転化することができる。また、触媒入口でのガス温度が 300°C の場合も、触媒入口でのガス温度が 280°C の場合と同様、Pt 系触媒及び Pt-Sb 系触媒は、いずれも、単位ガス量当たりの触媒の接触面積（ $1 / AV$ ）が大きくなるに連れて、 NH_3 転化率が大きくなる。触媒入口でのガス温度が 300°C の場合、Pt-Sb 系触媒の NH_3 転化率は、触媒入口でのガス温度が 280°C の場合よりも、 300°C の場合の方が高くなる。一方、Pt 系触媒の NH_3 転化率は、触媒入口でのガス温度が 280°C の場合と 300°C の場合とで、ほとんど同じである。このため、触媒入口でのガス温度が 300°C の場合、Pt-Sb 系触媒の NH_3 転化率は、Pt 系触媒の NH_3 転化率とほぼ同じなる。

[0110] よって、酸化反応器 10 に充填する触媒 11 は、Pt-Sb 系触媒でも Pt 系触媒でもよい。但し、 NH_3 を N_2 に転化することを重視する場合には、Pt-Sb 系触媒よりも Pt 系触媒の方が好ましい。

[0111] しかしながら、 NH_3 を N_2 に転化することを重視する場合でも、酸化反応器 10 に充填する触媒 11 として、触媒入口でのガス温度を高めるという条件付きで、Pt-Sb 系触媒を採用してもよい。しかも、この Pt-Sb 系触媒は、前述したように、 SO_2 の酸化を抑制することができる。このため、酸化反応器 10 に充填する触媒 11 として、Pt-Sb 系触媒を採用するか、Pt-Sb 系触媒を採用するかは、 NH_3 転化率と SO_2 の酸化率とを比較考量して定めることが好ましい。

[0112] 次に、図 11 に示すシーケンス図に従って、排気ガス処理設備 1b の動作について説明する。

[0113] 本実施形態の排気ガス処理設備 1b でも、第一及び第二実施形態と同様、稼働開始信号 SS が COG 流量調節弁 23 の制御器 24 に入力すると（S1）、COG 流量調節弁 23 が開き、温度調節工程（S2b）が開始される。この COG 流量調節弁 23 が開くタイミングも、第一及び第二実施形態と同様、発生源が稼働して、稼働後の発生源からの排気ガス EX が酸化反応器 1

0に実際に流入する前である。

[0114] 但し、本実施形態の温度調節工程（S 2 b）では、COG流量調節弁23の弁開度は、温度計29で検知される温度、つまり、脱硝装置30に流入する処理前ガスEXb1の温度が例えば280℃以上になるよう、制御器24により制御される。

[0115] さらに、本実施形態の排気ガス処理設備1bでも、第二実施形態の排気ガス処理設備1aと同様に、熱交換器15による熱交換工程（S 3）、脱硝装置30による脱硝工程（S 5 b）、酸化反応器10による酸化処理工程（S 4 b）が実行される。

[0116] 本実施形態では、処理前ガス（酸化前で且つ脱硝前ガス）EXb1が脱硝装置30に流入し、この処理前ガスEXb1中に含まれているNOxが還元される（S 5 b：脱硝工程）。脱硝装置30で脱硝された排気ガスである脱硝済みガスEXb2は、酸化反応器10に流入し、この脱硝済みガスEXb2中に含まれているCOが酸化される（S 4 b：酸化処理工程）。本実施形態の温度調節工程（2 b）では、前述したように、脱硝装置30に流入する処理前ガスEXb1の温度が例えば280℃以上になるよう調節される。このため、本実施形態の温度調節工程（2 b）では、酸化反応器10に流入する脱硝装置30からの脱硝済みガスEXb2の温度は、基本的に240℃以上に調整されることになる。

[0117] 以上のように、本実施形態でも、第二実施形態と同様、排気ガスEX中に含まれるCOの酸化が開始されるまでのタイムラグ、及び排気ガスEX中に含まれるNOxの還元が開始されるまでのタイムラグを抑えることができる。また、本実施形態でも、COを継続的に安定して酸化させることができると共に、NOxを継続的に安定して還元することができる。さらに、本実施形態でも、COGの使用量を減らすことができ、ランニングコストを抑えることができる。

[0118] さらに、本実施形態では、脱硝工程（S 5 b）での処理後の脱硝済みガスEXb2に対して、酸化処理工程（S 4 b）で処理が行われる。すなわち、

本実施形態では、アンモニア還元法を採用する脱硝装置 30 の下流側に、Pt-Sb 系触媒又は Pt 系触媒が充填されている酸化反応器 10 が配置されている。よって、本実施形態では、脱硝装置 30 から流出したアンモニアを酸化反応器 10 で N_2 に転化することができる。このため、本実施形態では、脱硝装置 30 内で噴射されるアンモニアの大気放出量を抑えることができる。

[0119] [第四実施形態]

排気ガス処理設備の第四実施形態について、図 12 及び図 13 を参照して説明する。

[0120] 図 12 に示すように、本実施形態の排気ガス処理設備 1c は、第三実施形態の排気ガス処理設備 1b の変形例で、この排気ガス処理設備 1b に第一排熱回収器 35 及び第二排熱回収器 49 を追加したものである。

[0121] 第一排熱回収器 35 は、処理済みガス EXa2 と第一冷媒 CM1 とを熱交換させて、処理済みガス EXa2 を冷却する一方で、第一冷媒 CM1 を加熱する熱交換器である。この第一排熱回収器 35 は、第一処理済みガスライン 43 に設けられている。本実施形態の排気ガス処理設備 1c は、さらに、第一排熱回収器 35 での処理済みガス EXa2 と第一冷媒 CM1 との熱交換を制限する熱交換制限器 36 を備える。この熱交換制限器 36 は、第一排熱回収器 35 に接続されている冷媒ラインを通る第一冷媒 CM1 の流量を調節する冷媒流量調節弁 37 と、第一処理済みガスライン 43 中で酸化反応器 10 と第一排熱回収器 35 との間に設けられている温度計 39 と、制御器 38 と、を有する。冷媒流量調節弁 37 の弁開度は、制御器 38 により、この温度計 39 で検知された温度に応じて制御される。

[0122] 第二排熱回収器 49 は、処理済みガス EXa2 と第二冷媒 CM2 とを熱交換させて、処理済みガス EXa2 を冷却する一方で、第二冷媒 CM2 を加熱する熱交換器である。この第二排熱回収器 49 は、第二処理済みガスライン 44 に設けられている。

[0123] 次に、図 13 に示すシーケンス図に従って、排ガス処理設備 1c の動作に

ついて説明する。本実施形態でも、第三実施形態と同様に、加熱量調節器 21 による温度調節工程 (S 2 b)、熱交換器 15 による熱交換工程 (S 3)、脱硝装置 30 による脱硝工程 (S 5 b)、酸化反応器 10 による酸化処理工程 (S 4 b) が実行される。

[0124] さらに、本実施形態では、第一排熱回収器 35 による第一排熱回収工程 (S 6)、第二排熱回収器 49 による第二排熱回収工程 (S 7) も実行される。

[0125] 前述したように、この酸化反応器 10 内で酸化反応が開始され、温度計 29 で検知される温度が所定温度になると、COG 流量調節弁 23 は完全に閉状態になり、加熱器 20 によって処理前ガス EX b 1 は加熱されなくなる。しかしながら、酸化反応器 10 内で酸化反応がより進行すれば、この酸化反応器 10 の発熱量は増加する。この結果、酸化反応器 10 及び脱硝装置 30 に流入する排気ガスの温度も高まる。酸化反応器 10 に充填されている触媒及び脱硝装置 30 に充填されている触媒は、いずれも、温度が高まるほどガスの処理能力が高まる。しかしながら、触媒の温度が高くなりすぎると、ガスの処理能力が低下する上に、触媒の劣化を速めてしまう。

[0126] そこで、本実施形態では、温度計 39 で検知される温度、つまり処理済みガス EX a 2 の温度が所定の温度 (例えば、350℃) になると、制御器 38 が冷媒流量調節弁 37 を開けて、第一排熱回収器 35 により、処理済みガス EX a 2 と第一冷媒 CM 1 とを熱交換させる (S 6 : 第一排熱回収工程)。この結果、処理済みガス EX a 2 が冷却される一方で、第一冷媒 CM 1 が加熱される。加熱された第一冷媒 CM 1 の熱は、適宜利用される。なお、本実施形態では、温度計 39 で検知される温度が所定の温度 (例えば、350℃) より低ければ、冷媒流量調節弁 37 が閉じており、第一排熱回収器 35 による処理済みガス EX a 2 と第一冷媒 CM 1 との熱交換は行われない。

[0127] 仮に、脱硝装置 30 に流入する直前の処理前ガス EX b 1 の温度が 280℃であるとする。この場合、熱交換器 15 で処理済みガス EX a 2 が冷却されたとしても、熱交換器 15 で冷却後の処理済みガス EX a 2 の温度は 20

0℃前後である。そこで、本実施形態では、この処理済みガスEXa2の熱を第二排熱回収器49で回収して、この熱の有効利用を図っている。

[0128] 以上のように、本実施形態では、酸化反応器10で発生する熱のうちで不要な熱を回収し、これを有効利用することができる。

[0129] なお、本実施形態では、COG流量調節弁23の開閉のための温度計29の他に、冷媒流量調節弁37の開閉のための温度計39を別途設け、この温度計39で検知された温度に応じて冷媒流量調節弁37の開閉を制御する。しかしながら、COG流量調節弁23の開閉のための温度計29で検知された温度に応じて、冷媒流量調節弁37の開閉を制御してもよい。

[0130] また、本実施形態では、冷媒ラインに設けた冷媒流量調節弁37の開閉により、処理済みガスEXa2と第一冷媒CM1との熱交換を制限する。しかしながら、第一排熱回収器35をバイパスするバイパスラインを第一処理済みガスライン43に設けると共に、このバイパスラインにバイパス流量調節弁を設け、このバイパス流量調節弁の開閉により、処理済みガスEXa2と第一冷媒CM1との熱交換を制限するようにしてもよい。この場合、温度計39で検知される温度が所定の温度（例えば、350℃）より低ければ、バイパス流量調節弁を開けて、第一排熱回収器35による処理済みガスEXa2と第一冷媒CM1との熱交換を制限する。

[0131] 本実施形態は、第三実施形態の排気ガス処理設備1bに第一排熱回収器35及び第二排熱回収器49等を設けたものである。しかしながら、第一排熱回収器35と第二排熱回収器49とのうち、一方のみを設けてもよい。

[0132] 本実施形態は、第三実施形態の変形例であるが、第一実施形態の排気ガス処理設備1や、第二実施形態の排気ガス処理設備1aに、本実施形態における第一排熱回収器35と第二排熱回収器49とのうち、一方又は両方を追加してもよい。

[0133] 以上の各実施形態における加熱器20は、いずれも、COGを噴射し、このCOGの燃焼熱でガスを加熱するものである。しかしながら、加熱器は、COGを除く他の可燃性流体を噴射し、この可燃性流体の燃焼熱でガスを加

熱するものであってもよい。さらに、可燃性流体を用いず、電熱器での発熱で、ガスを加熱するものであってもよい。また、温度計は、温度を検知できるものであれば如何なる態様のものでもよく、例えば、熱電対、薄膜温度センサ、レーザ温度計測器等であってもよい。

[0134] 「第五実施形態」

排気ガス処理設備の第五実施形態について、図14を参照して説明する。

[0135] 多くの製鉄所は、原料である鉄鉱石に石灰分を混ぜて鉱石の塊成物である焼結鉱57を生成する焼結炉51と、石炭を蒸し焼きしてコークス58を生成するコークス炉52と、焼結鉱57中にコークス58を入れて焼結鉱57中の鉄分を取り出す高炉53と、焼結炉51からの排気ガスEXを処理する排気ガス処理設備を備える。本実施形態の排気ガス処理設備1dは、この製鉄所における排気ガス処理設備である。

[0136] 本実施形態の排気ガス処理設備1dは、上記第四実施形態における排気ガス処理設備1cと、この排気ガス処理設備1cに焼結炉51からの排気ガスEXが流れる排気ガスライン56と、この排気ガスライン56中に設けられている集塵器54及び脱硫装置55と、を備える。

[0137] 排気ガスライン56は、排気ガス処理設備1cにおける第一処理前ガスライン41に接続されている。集塵器54は、ウェット式集塵器、ドライ式集塵器のいずれでもよい。また、集塵器54として、ウェット式集塵器とドライ式集塵器との両方を設けてもよい。

[0138] 脱硫装置55は、例えば、石灰石を吸収材として排気ガスEXを湿式処理し、石灰石と反応したSO_xを石膏とし取り出す装置である。

[0139] 本実施形態の排気ガス処理設備1dでは、排気ガスEXから集塵器54で塵を取り除くと共に、脱硫装置55で排気ガスEX中のSO_x分を取り除く。その後、上記第四実施形態における排気ガス処理設備1cの脱硝装置30で、排気ガスEX中のNO_xを還元する。続いて、上記第四実施形態における排気ガス処理設備1cの酸化反応器10で、排気ガスEX中のCOが酸化された後、煙突59から大気に放出される。

[0140] 本実施形態の排気ガス処理設備 1 d のバーナ 2 0 には、コークス炉 5 2 で発生した C O G が供給される。

[0141] 本実施形態の排気ガス処理設備 1 d は、上記第四実施形態における排気ガス処理設備 1 c に集塵器 5 4 や脱硫装置 5 5 等を追加したものである。しかしながら、上記第一～第三実施形態における排気ガス処理設備 1, 1 a, 1 b に集塵器 5 4 や脱硫装置 5 5 等を追加し、本実施形態の排気ガス処理設備 1 d と同様の構成にしてもよい。

[0142] 本実施形態の排気ガス処理設備 1 d は、製鉄所の焼結炉 5 1 からの排気ガス E X を処理するものである。しかしながら、排気ガス E X 中に C O が含まれる場合、以上の各実施形態における排気ガス処理設備は、焼結炉 5 1 以外のガス発生源からの排気ガス E X を処理してもよい。

産業上の利用可能性

[0143] 本発明に係る一態様では、ランニングコストを抑えつつも、排気ガスの流入開始から一酸化炭素の酸化処理開始までのタイムラグを抑え、その後も安定して一酸化炭素を酸化させることができる。

符号の説明

[0144] 1, 1 a, 1 b, 1 c, 1 d : 排気ガス処理設備、1 0 : 酸化反応器、1 1 : 触媒、1 2 : 酸化前ガス入口、1 3 : 酸化済みガス出口、1 5 : 熱交換器、2 0 : 加熱器又はバーナ、2 1 : 加熱量調節器、2 3 : C O G 流量調節弁、2 4 : 制御器、2 9 : 温度計、3 0 : 脱硝装置、3 1 : 触媒、3 3 : 脱硝前ガス入口、3 4 : 脱硝済みガス出口、3 5 : 第一排熱回収器、3 6 : 熱交換制限器、3 8 : 制御器、3 9 : 温度計、4 1 : 第一処理前ガスライン、4 2 : 第二処理前ガスライン、4 3 : 第一処理済みガスライン、4 4 : 第二処理済みガスライン、4 5 : 酸化済みガスライン、4 6 : 脱硝済みガスライン、4 9 : 第二排熱回収器、5 4 : 集塵器、5 5 : 脱硫装置、5 9 : 煙突、E X : 排気ガス、E X a, E X a 2 : 処理済みガス（酸化済みで脱硝済みガス）、E X a 1 : 酸化済みガス、E X b, E X b 1 : 処理前ガス（酸化前で脱硝前ガス）、E X b 2 : 脱硝済みガス、S S : 稼動開始信号

請求の範囲

[請求項1]

チタニア担体に Pt 及び Sb が担持されている Pt - Sb 系触媒、又はチタニア担体に Pt が担持され Sb が担持されていない Pt 系触媒が充填され、排気ガス中に含まれている一酸化炭素を酸化させる酸化反応器と、

前記酸化反応器で処理される前の排気ガスである酸化前ガスと前記酸化反応器で処理された後の排気ガスである酸化済みガスを熱交換させて、前記酸化済みガスを冷却する一方で、前記酸化前ガスを加熱する熱交換器と、

前記熱交換器を通った後の前記酸化前ガスを加熱する加熱器と、

前記加熱器により加熱されたガスの温度を検知する温度計と、

前記温度計で検知される温度が予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記加熱器による加熱量を調節する加熱量調節器と、

を備える排気ガス処理設備。

[請求項2]

請求項 1 に記載の排気ガス処理設備において、

前記加熱量調節器は、稼動し始めたガス発生源からの前記排気ガスが前記酸化反応器に流入する前から、前記温度計で検知される温度が前記予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記加熱器による加熱量を調節する、

排気ガス処理設備。

[請求項3]

請求項 1 又は 2 に記載の排気ガス処理設備において、

前記加熱器により加熱された後であって前記熱交換器で冷却される前の前記排気ガス中に含まれている窒素酸化物を還元させる脱硝装置を備える、

排気ガス処理設備。

[請求項4]

請求項 3 に記載の排気ガス処理設備において、

前記脱硝装置は、前記酸化反応器で処理された後であって前記熱交換器で冷却される前の前記酸化済みガスを処理し、

前記温度計は、前記酸化反応器を通った後であって前記脱硝装置に流入する前のガスの温度を検知する、

排気ガス処理設備。

[請求項5] 請求項4に記載の排気ガス処理設備において、
前記酸化反応器には、前記Pt-Sb系触媒が充填されている、
排気ガス処理設備。

[請求項6] 請求項3に記載の排気ガス処理設備において、
前記脱硝装置は、前記排気ガス中に窒素酸化物の還元剤としてアンモニアを噴出するアンモニア脱硝装置であり、
前記アンモニア脱硝装置は、前記加熱器により加熱された後であって前記酸化反応器で処理される前の前記酸化前ガスを処理する、
排気ガス処理設備。

[請求項7] 請求項6に記載の排気ガス処理設備において、
前記温度計は、前記加熱器により加熱された後であって前記アンモニア脱硝装置に流入する前のガスの温度を検知する、
排気ガス処理設備。

[請求項8] 排気ガス中に窒素酸化物の還元剤としてアンモニアを噴出し、前記窒素酸化物を還元させる脱硝装置と、
前記脱硝装置で処理された排気ガス中に含まれている一酸化炭素を酸化させる酸化反応器と、

を備え、

前記酸化反応器には、チタニア担体にPt及びSbが担持されているPt-Sb系触媒、又はチタニア担体にPtが担持されSbが担持されていないPt系触媒が充填されている、
排気ガス処理設備。

[請求項9] 請求項8に記載の排気ガス処理設備において、
前記脱硝装置及び前記酸化反応器で処理される前の前記排気ガスである処理前ガスと前記脱硝装置及び前記酸化反応器で処理された後の

前記排気ガスである処理済みガスとを熱交換させ、前記処理済みガスを冷却する一方で、前記処理前ガスを加熱する熱交換器と、

前記熱交換器を通った後の前記処理前ガスを加熱する加熱器と、

前記加熱器による加熱量を調節する加熱量調節器と、

を備える排気ガス処理設備。

[請求項10] 請求項3から7、9のいずれか一項に記載の排気ガス処理設備において、

前記酸化反応器及び前記脱硝装置で処理された後であって前記熱交換器で冷却される前の前記排気ガスと第一冷媒とを熱交換させ、前記排気ガスを冷却する一方で、前記第一冷媒を加熱する排熱回収器を備える、

排気ガス処理設備。

[請求項11] 請求項10に記載の排気ガス処理設備において、

前記排熱回収器で熱交換される前の前記排気ガスの温度が予め定められている温度よりも低い場合に、前記排熱回収器での前記排気ガスと前記第一冷媒との熱交換を制限する熱交換制限器を備える、

排気ガス処理設備。

[請求項12] 請求項1から7、9から11のいずれか一項に記載の排気ガス処理設備において、

前記熱交換器で冷却された後の前記排気ガスと第二冷媒とを熱交換させ、前記排気ガスを冷却する一方で、前記第二冷媒を加熱する排熱回収器を備える、

排気ガス処理設備。

[請求項13] 請求項1から12のいずれか一項に記載の排気ガス処理設備において、

前記酸化反応器で処理される前の前記排気ガス中から塵を除く集塵器を備える、

排気ガス処理設備。

[請求項14] 酸化反応器内で、チタニア担体に Pt 及び Sb が担持されている Pt - Sb 系触媒、又はチタニア担体に Pt が担持され Sb が担持されていない Pt 系触媒により、排気ガス中に含まれている一酸化炭素を酸化させる酸化処理工程と、

前記酸化処理工程で処理される前の排気ガスである酸化前ガスと前記酸化処理工程で処理された後の排気ガスである酸化済みガスとを熱交換器で熱交換させて、前記酸化済みガスを冷却する一方で、前記酸化前ガスを加熱する熱交換工程と、

前記熱交換器を通った前記酸化前ガスを加熱し、加熱後の前記排気ガスの温度が予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記排気ガスの温度を調節する温度調節工程と、

を含む排気ガス処理方法。

[請求項15] 請求項 14 に記載の排気ガス処理方法において、

前記温度調節工程では、稼動し始めたガス発生源からの前記排気ガスが前記酸化反応器に流入する前から、前記酸化反応器に流入する前又は前記酸化反応器から流出したガスの温度が前記予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記ガスの温度を調節する、

排気ガス処理方法。

[請求項16] 請求項 14 又は 15 に記載の排気ガス処理方法において、

前記温度調節工程で温度調整された後であって前記熱交換工程で冷却される前の前記排気ガス中に含まれている窒素酸化物を脱硝装置で還元させる脱硝工程を含み、

前記脱硝工程では、前記酸化処理工程で処理された後であって前記熱交換工程で冷却される前の前記酸化済みガスを処理し、

前記温度調節工程では、前記酸化反応器から流出し前記脱硝装置に流入する前のガスが前記予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記ガスの温度を調節する、

排気ガス処理方法。

- [請求項17] 請求項 1 4 又は 1 5 に記載の排気ガス処理方法において、
前記温度調節工程で温度調整された後であって前記熱交換工程で冷却される前の前記排気ガス中に含まれている窒素酸化物を脱硝装置で還元させる脱硝工程を含み、
前記脱硝工程では、前記温度調節工程で温度調整された後であって前記酸化反応器で処理される前の前記酸化前ガス中に、窒素酸化物の還元剤としてアンモニアを噴出して、前記窒素酸化物を還元させる、
排気ガス処理方法。
- [請求項18] 請求項 1 7 に記載の排気ガス処理方法において、
前記温度調節工程では、前記温度調節工程で温度調整された後であって前記脱硝装置に流入する前のガスが前記予め定められた温度範囲内に収まるよう、前記ガスの温度を調節する、
排気ガス処理方法。
- [請求項19] 排気ガス中に窒素酸化物の還元剤としてアンモニアを噴出し、前記窒素酸化物を還元させる脱硝工程と、
チタニア担体に Pt が担持されている触媒により、前記脱硝工程で処理された排気ガス中に含まれている一酸化炭素を酸化させる酸化処理工程と、
を含む排気ガス処理方法。
- [請求項20] 請求項 1 6 から 1 8 のいずれか一項に記載の排気ガス処理方法において、
前記脱硝工程及び前記酸化処理工程で処理された後であって前記熱交換工程で冷却される前の前記排気ガスと第一冷媒とを熱交換させ、前記排気ガスを冷却する一方で、前記第一冷媒を加熱する排熱回収工程を含む、
排気ガス処理方法。
- [請求項21] 請求項 2 0 に記載の排気ガス処理方法において、
前記排熱回収工程では、前記排熱回収工程で熱交換される前の前記

排気ガスの温度に応じて、前記排気ガスと前記第一冷媒との熱交換を制限する、

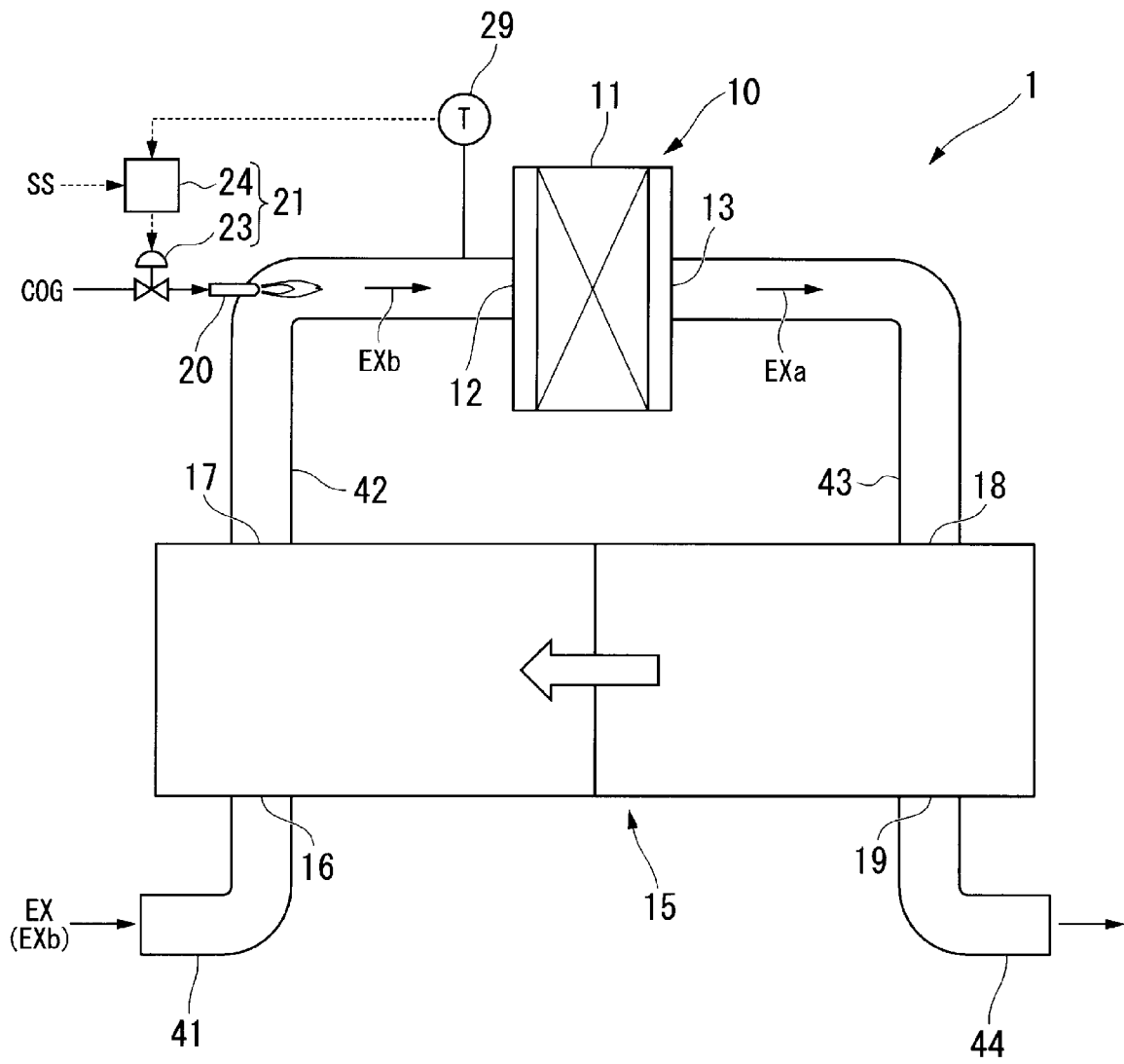
排気ガス処理方法。

[請求項22] 請求項14から18、20、21のいずれか一項に記載の排気ガス処理方法において、

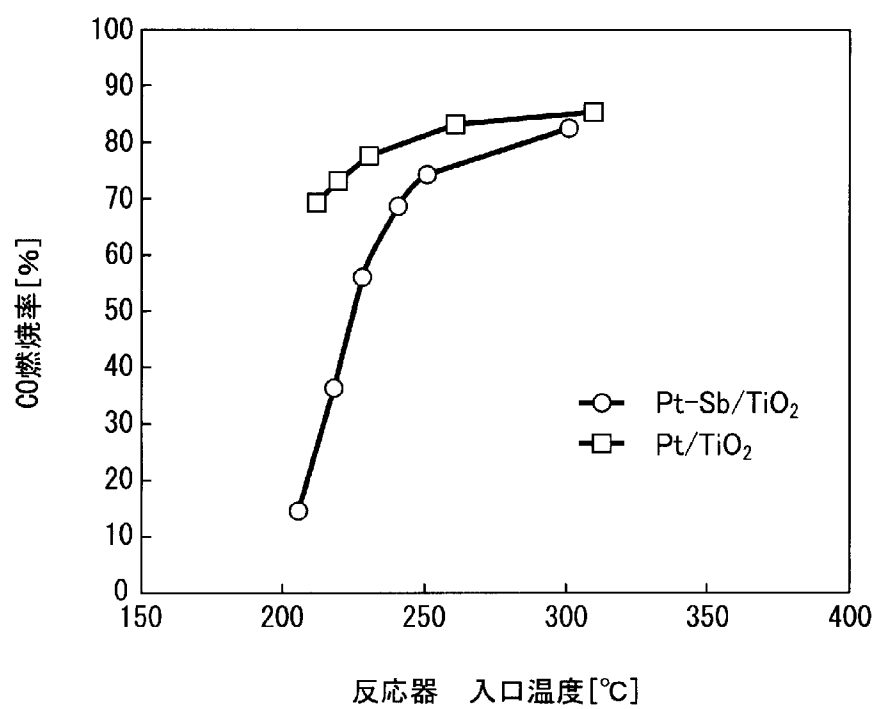
前記熱交換工程で冷却された後の前記排気ガスと第二冷媒とを熱交換させ、前記排気ガスを冷却する一方で、前記第二冷媒を加熱する排熱回収工程を含む、

排気ガス処理方法。

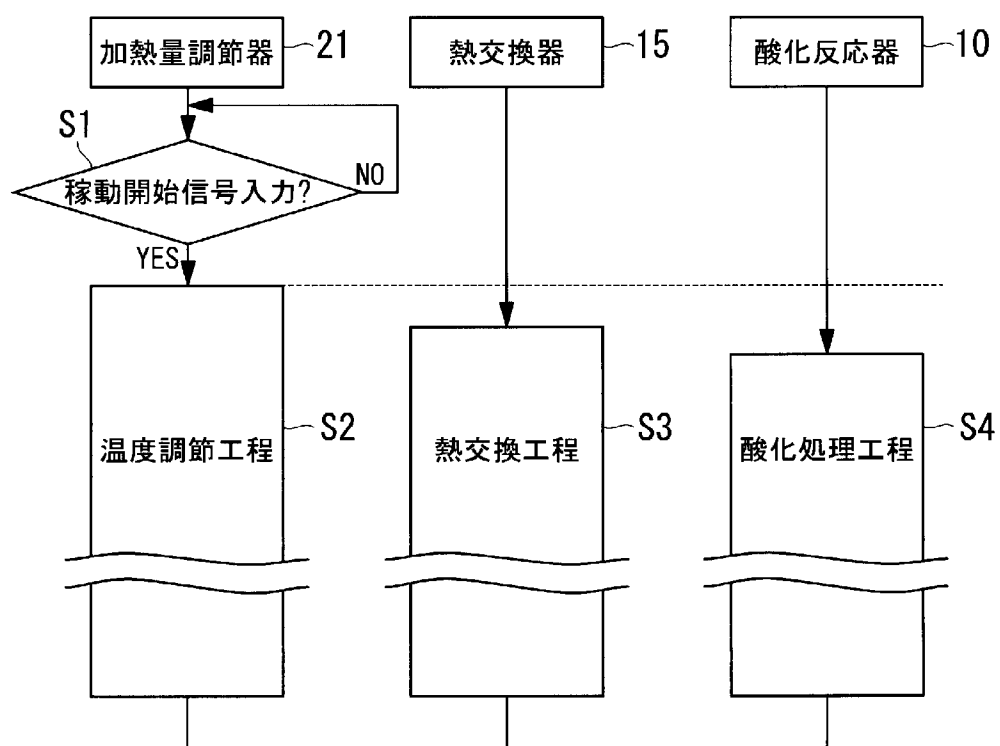
[図1]



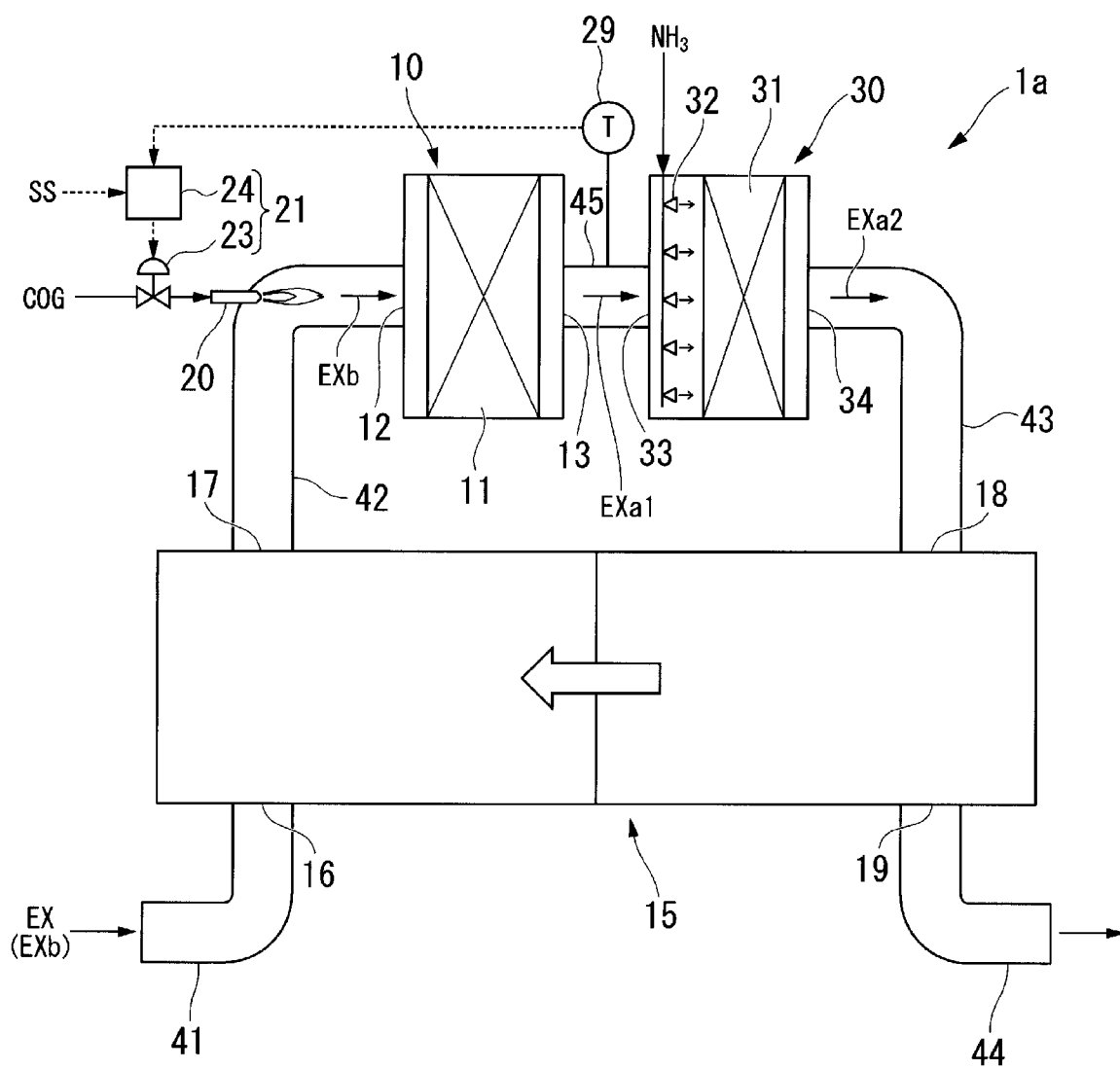
[図2]



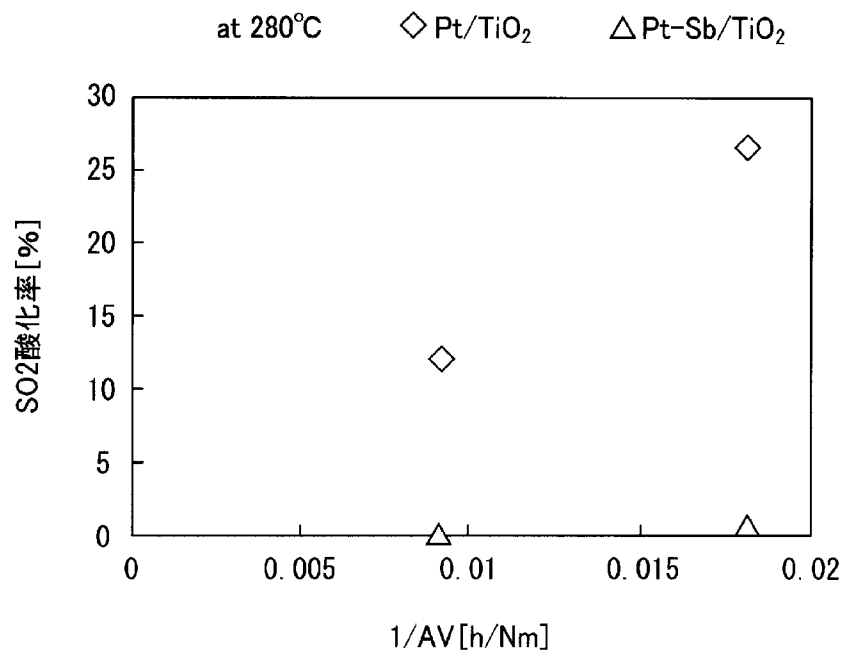
[図3]



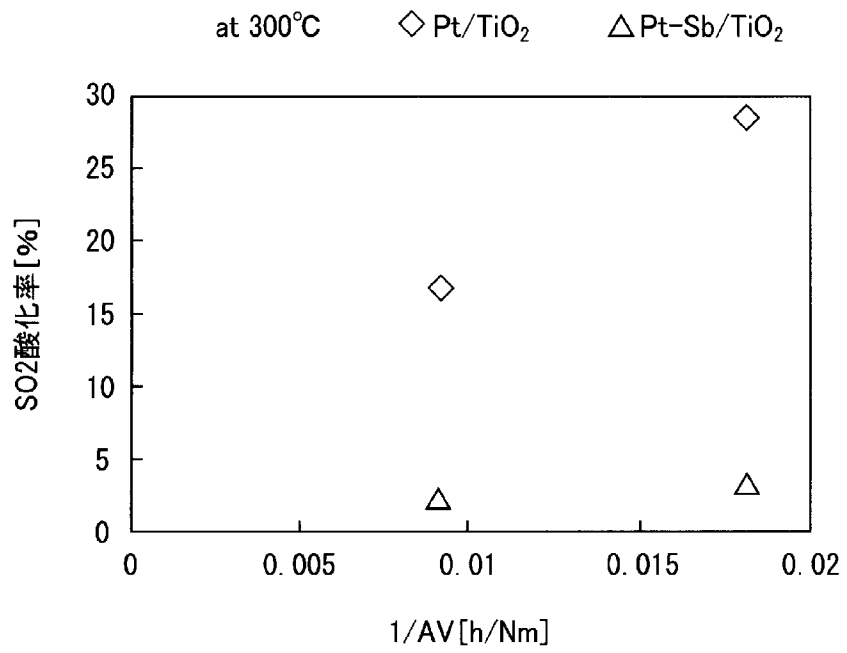
[図4]



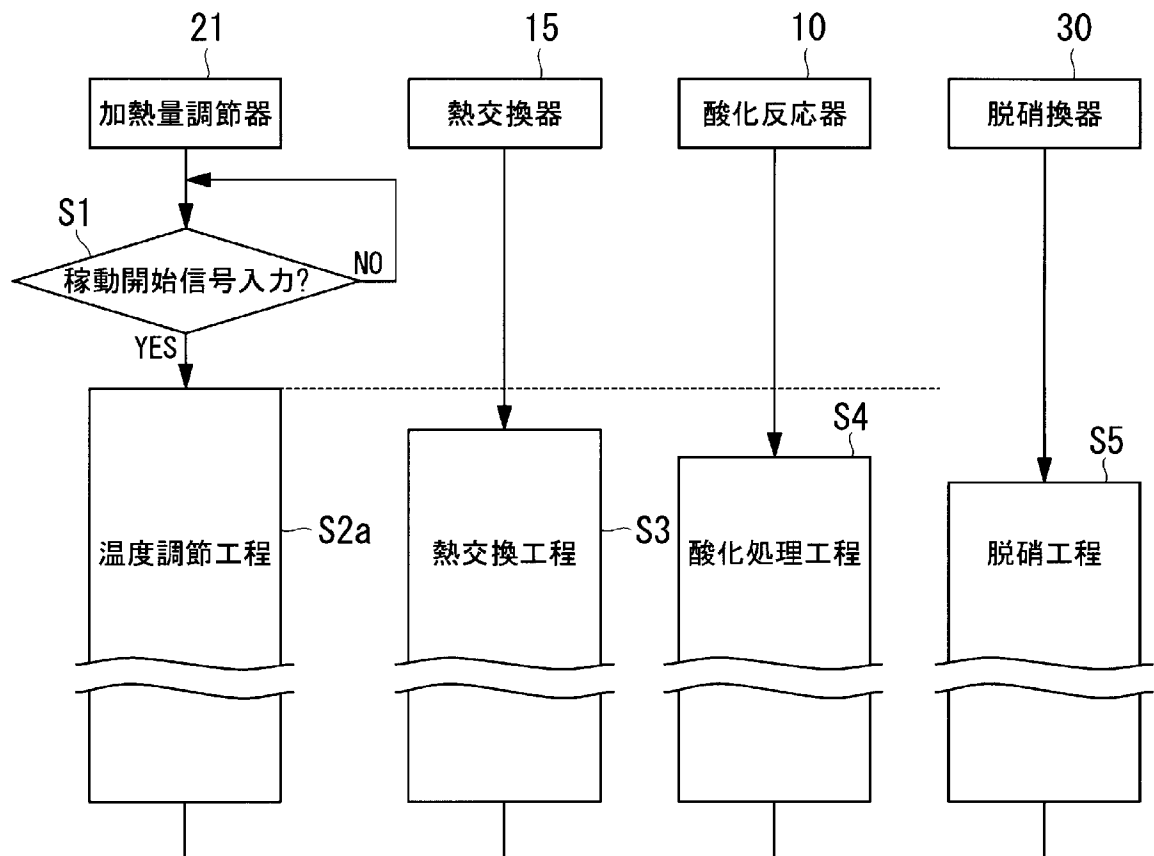
[図5]



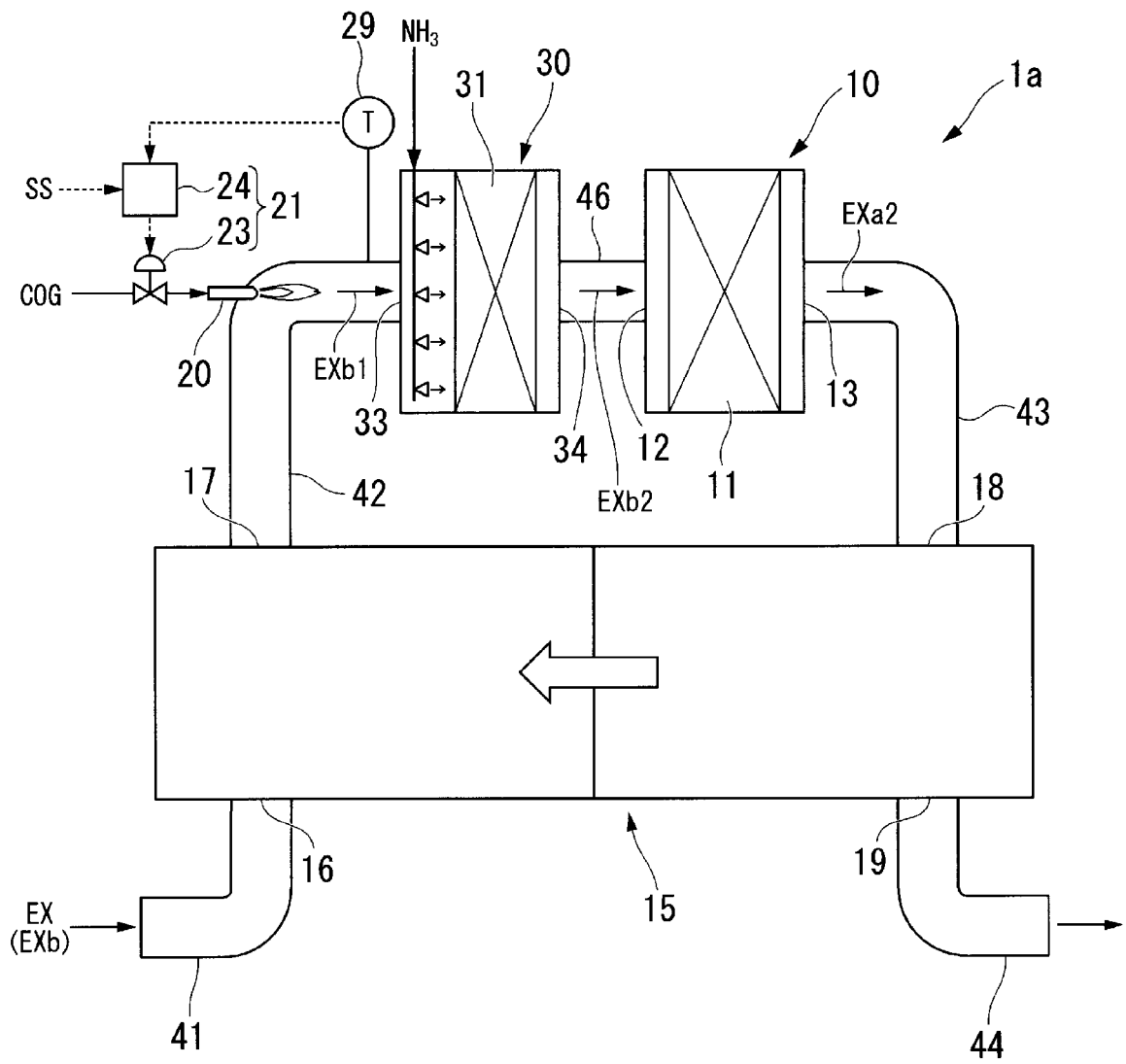
[図6]



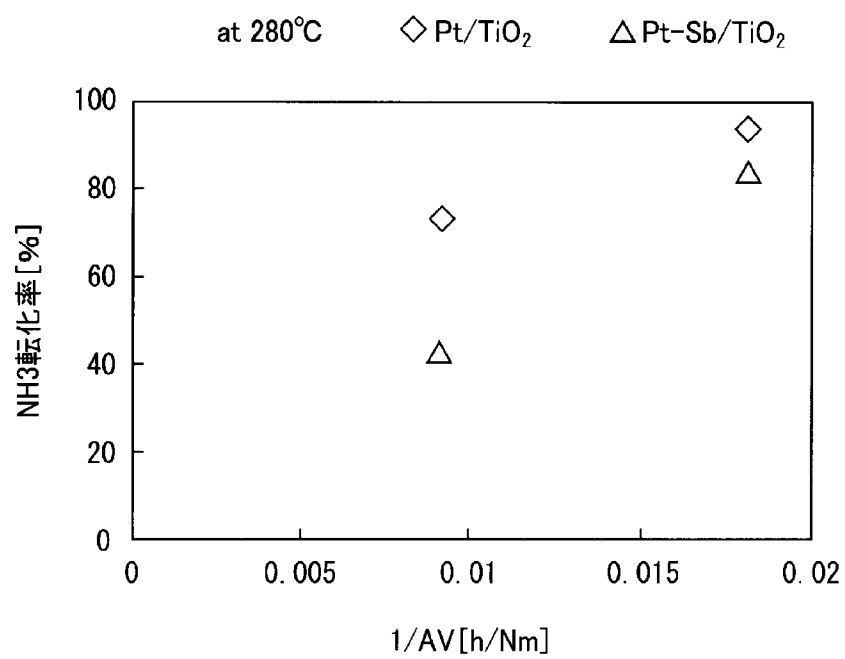
[図7]



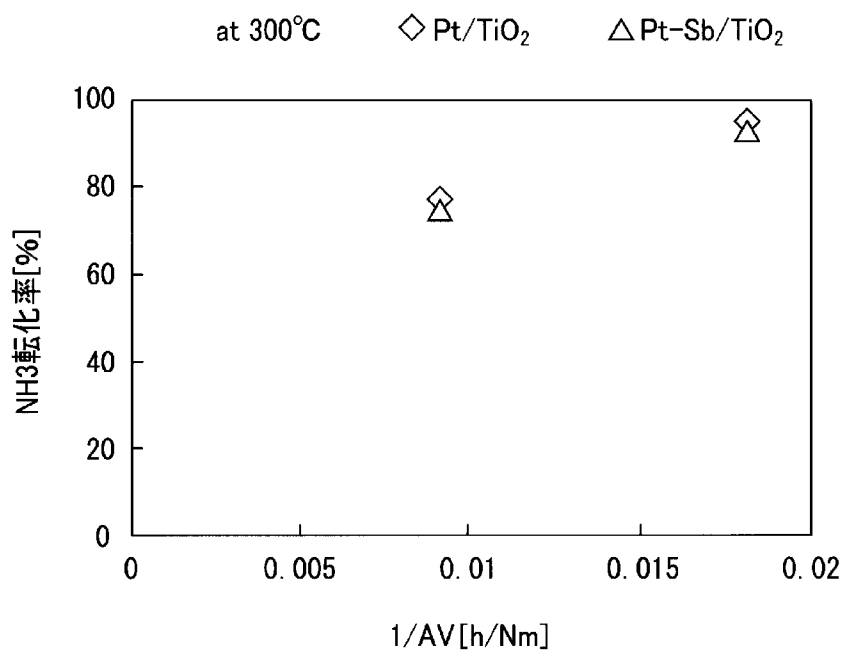
[図8]



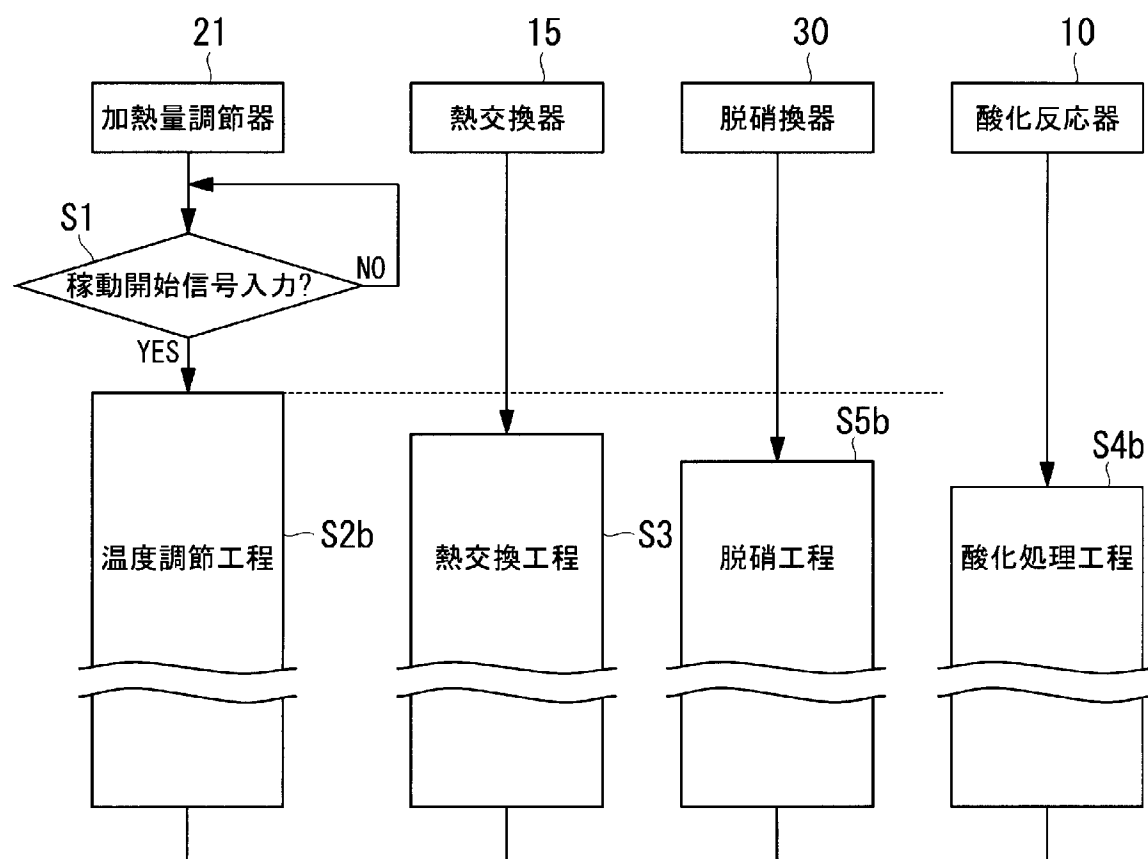
[図9]



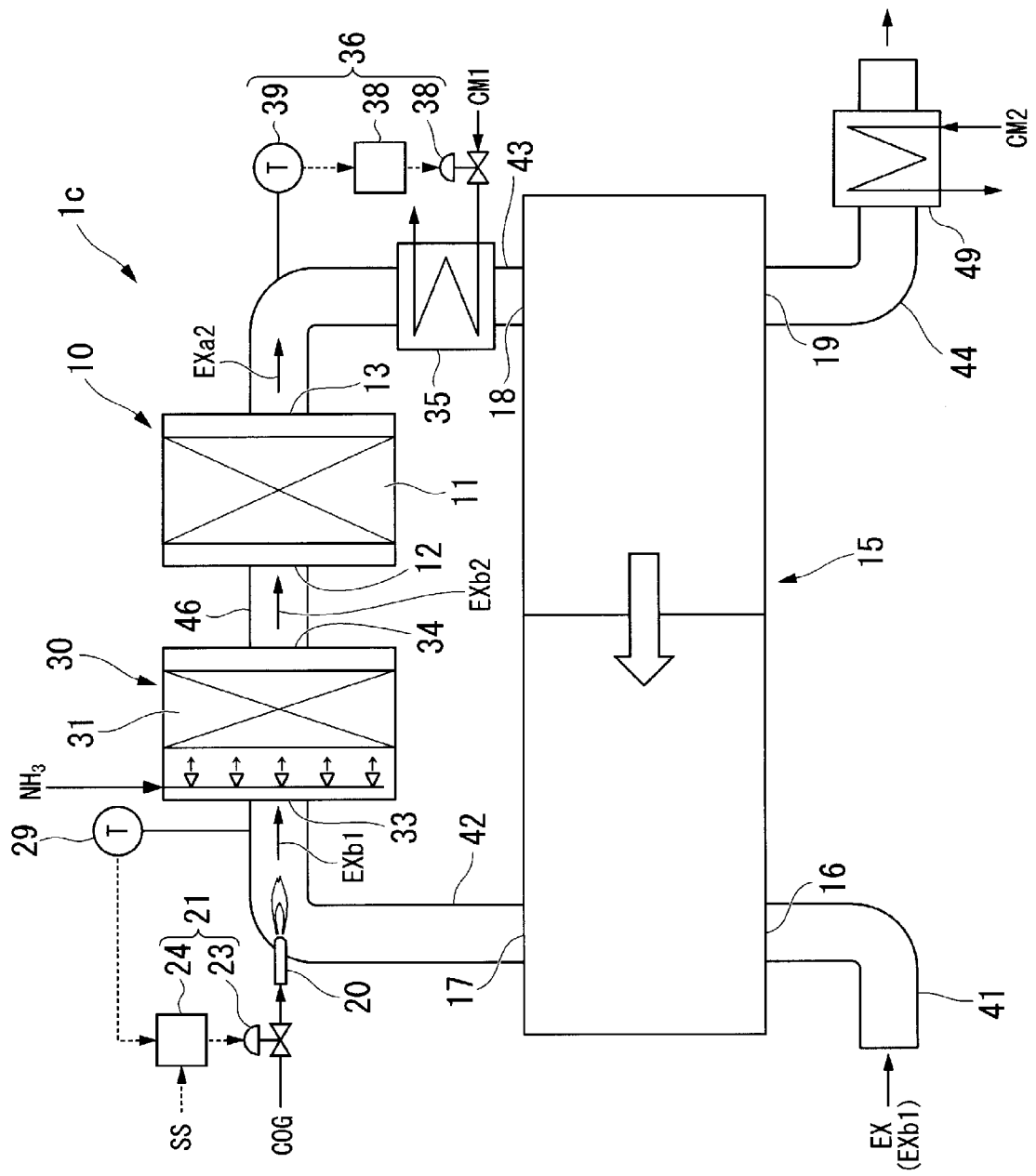
[図10]



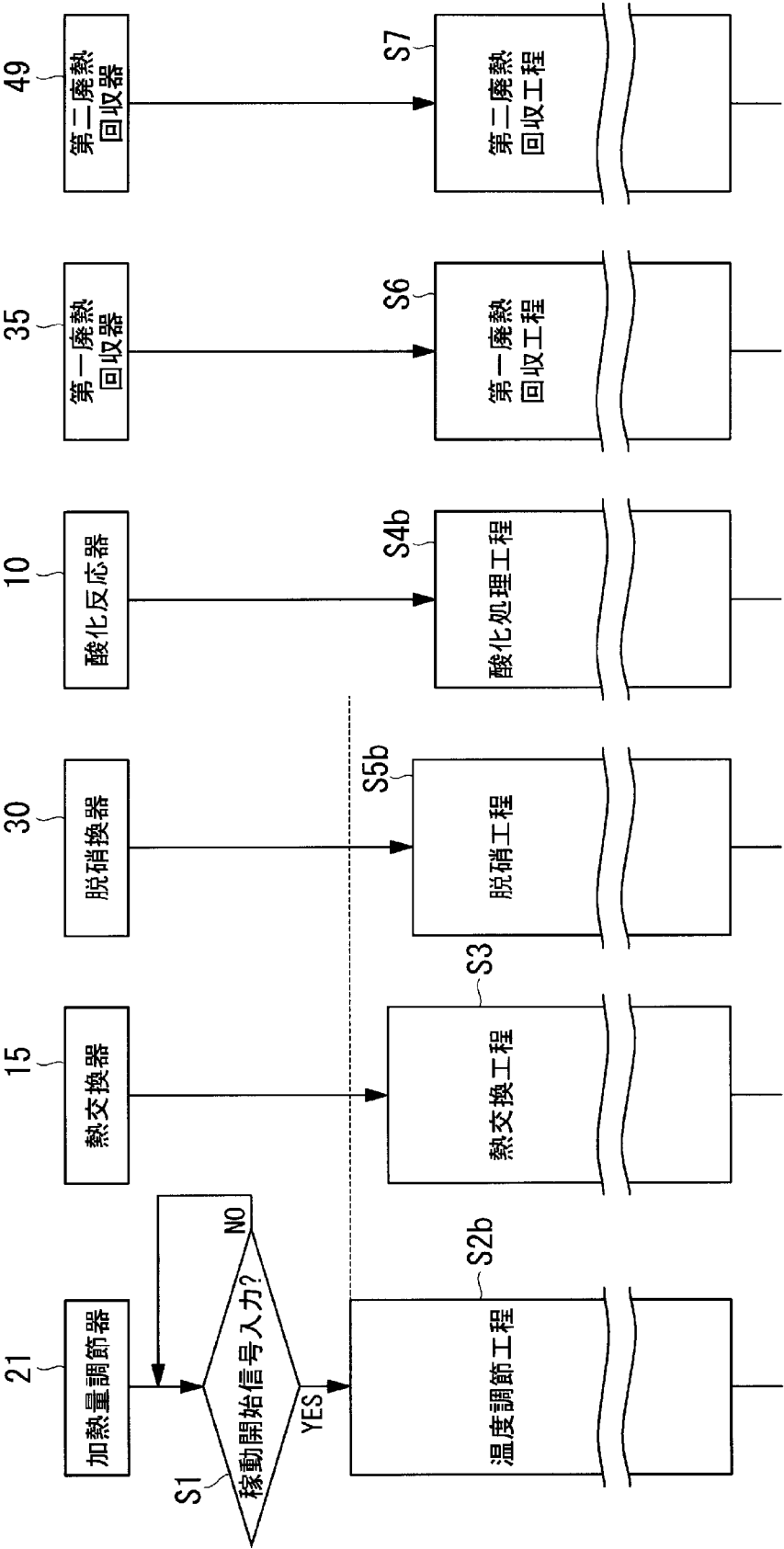
[図11]



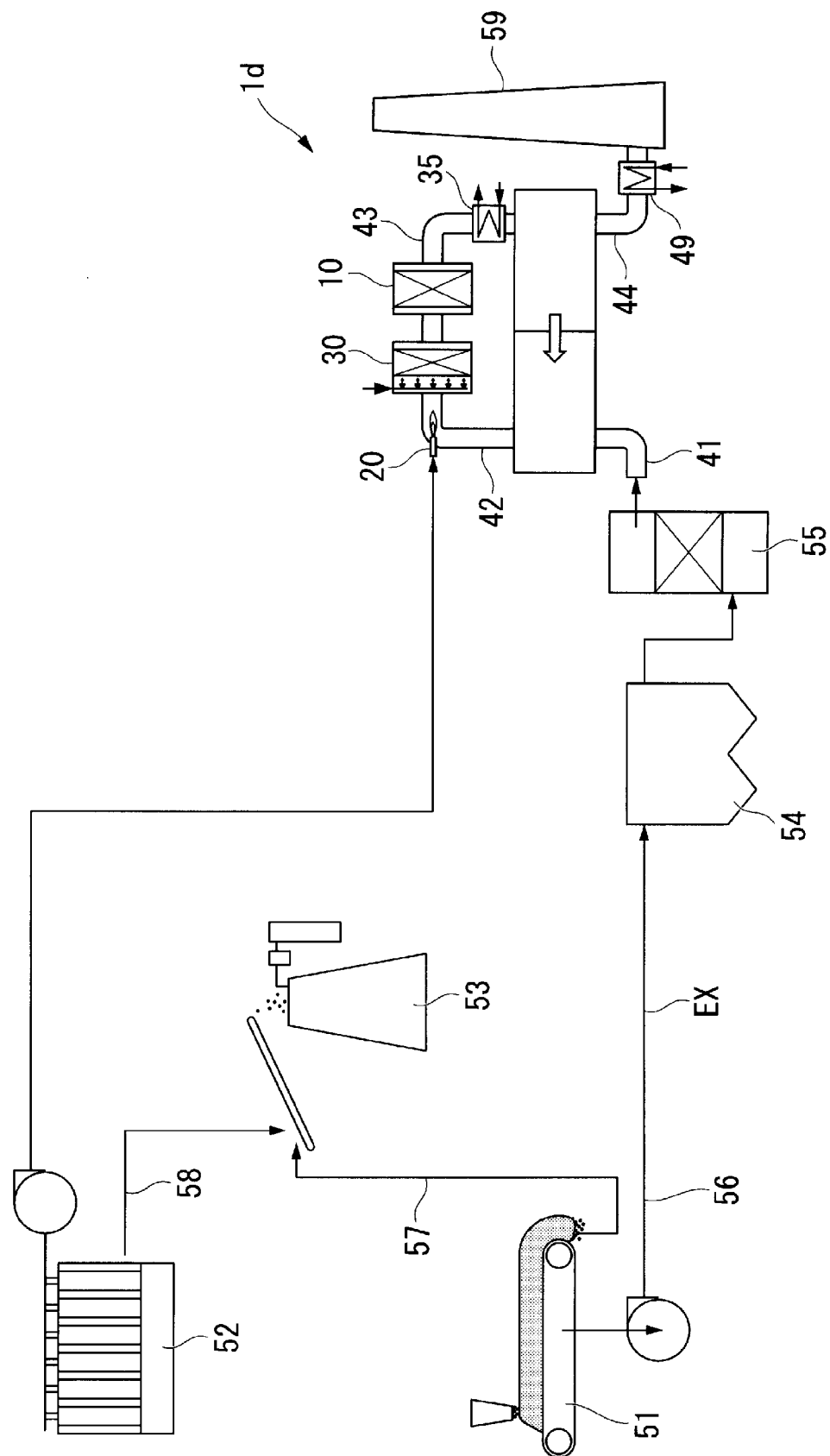
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068685

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/86(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D53/34-53/96

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-300961 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 October 2000 (31.10.2000), claims 1 to 5; paragraphs [0001], [0014] to [0034]; fig. 1 to 2 (Family: none)	8-9 1-7, 10-22
X Y	JP 2005-270821 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 October 2005 (06.10.2005), claims 1 to 8; paragraphs [0001], [0005] to [0006], [0018] to [0034]; tables 2 to 5; fig. 1 (Family: none)	8-9 1-7, 10-22

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 September 2015 (14.09.15)

Date of mailing of the international search report
29 September 2015 (29.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068685

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 54-006859 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 January 1979 (19.01.1979), claims; page 2, upper right column, line 19 to page 3, lower left column, line 19; fig. 1 (Family: none)	1-7,10-22
Y	JP 58-214323 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 13 December 1983 (13.12.1983), claims; page 2, lower left column, line 10 to page 3, lower right column, line 12; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-7,10-22
Y	JP 52-085969 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 16 July 1977 (16.07.1977), claims; page 2, upper right column, line 20 to page 3, lower left column, line 15; fig. 3 (Family: none)	1-7,10-18, 20-22
Y	JP 9-103648 A (Hitachi, Ltd.), 22 April 1997 (22.04.1997), paragraphs [0001], [0029]; fig. 1 (Family: none)	10-12,20-22
Y	JP 2009-202107 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 September 2009 (10.09.2009), paragraphs [0001], [0030]; fig. 1 & US 2011/0162345 A1 & WO 2009/107731 A1 & EP 2248574 A1	13
A	JP 59-213425 A (Kawasaki Steel Corp.), 03 December 1984 (03.12.1984), claims; page 2, upper right column, line 13 to page 3, lower right column, line 8; fig. 1 (Family: none)	1-22
A	JP 55-081724 A (NKK Corp.), 20 June 1980 (20.06.1980), claims; drawings (Family: none)	1-22

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/86(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/34-53/96

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2000-300961 A（三菱重工業株式会社）2000.10.31, 請求項 1-5, [0001], [0014] - [0034], 図 1-2（ファミリーなし）	8-9 1-7, 10-22
X Y	JP 2005-270821 A（三菱重工業株式会社）2005.10.06, 請求項 1-8, [0001], [0005] - [0006], [0018] - [0034], 表 2-5, 図 1（ファミリーなし）	8-9 1-7, 10-22

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

長谷川 真一

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 8

4 Q

4 0 3 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 54-006859 A (三菱重工業株式会社) 1979. 01. 19, 特許請求の範囲, 第 2 頁右上欄第 19 行目 - 第 3 頁左下欄第 19 行目, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-7, 10-22
Y	JP 58-214323 A (三井造船株式会社) 1983. 12. 13, 特許請求の範囲, 第 2 頁左下欄第 10 行目 - 第 3 頁右下欄第 12 行目, 第 2-3 図 (ファミリーなし)	1-7, 10-22
Y	JP 52-085969 A (バブコック日立株式会社) 1977. 07. 16, 特許請求の範囲, 第 2 頁右上欄第 20 行目 - 第 3 頁左下欄第 15 行目, 第 3 図 (ファミリーなし)	1-7, 10-18, 20-22
Y	JP 9-103648 A (株式会社日立製作所) 1997. 04. 22, [0001], [0029], 図 1 (ファミリーなし)	10-12, 20-22
Y	JP 2009-202107 A (三菱重工業株式会社) 2009. 09. 10, [0001], [0030], 図 1 & US 2011/0162345 A1 & WO 2009/107731 A1 & EP 2248574 A1	13
A	JP 59-213425 A (川崎製鉄株式会社) 1984. 12. 03, 特許請求の範囲, 第 2 頁右上欄第 13 行目 - 第 3 頁右下欄第 8 行目, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-22
A	JP 55-081724 A (日本鋼管株式会社) 1980. 06. 20, 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1-22