

(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
2010年12月23日(23.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/146671 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/86 (2006.01) *B01D 53/64* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/061028
- (22) 国際出願日: 2009年6月17日(17.06.2009)
- (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(米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 鵜飼 展行(UKAI, Nobuyuki). 村上 盛紀(MURAKAMI, Moritoshi). 沖野 進(OKINO, Susumu). 長安 立人(NAGAYASU, Tatsuto). 香川 晴治(KAGAWA, Seiji).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

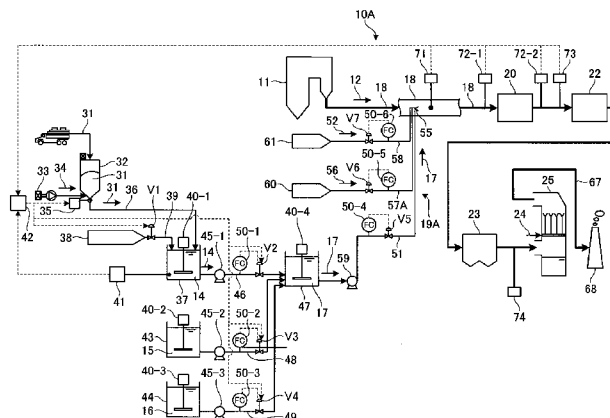
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: SYSTEM FOR REMOVING MERCURY AND METHOD OF REMOVING MERCURY FROM MERCURY-CONTAINING HIGH-TEMPERATURE DISCHARGE GAS

(54) 発明の名称: 水銀除去システム及び水銀含有高温排ガスの水銀除去方法

[図1]



(57) Abstract: A system (10A) for mercury removal is provided which removes the NO_x and mercury contained in a high-temperature discharge gas (12) discharged from a boiler (11). The system includes: a chemical-supply part (19A) in which an NH₄Cl solution (14), an NH₃ solution (15), and an HCl solution (16) are mixed together in a liquid state and the resultant liquid mixture (17) is supplied into the flue (18) disposed downstream from the boiler (11); a reducing/denitrating device (20) which includes a denitration catalyst and in which the NO_x contained in the high-temperature discharge gas (12) is reduced with NH₃ and the mercury is oxidized in the presence of HCl; and a wet desulfurizer (25) in which the mercury oxidized in the reducing/denitrating device (20) is removed with a lime/plaster slurry (24).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/146671 A1



本実施例に係る水銀除去システム 10 A は、ボイラ 11 からの高温排ガス 12 中に含まれる NO_x 、 Hg を除去する水銀除去システムであって、 NH_4Cl 溶液 14 と、 NH_3 溶液 15 と、 HCl 溶液 16 とを液状同士で混合し、混合した混合液 17 をボイラ 11 の下流の煙道 18 内に供給させる薬剤供給部 19 A と、高温排ガス 12 中の NO_x を NH_3 で還元すると共に、 HCl 共存下で Hg を酸化する脱硝触媒を有する還元脱硝装置 20 と、還元脱硝装置 20 において酸化された Hg を石灰石膏スラリー 24 を用いて除去する湿式脱硫装置 25 と、を有する。

明 細 書

発明の名称：

水銀除去システム及び水銀含有高温排ガスの水銀除去方法

技術分野

[0001] 本発明は、ボイラなどから排出される高温排ガス中に含まれる水銀を除去する水銀除去システム及び水銀含有高温排ガスの水銀除去方法に関する。

背景技術

[0002] 石炭焚き高温排ガスや重質油を燃焼した際に生じる高温排ガス中には、煤塵、硫黄酸化物（ SO_x ）、窒素酸化物（ NO_x ）のほか、金属水銀（ Hg^0 ）が含まれることがある。近年、 NO_x を還元する脱硝装置、および、アルカリ吸収液を SO_x 吸収剤とする湿式脱硫装置と組み合わせて、この金属水銀を処理する方法や装置について様々な考案がなされてきた。

[0003] 高温排ガス中の金属水銀を処理する方法として、煙道内、高温の脱硝装置の前流工程でアンモニウム（ NH_3 ）を噴霧して還元脱硝すると共に、塩酸（ HCl ）等の塩素化剤を噴霧し、脱硝触媒上で水銀を酸化（塩素化）させ、水溶性の塩化水銀にした後、後流側に設置した湿式の脱硫装置で水銀を除去するシステムが提案されている（例えば、特許文献１参照。）。

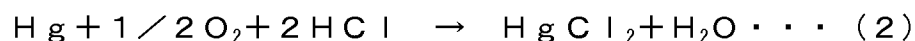
[0004] 図１１に従来の水銀除去システムを含む高温排ガス処理システムの概略図を示す。図１１に示すように、水銀除去システムを含む高温排ガス処理システム１００では、ボイラ１０１から排出された NO_x 、 Hg を含有する高温排ガス１０２は、還元脱硝装置１０３に供給され、 NO_x の還元を行なう。その後、高温排ガス１０２はエアヒータ１０４で熱交換により空気と熱交換され、熱回収器１０５で熱回収された後、集塵装置１０６に供給される。高温排ガス１０２は脱硫装置１０７で硫黄酸化物が除去された後、浄化ガス１０８として排出され、再加熱器１０９で加熱された後、煙突１１０より排出される。

また、還元脱硝装置１０３の前流には NH_3 注入箇所１１１があり、 NH_3 タ

ンク 1 1 2 から供給される NH_3 によって窒素酸化物の還元を行う。

[0005] また、煙道内の脱硫装置 1 0 7 の前流側に設置された塩化水素濃度計測手段 1 1 3 により水銀塩素化剤として用いられる塩化水素 (HCl) の濃度を測定すると共に、脱硫装置 1 0 7 の後流側に設置された水銀濃度計測手段 1 1 4 により水銀濃度を測定する。測定された HCl 、 Hg の濃度計測値に基づいて、塩化水素溶液タンク 1 1 5 より供給する塩化水素 (HCl) 水溶液 1 1 6 の供給量を演算部 1 1 7 により算出する。算出された上記初期濃度に基づいて、制御手段 1 1 8 により塩化水素溶液タンク 1 1 5 から HCl 注入箇所 1 1 9 より煙道 1 2 0 内に供給される気化した塩化水素 (HCl ガス) の供給量を制御する。

[0006] 還元剤として NH_3 、尿素 ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$) などを供給すると共に、水銀塩素化剤として HCl を供給することで、高温排ガス 1 0 2 中の NO_x は、還元脱硝装置 1 0 3 に充填されている脱硝触媒上で、 NH_3 は下記式 (1) のように NO_x の脱硝反応が進行し、 HCl は下記式 (2) のように Hg の酸化反応が進行する。



[0007] 従来の方法では、還元剤、水銀塩素化剤の添加は、 NH_3 ガス、 HCl ガスとしてガス状で供給する方法の他に、 NH_4Cl 溶液として液状で供給する方法が行なわれている。 NH_4Cl 溶液として液状で供給する場合、 NH_4Cl が解離することで、 NH_3 ガス、 HCl ガスを生成し、 NH_3 ガスが還元剤として作用し、 HCl ガスが水銀塩素化剤として作用する。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平 1 0 - 2 3 0 1 3 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] しかしながら、還元剤、水銀塩素化剤を NH_3 ガス、 HCl ガスとしてガス状で供給する場合、各々別個に例えば噴霧ノズルなどガスを供給する供給設備が2系列必要になる、という問題がある。
- [0010] また、還元剤、水銀塩素化剤を NH_4Cl 溶液として液状で供給する場合、 NH_4Cl が解離した場合、 1mol の NH_4Cl から生成する NH_3 ガスと HCl ガスは各々 1mol であり、 NH_3 ガスと HCl ガスとの生成量比は制御できない。そのため、高温排ガス中の NO_x 、金属水銀 Hg^0 のガス性状によって、 NH_3 と HCl の必要量の比率が1対1でない場合、 NH_3 、 HCl の何れか一方が過剰または不足する、という問題がある。
- [0011] 本発明は、前記問題に鑑み、還元剤、水銀塩素化剤を任意の割合で同時に簡略な装置で供給することが可能な水銀除去システム及び水銀含有高温排ガスの水銀除去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

- [0012] 上述した課題を解決するための本発明の第1の発明は、ボイラからの高温排ガス中に含まれる窒素酸化物、水銀を除去する水銀除去システムであって、脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる窒素酸化物を還元する還元剤、塩化水素共存下で水銀を酸化する水銀塩素化剤、脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる窒素酸化物を還元すると共に、塩化水素共存下で水銀を酸化する還元酸化助剤の何れか二つ以上を液状同士又はガス状同士で混合し、前記ボイラの煙道内に供給させる薬剤供給部と、前記高温排ガス中の窒素酸化物をアンモニアで還元すると共に、塩化水素共存下で水銀を酸化する脱硝触媒を有する還元脱硝装置と、該還元脱硝装置において酸化された水銀をアルカリ吸収液を用いて除去する湿式脱硫装置と、を有してなることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0013] 第2の発明は、第1の発明において、前記還元剤、前記水銀塩素化剤及び前記還元酸化助剤が、液状物質であり、前記薬剤供給部より前記液状物質を少なくとも2以上混合した混合液を液体状で噴霧させることを特徴とする水銀除去システムにある。

- [0014] 第3の発明は、第2の発明において、前記還元酸化助剤がハロゲン化アンモニウムであることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0015] 第4の発明は、第2又は3の発明において、前記還元剤がアンモニア、又は尿素であることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0016] 第5の発明は、第2乃至4の何れか一つの発明において、前記水銀塩素化剤がハロゲン化水素であることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0017] 第6の発明は、第2乃至5の何れか一つの発明において、前記薬剤供給部が、前記液状物質を液体状で前記煙道内に供給する薬剤供給管と、前記煙道内に前記薬剤供給管を囲うように挿入され、内部に供給された空気を前記煙道内に噴射させる噴射孔を有する吹き込み管と、前記薬剤供給管の先端部に取り付けられ、前記液状物質を噴射する噴射ノズルとを有し、前記液状物質を前記空気と同伴させて前記煙道内に噴霧させることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0018] 第7の発明は、第6の発明において、前記噴射ノズルが、前記液状物質と、前記液状物質の噴霧用の空気とを噴射させる二流体ノズルであることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0019] 第8の発明は、第2乃至5の何れか一つの発明において、前記薬剤供給部が、前記還元酸化助剤を液体状で前記煙道内に供給する還元酸化助剤供給管と、前記煙道内に前記還元酸化助剤供給管を囲うように挿入され、前記還元酸化助剤の噴霧用の空気を前記煙道内に供給する空気供給管と、前記還元酸化助剤供給管及び前記空気供給管の先端部に取り付けられ、前記還元酸化助剤及び前記空気を噴射する二流体ノズルとを有し、前記還元酸化助剤を前記空気と同伴させて前記煙道内に噴霧させることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0020] 第9の発明は、第1の発明において、前記還元剤及び前記水銀塩素化剤が、ガス状物質であり、前記水銀塩素化剤供給部より前記ガス状物質を少なくとも2以上混合した混合ガスを噴射させることを特徴とする水銀除去システムにある。

- [0021] 第10の発明は、第9の発明において、前記還元剤がアンモニアであることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0022] 第11の発明は、第9又は10の発明において、前記水銀塩素化剤が、ハロゲン化水素であることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0023] 第12の発明は、第1乃至11の何れか一つの発明において、前記高温排ガスの温度が、320℃以上420℃以下であることを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0024] 第13の発明は、第1乃至12の何れか一つの発明において、前記還元脱硝装置の上流側と下流側に、前記高温排ガス中の窒素酸化物の濃度を測定する窒素酸化物濃度測定計を有することを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0025] 第14の発明は、第1乃至13の何れか一つの発明において、前記水銀塩素化剤供給部と前記還元脱硝装置との間に設けられ、前記煙道中にアンモニアを供給するアンモニア供給部を有することを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0026] 第15の発明は、第1乃至14の何れか一つの発明において、前記水銀塩素化剤供給部と前記還元脱硝装置との間に設けられ、前記煙道中に塩化水素を供給する塩化水素供給部を有することを特徴とする水銀除去システムにある。
- [0027] 第16の発明は、ボイラからの高温排ガス中に含まれる窒素酸化物、水銀を除去する水銀含有高温排ガスの水銀除去方法であって、前記脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる窒素酸化物を還元する還元剤、塩化水素共存下で水銀を酸化する水銀塩素化剤、脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる窒素酸化物を還元すると共に、塩化水素共存下で水銀を酸化する還元酸化助剤の何れか二つ以上を液状同士又はガス状同士で混合し、前記ボイラの煙道内に供給する薬剤供給工程と、前記脱硝触媒で前記高温排ガス中の窒素酸化物をアンモニアで還元すると共に、塩化水素共存下で水銀を酸化する還元脱硝処理工程と、該還元脱硝処理工程において酸化された水銀をアルカリ吸収液を用いて除

去する湿式脱硫工程と、を含むことを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0028] 第 17 の発明は、第 16 の発明において、前記還元剤、前記水銀塩素化剤及び前記還元酸化助剤が、液状物質であり、前記薬剤供給工程より前記液状物質を少なくとも 2 以上混合した混合液を液体状で噴霧することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0029] 第 18 の発明は、第 16 の発明において、前記還元酸化助剤がハロゲン化アンモニウムであることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0030] 第 19 の発明は、第 17 又は 18 の発明において、前記還元剤がアンモニア、又は尿素であることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0031] 第 20 の発明は、第 17 乃至 19 の何れか一つの発明において、前記水銀塩素化剤がハロゲン化水素であることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0032] 第 21 の発明は、第 17 乃至 20 の何れか一つの発明において、前記薬剤供給工程が、前記液状物質を二流体ノズルを用いて噴霧することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0033] 第 22 の発明は、第 17 乃至 21 の何れか一つの発明において、前記還元脱硝処理工程の前工程側と後工程側に、前記高温排ガス中の窒素酸化物の濃度を測定する窒素酸化物濃度測定工程と、前記還元脱硝処理工程の後工程側に、前記高温排ガス中の水銀の濃度を測定する水銀濃度測定工程とを含み、前記窒素酸化物濃度測定工程により得られた前記高温排ガス中の窒素酸化物の濃度と、前記水銀濃度測定工程により得られた前記高温排ガス中の水銀の濃度との何れか一方又は両方に基づいて、前記混合液に含まれる前記液状物質の各々の濃度を調整することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0034] 第 23 の発明は、第 17 乃至 22 の何れか一つの発明において、前記混合

液に含まれる前記液状物質の各々の濃度を測定し、前記液状物質の各々の濃度に基づいて、前記液状物質の各々の供給量を調整することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0035] 第24の発明は、第17の発明において、前記還元剤及び水銀塩素化剤が、ガス状物質であり、前記薬剤供給工程より前記ガス状物質を少なくとも2以上混合した混合ガスを噴霧することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0036] 第25の発明は、第24の発明において、前記ガス状物質が、前記還元剤としてアンモニアを用いることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

[0037] 第26の発明は、第24又は25の発明において、前記水銀塩素化剤としてハロゲン化水素を用いることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法にある。

発明の効果

[0038] 本発明によれば、還元剤、水銀塩素化剤、還元酸化助剤の何れか二つ以上を液状同士又はガス状同士で混合し、煙道内に供給することができるため、高温排ガスのガス性状に応じて還元剤、水銀塩素化剤を任意の割合で同時に簡略な装置で高温排ガスに供給することができ、高温排ガス中の水銀の酸化及び窒素酸化物の還元性能を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0039] [図1]図1は、本発明の実施例1に係る水銀除去システムを示す概略図である。

[図2]図2は、水銀除去システムの構成の一部の構成を示す図である。

[図3]図3は、 NH_4Cl の温度と水への飽和濃度との関係を示す図である。

[図4]図4は、混合液供給管及び空気供給管が挿入される煙道近傍を示す図である。

[図5]図5は、図4の部分拡大断面図である。

[図6]図6は、通常の噴射ノズルを用いた吹込み管の部分拡大断面図である。

[図7] 図7は、二流体ノズルを用いた NH_4Cl 溶液の他の噴霧方法を示す図である。

[図8] 図8は、本発明の実施例2に係る水銀除去システムの一部の構成を示す図である。

[図9] 図9は、本発明の実施例3に係る水銀除去システムを示す概略図である。

[図10] 図10は、水銀除去システムの構成の一部の構成を示す図である。

[図11] 図11は、従来の水銀除去システムを含む高温排ガス処理システムの概略図である。

発明を実施するための形態

[0040] 以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施例における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

実施例 1

[0041] 本発明による実施例1に係る水銀除去システムについて、図面を参照して説明する。

図1は、本発明の実施例1に係る水銀除去システムを示す概略図であり、図2は、水銀除去システムの構成の一部の構成を示す図である。

図1、2に示すように、本実施例に係る水銀除去システム10Aは、ボイラ11からの高温排ガス12中に含まれる窒素酸化物(NO_x)、水銀(Hg)を除去する水銀除去システムであって、還元酸化助剤として塩化アンモニウム(NH_4Cl)を溶解した塩化アンモニウム(NH_4Cl)溶液14と、還元剤としてアンモニア(NH_3)を溶解したアンモニウム(NH_3)溶液15と、水銀塩素化剤として塩化水素(HCl)を溶解した塩化水素(HCl)溶液16とを液状同士で混合し、混合した混合液17をボイラ11の下流の煙道18内に供給させる薬剤供給部19Aと、高温排ガス12中の NO_x を NH_3 で還元すると共に、 HCl 共存下で Hg を酸化する脱硝触媒を有する還

元脱硝装置 20 と、脱硝された高温排ガス 12 を熱交換するエアヒータ (APH) 22 と、脱硝された高温排ガス 12 中の煤塵を除去する集塵器 23 と、還元脱硝装置 20 において酸化された Hg をアルカリ吸収液として石灰石膏スラリー 24 を用いて除去する湿式脱硫装置 25 と、を有するものである。

[0042] また、本発明においては、還元酸化助剤とは、脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる NO_x を還元すると共に、HCl 共存下で Hg を酸化するものをいう。還元酸化助剤は、脱硝触媒で HCl 共存下で Hg を酸化して塩素化するのに用いられる酸化助剤と、NH₃ を還元する還元剤として機能するものをいう。また、還元剤とは、脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる NO_x を還元するものをいう。また、水銀塩素化剤とは、HCl 共存下で Hg を酸化するものをいう。

[0043] <薬剤供給部>

薬剤供給部 19A は、NH₄Cl 溶液 14 と、NH₃ 溶液 15 と、HCl 溶液 16 とを液状同士で各々任意の割合で混合して混合液 17 を調整し、調整された混合液 17 をボイラ 11 の煙道 18 内に供給する。

[0044] (NH₄Cl 溶液の調整)

まず、還元酸化助剤として用いられる所定濃度の NH₄Cl 溶液 14 を調整する。搬送された塩化アンモニウム (NH₄Cl) 粉末 31 を一時的に貯留するサイロ 32 に供給する。サイロ 32 内の NH₄Cl 粉末 31 にブロワ 33 より空気 34 を供給し、NH₄Cl 粉末 31 がサイロ 32 内で乾燥、固着するのを防止する。サイロ 32 内の NH₄Cl 粉末 31 は、フィーダ 35 でサイロ 32 から所定量ごと NH₄Cl 粉末送給通路 36 に供給し、NH₄Cl 溶解タンク 37 に送給する。また、水供給タンク 38 より水 39 を NH₄Cl 溶解タンク 37 に送給する。NH₄Cl 溶解タンク 37 には攪拌器 40-1 が設けられ、NH₄Cl 溶解タンク 37 に供給された NH₄Cl 粉末 31 は水 39 に溶解され、所定濃度の NH₄Cl 溶液 14 を生成し、攪拌器 40-1 により NH₄Cl 溶液 14 の濃度を均一にする。また、水供給タンク 38 より供給される水 39

の供給量は調整弁V 1により調整される。

[0045] NH_4Cl 溶液 1 4 の濃度は、0 w t % よりも大きく 43 w t % 以下が好ましく、10 w t % 以上 23 w t % 以下がより好ましく、18 w t % 以上 23 w t % 以下が更に好ましく、20 w t % 前後が最も好ましい。これは、 NH_4Cl 粉末 3 1 が少なくとも水 3 9 に常温（例えば、20℃前後）で溶解している必要があり、 NH_4Cl の水への飽和溶解濃度以下であることが必要だからである。図 3 は、 NH_4Cl の温度と水への飽和濃度との関係を示す図である。図 3 に示すように、溶液の温度が 0℃前後の時、 NH_4Cl 粉末 3 1 が水 3 9 に溶解できる飽和濃度は、23 w t % 程度であり、100℃前後の時、 NH_4Cl 粉末 3 1 が水 3 9 に溶解できる飽和濃度は、43 w t % 程度である。そのため、 NH_4Cl 溶液 1 4 の濃度は、0 w t % よりも大きく 43 w t % 以下とする必要がある。

[0046] (NH_4Cl 溶液の濃度の制御)

また、 NH_4Cl 溶解タンク 3 7 中の NH_4Cl 溶液 1 4 は、濃度計 4 1 により測定し、測定された NH_4Cl 溶液 1 4 の濃度の値は演算装置 4 2 に伝達される。演算装置 4 2 は、 NH_4Cl 溶液 1 4 の濃度に基づいて NH_4Cl 粉末 3 1、水 3 9 の各々供給量を決定する。演算装置 4 2 は、フィーダ 3 5、調整弁 V 1 に各々制御信号を伝達し、 NH_4Cl 粉末 3 1、水 3 9 の各々の供給量を調整する。 NH_4Cl 溶解タンク 3 7 中の NH_4Cl 溶液 1 4 の濃度を上記のように 0 w t % よりも大きく 43 w t % 以下の範囲となるように調整する。

[0047] (NH_3 溶液の調整)

まず、還元剤として用いられる NH_3 を溶解した NH_3 溶液 1 5 は NH_3 溶解タンク 4 3 で調整される。 NH_3 の濃度としては、例えば 0 w t % よりも大きく 28 w t % 以下の範囲となるように調整するのが好ましい。また、 NH_3 溶解タンク 4 3 中には攪拌器 4 0 - 2 が設けられ、攪拌器 4 0 - 2 で NH_3 溶液 1 5 に含まれる NH_3 の濃度を均一に保つようにしている。

[0048] (HCl 溶液の調整)

まず、還元酸化助剤として用いられる HCl を溶解した HCl 溶液 1 6 は

HCl溶解タンク44で調整される。HClの濃度としては、例えば0wt%よりも大きく38wt%以下の範囲となるように調整するのが好ましい。また、HCl溶解タンク44中には攪拌器40-3が設けられ、攪拌器40-3でHCl溶液16に含まれるHClの濃度を均一に保つようになっている。

[0049] NH₄Cl溶液14はポンプ45-1によりNH₄Cl溶解タンク37からNH₄Cl溶液供給管46を介して混合液溶解タンク47に送給され、NH₃溶液15はNH₃溶解タンク43からポンプ45-2によりNH₃溶液供給管48を介して混合液溶解タンク47に送給され、HCl溶液16はポンプ45-3によりHCl溶解タンク44からHCl溶液供給管49を介して混合液溶解タンク47に送給され、貯留される。

[0050] また、NH₄Cl溶液供給管46、NH₃溶液供給管48、HCl溶液供給管49には、NH₄Cl溶液14、NH₃溶液15、HCl溶液16の各々の流量を測定する流量計50-1~50-3と、NH₄Cl溶液14、NH₃溶液15、HCl溶液16の各々の流量を調整する調整弁V2~V4が設けられている。NH₄Cl溶液14、NH₃溶液15、HCl溶液16の各々の流量は、流量計50-1~50-3により測定され、調整弁V2~V4によりNH₄Cl溶液14、NH₃溶液15、HCl溶液16の各々の供給量は調整される。また、混合液溶解タンク47中には攪拌器40-4が設けられ、攪拌器40-4で混合液17に含まれるNH₄Cl、NH₃、HClの濃度を均一に保つようにする。

[0051] また、本実施例に係る水銀除去システム10Aにおいては、薬剤供給部19Aは、混合液17を液体状で煙道18内に供給する混合液供給管51と、煙道18内に混合液供給管51を囲うように挿入され、内部に供給された空気52を煙道18内に噴射させる噴射孔53（図5参照）を有する吹込み管54（図4、5参照）と、混合液供給管51の先端部に取り付けられ、混合液17を噴射する二流体ノズル55とを有している。また、薬剤供給部19Aは、二流体ノズル55に連結され、NH₄Cl溶液14を圧縮して噴霧させ

る空気 56 を供給する空気供給管 57A と、吹込み管 54 と連結し（図 4 参照）、 NH_4Cl 溶液 14 を圧縮して噴霧させる空気 52 を吹込み管 54 内に供給する空気供給管 58 と、を有する。尚、図 1 では、空気供給管 58 は煙道 18 内に挿入されているが、空気供給管 58 は吹込み管 54 に連結されている（図 4 参照）。

[0052] また、図 4 は、混合液供給管及び空気供給管が挿入される煙道近傍を示す図であり、図 5 は、図 4 の部分拡大断面図である。図 4 に示すように、吹込み管 54 は、煙道 18 内に混合液供給管 51 及び空気供給管 57A を囲うように挿入されている。また、図 5 に示すように、混合液供給管 51 は、吹込み管 54 内で空気供給管 57A と隣接するように設けられている。また、二流体ノズル 55 は、吹込み管 54 の壁面の噴射孔 53 内に設けられ、混合液供給管 51 及び空気供給管 57A と連結している。二流体ノズル 55 から噴射される混合液 17 は空気 56 により噴霧され、混合液 17 を噴射孔 53 から噴射される空気 52 と同伴させて更に煙道 18 内に噴霧させている。

[0053] 混合液溶解タンク 47 内の混合液 17 はフィードポンプ 59 により混合液供給管 51 を介して二流体ノズル 55 に送給される。また、混合液供給管 51 内の混合液 17 の流量は流量計 50-4 により測定され、調整弁 V5 により混合液 17 の供給量を調整する。

[0054] 空気 56 は、空気供給部 60 から空気供給管 57A を介して二流体ノズル 55 に送給され、二流体ノズル 55 から混合液 17 を噴霧する際の圧縮用の空気として用いられる。これにより、二流体ノズル 55 から噴射される混合液 17 を微細な液滴として噴霧することができる。また、図 1 に示すように、空気供給部 60 から供給される空気 56 の流量は流量計 50-5 により測定され、調整弁 V6 により調整される。空気 56 の流量により、二流体ノズル 55 から噴霧される混合液 17 の液滴の大きさを調整することができる。

[0055] また、二流体ノズル 55 から噴射される空気 56 の流量は、例えば気水比 100 以上 10000 以下（体積比）とするのが好ましい。これは、二流体ノズル 55 から噴射される混合液 17 を微細な液滴として煙道 18 内に噴霧

させるようにするためである。

[0056] 空気 5 2 は、空気供給部 6 1 から空気供給管 5 8 を介して吹込み管 5 4 に送給され、二流体ノズル 5 5 から噴霧される混合液 1 7 の液滴を分散させるための圧縮用の空気として用いられる。また、図 1 に示すように、空気供給部 6 1 から供給される空気 5 2 の流量は流量計 5 0 - 6 により測定され、調整弁 V 7 により調整される。空気 5 2 は吹込み管 5 4 の噴射孔 5 3 と二流体ノズル 5 5 との隙間 6 2 から噴射される。このため、隙間 6 2 から空気 5 2 を噴射することで、二流体ノズル 5 5 から噴霧される混合液 1 7 の液滴を更に煙道 1 8 内に分散させることができる。

[0057] また、噴射孔 5 3 から噴射される空気 5 2 は、二流体ノズル 5 5 から噴射される混合液 1 7 が吹込み管 5 4 に付着するのを防ぐためと、吹込み管 5 4 内の温度上昇を抑制し、 NH_4Cl 溶液 1 4 の沸騰及び塩化アンモニウム粒子の析出を防ぐために用いられる。

[0058] また、空気 5 2 は、吹込み管 5 4 と混合液供給管 5 1 との間を流れるため、 NH_4Cl 溶液 1 4 の冷却用の空気として働き、煙道 1 8 内の高温排ガス 1 2 の熱が吹込み管 5 4 の外側から混合液供給管 5 1 内に伝達されるのを防ぐことができる。このため、吹込み管 5 4 内の温度上昇を防止し、混合液 1 7 が加熱されるのを防ぐことで、吹込み管 5 4 内で混合液 1 7 が沸騰するのを防止することができ、混合液 1 7 が噴射される直前まで液体状態を維持することができる。また、二流体ノズル 5 5 の腐食も防止することができる。

[0059] また、吹込み管 5 4 内の温度上昇を防止できるため、混合液供給管 5 1、空気供給管 5 7 A を構成する材料として金属材料を用いることができる。混合液供給管 5 1、空気供給管 5 7 A を構成する材料として、例えば、混合液供給管 5 1 には耐食金属例えばハステロイ C などのニッケル基耐熱・耐食合金、樹脂ライニング鋼管（低温度部）を例示できる。空気供給管 5 7 A には炭素鋼、ステンレス等を例示することができる。なお、混合液供給管 5 1、空気供給管 5 7 A を構成する材料として特に金属材料に限定されるものではない。また、混合液 1 7 は、混合液溶解タンク 4 7 から常温で煙道 1 8 内に

供給することができるため、混合液供給管 5 1、吹込み管 5 4 を構成する材料に安価な樹脂類あるいは樹脂ライニング配管を使用することができる。

[0060] また、本実施例に係る水銀除去システム 1 0 A においては、二流体ノズル 5 5 は、例えば数～数十本以下のノズルを煙道 1 8 に設けるようにしている。従来より、通常用いられている NH_3 グリッドは煙道 1 8 に例えば数百～数千本設けられていた。これに対し、二流体ノズル 5 5 は煙道 1 8 に数～数十本以下しか設けておらず、またフランジ部 6 3、6 5 にて固定しているため、ノズルの交換が容易な構造となっている。尚、図 4 では、二流体ノズル 5 5 は 2 つ設けられているが、本発明はこれに限定されるものでなく、煙道 1 8 内での設置面積に応じて適宜複数設けるようにしてもよい。

[0061] また、図 4 に示すように、吹込み管 5 4 は、煙道 1 8 の外側であって、吹込み管 5 4 の外周にフランジ部 6 3 を設け、フランジ部 6 3 は煙道 1 8 の開口部 6 4 の端部 6 4 a に設けられたフランジ部 6 5 と対応するように形成されている。吹込み管 5 4 のフランジ部 6 3 が煙道 1 8 に設けられているフランジ部 6 5 と連結されることで、吹込み管 5 4 を煙道 1 8 に取り付けられる。吹込み管 5 4 のフランジ部 6 3 と煙道 1 8 のフランジ部 6 5 とは、例えばフランジ部 6 3、フランジ部 6 5 の外周に複数の孔を設け、ボルトで固定するようにしてもよい。フランジ部 6 3 とフランジ部 6 5 とを着脱自在とすることで、吹込み管 5 4 を煙道 1 8 に容易に挿脱することができるため、吹込み管 5 4、煙道 1 8 内部のメンテナンスを容易に行うことができる。

[0062] また、混合液 1 7 の噴霧用に二流体ノズル 5 5 を用いているが、本発明はこれに限定されるものではなく、通常の液体噴霧用の噴射ノズルを用いてもよい。

図 6 は、通常の噴射ノズルを用いた吹込み管の部分拡大断面図である。図 6 に示すように、混合液 1 7 の液滴径を特に調整する必要がない場合には、混合液 1 7 を噴射ノズル 6 6 から噴射させ、噴射孔 5 3 から噴射される空気 5 2 と同伴して煙道 1 8 内に噴霧させるようにしてもよい。

[0063] また、混合液供給管 5 1、空気供給管 5 7 A は吹込み管 5 4 内に設け、混

合液 17 を二流体ノズル 55 から煙道 18 内に噴霧するようにしているが、本発明はこれに限定されるものではない。混合液供給管 51 内の混合液 17 が加熱されるのを防ぐことができれば、吹込み管 54 を用いずに混合液供給管 51、空気供給管 57A を二流体ノズル 55 と連結させ、混合液 17 を煙道 18 内に噴霧するようにしてもよい。

[0064] 二流体ノズルを用いた NH_4Cl 溶液の他の噴霧方法を図 7 に示す。図 7 に示すように、薬剤供給部 19B は、混合液供給管 51 を内管とし、空気供給管 57B を外管とした二重管構造とし、混合液供給管 51 及び空気供給管 57B を二流体ノズル 55 と連結させるようにする。

即ち、図 7 に示すように、薬剤供給部 19B は、 NH_4Cl 溶液 14 を煙道 18 内に供給する NH_4Cl 溶液供給管 46 と、煙道 18 内に NH_4Cl 溶液供給管 46 を囲うように挿入され、混合液 17 の噴霧用の空気 56 を煙道 18 内に供給する空気供給管 57B と、混合液供給管 51 及び空気供給管 57B の先端部に取り付けられ、混合液 17 及び空気 56 を噴射する二流体ノズル 55 とを有している。空気供給管 57B により混合液供給管 51 を囲うようにすることで、空気供給管 57B 内に供給される空気 56 により混合液供給管 51 内の混合液 17 が煙道 18 内の高温排ガス 12 により加熱されるのを防ぐことができると共に、混合液 17 を空気 56 と同伴させて煙道 18 内に噴霧させることができる。また、薬剤供給部 19B は、図 4～図 6 に示すような吹込み管 54 を設けていないため、煙道 18 内に混合液供給管 51、空気供給管 57B 及び二流体ノズル 55 の取り付けを簡略化することができる。更に、吹込み管 54 がいないため、混合液供給管 51、空気供給管 57B 及び二流体ノズル 55 の交換を容易に行なうことができる。

[0065] また、空気 56 は空気供給部 60 から供給され、空気 52 は空気供給部 61 から供給され、各々別々の供給源から空気を供給するようにしているが、本発明はこれに限定されるものではなく、同一の供給源から空気を供給するようにしてもよい。即ち、空気 52 は空気供給部 60 から供給される空気をを用いてもよい。また、空気 56 は空気供給部 61 から供給される空気をを用い

てもよい。

[0066] また、煙道 18 内の高温排ガス 12 の温度は、例えば 320℃以上 420℃以下であり、高温である。混合液供給管 51 は、吹込み管 54 内に設けられ、空気 52 が混合液 17 の冷却用として用いられている。このため、二流体ノズル 55 より噴射される直前まで混合液 17 は液体状態を維持し、二流体ノズル 55 から混合液 17 を液滴状で噴霧することで、高温排ガス 12 の高温雰囲気温度により噴霧した混合液 17 の液滴を気化させることができる。

[0067] また、噴霧された混合液 17 の液滴は、高温排ガス 12 の高温雰囲気温度により蒸発することで、混合液 17 に含まれる NH_4Cl 溶液 14 に起因する微細な NH_4Cl の固体粒子を一時生成し、下記式 (1) のように、 HCl ガスと NH_3 ガスとに分解し、昇華する。よって、二流体ノズル 55 から噴霧された混合液 17 の液滴から混合液 17 に含まれる NH_4Cl 溶液 14 が分解して、 HCl ガス、 NH_3 ガスを生じ、煙道 18 内に供給することができる。

$$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HCl} \cdots (1)$$

[0068] また、煙道 18 内の高温排ガス 12 の温度は、例えば 320℃以上 420℃以下が好ましく、320℃以上 380℃以下がより好ましく、350℃以上 380℃以下が更に好ましい。これは脱硝触媒上で NO_x の脱硝反応と、 Hg の酸化反応を同時に生じさせることができるためである。

[0069] また、煙道 18 内の高温排ガス 12 の NH_3 濃度、 HCl 濃度は、高温排ガス 12 の NO_x 濃度に対し、高温排ガス 12 の NO_x のモル数に対する NH_3 のモル数の比 (NH_3/NO_x モル比) が、要求脱硝性能に応じて 1 以下の値となるように設定する。

[0070] 高温排ガス 12 の NO_x 濃度にもよるが、 NH_3 濃度、 HCl 濃度が、数十～数百 ppm、好ましくは数十～200 ppm となるように混合液 17 を噴霧するようにすればよい。これは、 NH_3 と NO_x とはモル比 1 対 1 で反応するため、 NH_3 が過剰に供給されると、反応後に NH_3 の余剰分が残存する。この NH_3 から高温排ガス 12 中の成分から酸性の硫酸塩を生じ、煙道 18 内や

エアヒータ 22, 集塵機 23 等の腐食による破損や灰の付着に伴う閉塞を生じたり、破損した煙道 18 から高温排ガス 12 が漏洩するのを防止するためである。

なお、高温排ガス 12 の Hg 濃度は $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ 以上数十 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ 以下と、高温排ガス 12 中の HCl 濃度に対してモル比で $1/1000$ 以下とするのが好ましい。

[0071] また、二流体ノズル 55 の孔径は、 0.01mm 以上 10mm 以下とするのが好ましく、 0.1mm 以上 5mm 以下とするのがより好ましい。

[0072] また、二流体ノズル 55 から噴霧される混合液 17 の液滴径は、平均して 1nm 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の微細な液滴とするのが好ましい。平均して 1nm 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の微細な液滴を生成することで、噴霧された混合液 17 の液滴に含まれる NH_4Cl 溶液 14 から生じる NH_4Cl の固体粒子を高温排ガス 12 中に短い滞留時間で NH_3 ガス、HCl ガスに分解し、昇華させることができる。これにより、混合液 17 を予め加熱しておく必要がないため、煙道 18、二流体ノズル 55 の低級化、腐食を防止することができる。

[0073] よって、本実施例に係る水銀除去システム 10A によれば、 NH_4Cl 溶液 14、 NH_3 溶液 15 及び HCl 溶液 16 を混合した混合液 17 を煙道 18 内に供給しているため、一つの簡単な装置で NO_x の還元を行なうと共に、Hg の酸化を行なうことができる。

[0074] また、混合液 17 を形成する NH_4Cl 溶液 14、 NH_3 溶液 15 及び HCl 溶液 16 の各々の供給量を制御することで、高温排ガス 12 中の NO_x 又は Hg 濃度などガス性状に応じて混合液 17 中の NH_4Cl 溶液 14、 NH_3 溶液 15 及び HCl 溶液 16 の供給量を任意に調整することができ、 NO_x の脱硝性能を満足すると共に、Hg の酸化性能を維持することができる。

[0075] また、混合液 17 を噴霧させる手段として、二流体ノズル 55 を用いているので、二流体ノズル 55 より混合液 17 を噴霧することで、混合液 17 を形成する NH_4Cl 溶液 14、 NH_3 溶液 15 及び HCl 溶液 16 を高温排ガス 12 の高温雰囲気温度により HCl ガス、 NH_3 ガスとに分解し、煙道 18 内

に供給することができる。このため、従来より用いられている水銀除去システムにおける水銀塩素化剤供給装置に備えられている塩化水素気化器、噴霧グリッド、塩酸溶液タンク等を省略することができる。

[0076] また、混合液 17 中に含まれる NH_4Cl 溶液 14 を調整する際に用いた NH_4Cl 粉末 31 は中性塩であるため、取り扱いも容易であり、肥料に用いられるように安価で容易に入手することができる。また、 NH_4Cl 溶液 14 から NH_3 ガスを生成することができるため、 NH_3 ガスの使用量を減らすことができる。また、 HCl は危険物であるため、輸送費用、法規上の許認可費用、安全管理対策にかかる設備費用など取り扱いに費用がかかるが、 NH_4Cl 粉末 31 は取り扱いに要する費用を大幅に低減することができる。

[0077] また、混合液 17 中の NH_4Cl 溶液 14 は水に溶解し、全て NH_3 ガスと HCl ガスとに気化するため、 NH_4Cl 溶液 14 に起因する NH_4Cl の固体粒子が残ることはなく、煙道 18 や後流側に設けた脱硝触媒への NH_4Cl の固体粒子の堆積、脱硝触媒の劣化を防止することができる。

[0078] また、混合液 17 は高温排ガス 12 を熱源として用い、 NH_4Cl 溶液 14、 NH_3 溶液 15 及び HCl 溶液 16 を NH_3 ガスと HCl ガスとに気化させているため、混合液 17 を気化させるためにスチームなどのような新たな熱源となる昇華設備の設置を省略することができると共に、混合液 17 が高温排ガス 12 中で気化させるために必要な滞留時間を短くすることができる。

[0079] また、二流体ノズル 55 より混合液 17 を噴霧する流量は、高温排ガス量が例えば 1, 500, 000 $\text{m}^3\text{N}/\text{h}$ であるのに対し、数 t/h とわずかであるため、高温排ガス 12 のガス温度の低下を例えば数 $^{\circ}\text{C}$ 以下とほとんどなくすることができる。そのため、高温排ガス 12 中の SO_3 が凝縮するのを防ぐと共に、高温排ガス 12 中の灰が煙道 18 等に堆積し、付着するのを防止することができる。

[0080] また、 NH_4Cl の固体粉末を煙道内に供給している水銀除去システムのように、 NH_4Cl の固体を粉砕して噴霧するのに比べ、本実施例に係る水銀除去システム 10A では、混合液 17 に含まれる NH_4Cl 溶液 14 のような液

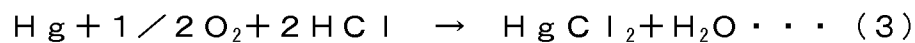
体の場合、 NH_4Cl 溶液 14 の液体粒子を容易に微細化できると共に、噴霧した微細な液滴径以下の固体粒子を生成することができるため、 NH_4Cl 溶液 14 の分解に要する時間を大幅に短縮することができる。

[0081] また、 NH_4Cl 粉末 31 を NH_4Cl 溶液 14 として用いているため、従来のように微細に粉碎することなく、ペレット状のまま保管し、必要に応じて用いることができる。

[0082] また、 NH_4Cl 溶液 14 の濃度に基づいて NH_4Cl 粉末 31、水 39 の各々の供給量を調整することができるため、高温排ガス 12 の NO_x 、 Hg の濃度に応じて NH_4Cl 溶液 14 の濃度を調整することができる。

[0083] また、 NH_4Cl 溶液 14、 NH_3 溶液 15、 HCl 溶液 16 の液滴から生じた HCl ガス、 NH_3 ガスは、図 1 に示すように、高温排ガス 12 に同伴して還元脱硝装置 20 に送給される。 NH_4Cl が分解して生じた NH_3 ガスは、還元脱硝装置 20 で NO_x の還元脱硝用に用い、 HCl ガスは Hg の酸化用に用いて NO_x 及び Hg を高温排ガス 12 から除去するようにしている。

還元脱硝装置 20 には脱硝触媒が充填されている。脱硝触媒上で NH_3 は下記式 (2) のように NO_x を還元脱硝し、 HCl は下記式 (3) のように Hg を水銀酸化する。



[0084] また、本実施例に係る水銀除去システム 10A においては、混合液 17 として NH_4Cl 溶液 14、 NH_3 溶液 15、 HCl 溶液 16 を混合させるようにしているが、本発明はこれに限定されるものではない。 NH_4Cl は NH_3 ガス、 HCl ガスに分解され、還元剤、水銀塩素化剤を生成するため、 NH_4Cl 溶液 14 のみを煙道 18 内に噴霧するようにしてもよい。また、 NH_3 溶液 15 と HCl 溶液 16 とを任意の割合で混合し、混合液として煙道 18 内に噴霧するようにしてもよい。

[0085] また、本実施例に係る水銀除去システム 10A においては、薬剤供給部 19A は、混合液 17 として NH_4Cl を含む NH_4Cl 溶液 14、 NH_3 溶液 15

、 HCl 溶液 16 を用いているが、本発明は、これに限定されるものではない。例えば、本実施例では、還元酸化助剤として、 NH_4Cl を用いているが、 NH_4Cl 以外の臭化アンモニウム (NH_4Br)、ヨウ化アンモニウム (NH_4I) などのハロゲン化アンモニウムを還元酸化助剤として用い、水に溶解した溶液を用いてもよい。

[0086] また、還元剤として、 NH_3 を用いているが、尿素 ($(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}=\text{O}$) など還元作用を有するものを還元剤として用い、水に溶解した溶液を用いてもよい。また、例えば、 NH_4Cl 溶液 14 を調整する際、 NH_4Cl 粉末 31 の他に、尿素 ($(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}=\text{O}$) を混合して水 39 に溶解させ、 NH_4Cl 粉末 31 と尿素とを混合した水溶液を用いてもよい。ボイラ設備においては、窒素酸化物濃度変動があるため、そのような場合には、 NH_4Cl と共に尿素を添加して NH_3 の供給量を増大させるようにしてもよい。

[0087] また、水銀塩素化剤として、 HCl を用いているが、 HCl 以外の臭化水素 (HBr)、ヨウ化水素 (HI) などのハロゲン化水素を水銀塩素化剤として用い、水に溶解した溶液を用いてもよい。

[0088] また、 NH_4Cl 溶液 14 を、 NH_3 溶液 15、 HCl 溶液 16 の他に、還元酸化助剤を溶解させた溶液、還元剤を溶解させた溶液、水銀塩素化剤を溶解させた溶液の何れか一方または両方を更に、複数混合させるようにしてもよい。

[0089] また、図 1 に示すように、高温排ガス 12 は、還元脱硝装置 20 において高温排ガス 12 中の NO_x の還元と Hg の酸化がされた後、エアヒータ 22、集塵器 23 を通過して湿式脱硫装置 25 に送給される。また、エアヒータ 22 と集塵器 23 との間には熱回収器を設けるようにしてもよい。高温排ガス 12 中の HgCl は、湿式脱硫装置 25 においてアルカリ吸収液として用いられる石灰石膏スラリー 24 中に吸収され、高温排ガス 12 から分離し、除去され、高温排ガス 12 は浄化される。浄化された高温排ガスは、浄化ガス 67 として煙突 68 から排出される。また、アルカリ吸収液として石灰石膏スラリー 24 を用いているが、高温排ガス 12 中の HgCl を吸収できる

ものであれば他の溶液もアルカリ吸収液として用いることができる。

[0090] また、二流体ノズル 55 の下流側であって、還元脱硝装置 20 の上流側に、 NH_3 ガスと HCl ガスとを混合する混合器を設けるようにしてもよい。混合器としては、例えば、スタティックミキサー等を用いることができる。二流体ノズル 55 より噴霧された NH_4Cl 溶液 14 が気化して生じた NH_3 ガス及び HCl ガスの分散度合いが不十分な場合には、還元脱硝装置 20 の上流側に設けた前記混合器により高温排ガス 12 中の NH_3 ガス及び HCl ガスの分散度合いの均一化を図ることができる。

[0091] また、二流体ノズル 55 の下流側には、二流体ノズル 55 より噴霧される混合液 17 の流量を計測する流量計 71 を設けるようにしてもよい。これにより、二流体ノズル 55 より噴霧される混合液 17 の流量を測定するようにする。また、煙道 18 内の高温排ガス 12 の流速を測定することもできる。

[0092] また、還元脱硝装置 20 の入口側および出口側には、 NO_x 濃度計 72-1、72-2 が設けられている。 NO_x 濃度計 72-1、72-2 で測定された高温排ガス 12 中の NO_x 濃度の値から還元脱硝装置 20 における NO_x の還元割合を確認することができる。よって、 NO_x 濃度計 72-1、72-2 で測定された高温排ガス 12 中の NO_x 濃度の値から NH_4Cl 溶液 14 の濃度、供給流量を制御することで、二流体ノズル 55 から噴霧される NH_4Cl 溶液 14 の濃度、供給流量を各々調整し、所定の脱硝性能を満足するようにすることができる。

[0093] また、高温排ガス 12 の煙道 18 内に供給される NH_3 、 HCl 濃度は、高温排ガス 12 の NO_x 濃度に対し、高温排ガス 12 の NO_x のモル数に対する NH_3 のモル数の比 (NH_3/NO_x モル比) が、要求脱硝性能に応じて 1 以下の値となるように設定する。

[0094] NH_3 添加量は、 NO_x が数十～数百 ppm、好ましくは数十～200 ppm となるように、 NH_4Cl 溶液 14 から解離される NH_3 ガスを煙道 18 内に噴霧し、 NH_3 ガス 81 による NH_3 を煙道 18 内に噴射するようにすればよい。これは、 NH_3 と NO_x とはモル比 1 対 1 で反応するため、 NH_3 が過剰に供

給されると、反応後に NH_3 の余剰分が残存する。この NH_3 から高温排ガス 12 中の成分から酸性の硫酸塩を生じ、煙道 18 内やエアヒータ 22、集塵機 23 等の腐食による破損や灰の付着に伴う閉塞を生じたり、破損した煙道 18 から高温排ガス 12 が漏洩するのを防止するためである。

なお、高温排ガス 12 の Hg 濃度は $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ 以上数十 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ 以下と、高温排ガス 12 中の HCl 濃度に対してモル比で $1/1000$ 以下とするのが好ましい。

[0095] また、還元脱硝装置 20 から排出される処理ガス中の水銀 (Hg) 含有量を測定する水銀 (Hg) 濃度計 73 と、集塵器 23 から排出され、湿式脱硫装置 25 に供給される高温排ガス 12 中の HCl 含有量を測定する塩化水素 (HCl) 濃度計 74 と、が設けられている。尚、 Hg 濃度計 73 は湿式脱硫装置 25 の後流側に設け、湿式脱硫装置 25 から排出される処理ガス中の水銀 (Hg) 含有量を測定するようにしてもよい。

[0096] Hg 濃度計 73 及び HCl 濃度計 74 で測定された高温排ガス 12 中の HCl 濃度、 Hg 濃度の値から還元脱硝装置 20 における Hg の酸化割合を確認することができる。 Hg 濃度計 73、 HCl 濃度計 74 で測定された高温排ガス 12 中の Hg 濃度の値から二流体ノズル 55 から噴霧される NH_4Cl 溶液 14 の供給流量を調整し、所定の脱硝性能を満足すると共に、 Hg の酸化性能を維持するようにしている。

[0097] また、 NH_4Cl 溶液 14 の添加量と、 HCl 溶液 16 の供給流量の制御は、 NH_4Cl 溶液 14 から解離して生じる HCl ガスと、 HCl 溶液 16 が気化して生じる HCl ガスとを併せて、還元脱硝装置 20 の出口での水銀酸化率($\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}^{\text{T}}$)が95%以上、又は金属水銀濃度(Hg^0)を $1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 以下となるようにする。なお、 Hg^{T} とは、全水銀濃度をいい、下記式(4)のように金属水銀濃度(Hg^0)と酸化水銀濃度(Hg^{2+})との和で表される。

$$\text{Hg}^{\text{T}} = \text{Hg}^0 + \text{Hg}^{2+} \cdots (4)$$

[0098] また、ボイラ 11 で使用される石炭の石炭性状から高温排ガス 12 中に含まれる NO_x 、 Hg 、 HCl の各々の含有量を求め、 NH_4Cl 溶液 14、 N

H₃溶液 15、HCl 溶液 16 の各々の供給量を決定するようにしてもよい。即ち、ボイラ 11 で石炭性状が燃焼することで高温排ガス 12 中に含まれる NO_x、Hg、HCl の各々の含有量が求められる。そして、ボイラ 11 で石炭の燃焼を最大にすることで、NO_x、Hg、HCl が高温排ガス 12 に含まれる最大量をボイラ 11 の燃焼量から求めることができる。よって、ボイラ 11 で使用される石炭の石炭性状から高温排ガス 12 中に含まれる NO_x、Hg、HCl の各々の含有量を求め、NH₄Cl 溶液 14、NH₃溶液 15、HCl 溶液 16 の各々の供給量を決定することができる。

[0099] よって、本実施例に係る水銀除去システム 10A は、ボイラ 11 等の燃焼設備から排出される高温排ガス 12 中の NO_x 及び Hg の濃度のバランスに応じて、煙道 18 中に NH₄Cl 溶液 14、NH₃溶液 15、HCl 溶液 16 を供給し、HCl 又は NH₃の必要量を調整して供給することができる。

[0100] <供給量の制御方法>

演算装置 42 は、NO_x 濃度計 72-1、72-2、Hg 濃度計 73 により測定された高温排ガス 12 中の NO_x 濃度、Hg 濃度の分析結果に基づいて必要な NH₃、HCl の量を求める。演算装置 42 は、求められた NH₃、HCl の濃度から NH₄Cl 溶液 14、NH₃溶液 15、HCl 溶液 16 の供給量を決定する。演算装置 42 は、調整弁 V2~V4 の開閉を制御することで、NH₄Cl 溶液 14、NH₃溶液 15、HCl 溶液 16 の各々の供給量を調整する。また、演算装置 42 は、流量計 71 により測定された混合液 17 の流量に基づいて混合液 17 の流量、流速を算出し、調整弁 V5 の開閉を制御することで、混合液 17 の供給量を調整する。

[0101] また、Hg 濃度計 73 により、水銀酸化率 (Hg²⁺/Hg^I) が 0.95 よりも小さい場合、又は金属水銀濃度 (Hg⁰) が 1 μg/Nm³ よりも大きい場合には、HCl 添加量を増加させる。HCl 添加量は、例えば HCl 溶液 16 の供給量を増加させることにより行なうことができる。

[0102] また、NO_x 濃度計 72-2 により、還元脱硝装置 20 の出口側の高温排ガス 12 中の NO_x 濃度、NH₃濃度を測定し、測定された高温排ガス 12 中

の NH_3 濃度が1 ppmよりも大きい場合には、 NH_3 添加量を減少させる。また、 NO_x 濃度計72-2で測定された高温排ガス12中の NO_x 濃度が1 ppmよりも小さい場合には、 NH_3 添加量を増加させる。但し、 NH_3 濃度は、高温排ガス12の入口側の NO_x モル流速（モル／H）に対して、高温排ガス12の NO_x のモル数に対する NH_3 のモル数の比（ NH_3/NO_x モル比）が、要求脱硝性能に応じて1以下の値となるように設定する。また、 NH_3 添加量は、例えば NH_3 溶液15の供給量を増減させることにより行なうことができる。

- [0103] このように、本実施例に係る水銀除去システム10Aによれば、 NH_4Cl 溶液14、 NH_3 溶液15、 HCl 溶液16を混合した混合液17を混合液溶解タンク47から二流体ノズル55でボイラ11の煙道18内に噴霧することで、 NH_4Cl 溶液14、 NH_3 溶液15、 HCl 溶液16が気化し、 HCl ガス、 NH_3 ガスとなり、脱硝触媒上で高温排ガス12中のHgを酸化すると共に、 NO_x を還元することができる。また、混合液17中の NH_4Cl 溶液14、 NH_3 溶液15、 HCl 溶液16の供給量を調整することで、高温排ガス12のガス性状に応じて還元剤、水銀塩素化剤を適性量として任意に供給することができる。

実施例 2

- [0104] 本発明による実施例2に係る水銀除去システムについて、図面を参照して説明する。

本発明の実施例2に係る水銀除去システムは、実施例1に係る水銀除去システムの構成と同様であるため、本実施例では、水銀除去システムの構成の一部のみを示す図を用いて説明する。

図8は、本発明の実施例2に係る水銀除去システムの一部の構成を示す図である。なお、実施例1に係る水銀除去システムの構成と重複する部材については、同一符号を付してその説明は省略する。

図8に示すように、本実施例に係る水銀除去システム10Bは、図1、2に示す本発明の実施例1に係る水銀除去システム10Aの NH_4Cl 溶解タンク

ク 3 7、 NH_3 溶解タンク 4 3、 HCl 溶解タンク 4 4の各々に溶液中の NH_4Cl 、 NH_3 、 HCl の濃度を測定する濃度計 4 1-1～4 1-3を設けている。

[0105] 濃度計 4 1-1は NH_4Cl 溶液 1 4の NH_4Cl の濃度を測定し、濃度計 4 1-2は NH_3 溶液 1 5の NH_3 の濃度を測定し、濃度計 4 1-3は HCl 溶液 1 6の HCl の濃度を測定し、 NH_4Cl 溶液 1 4、 NH_3 溶液 1 5、 HCl 溶液 1 6の各々の濃度の測定結果を演算装置 4 2に送信する。演算装置 4 2は、濃度計 4 1-1～4 1-3により測定された NH_4Cl 溶液 1 4、 NH_3 溶液 1 5、 HCl 溶液 1 6の各々の NH_4Cl 、 NH_3 、 HCl の濃度の値に基づいて混合液溶解タンク 4 7に送給する NH_4Cl 溶液 1 4、 NH_3 溶液 1 5、 HCl 溶液 1 6の各々の供給速度を求める。

[0106] 演算装置 4 2は、演算装置 4 2で算出された NH_4Cl 溶液 1 4、 NH_3 溶液 1 5、 HCl 溶液 1 6の各々の供給速度を調整弁 V 2～V 5に伝達し、調整弁 V 2～V 5の開閉具合を調整することで、 NH_4Cl 溶液供給管 4 6を流入する NH_4Cl 溶液 1 4の流量、 NH_3 溶液供給管 4 8を流入する NH_3 溶液 1 5の流量、 HCl 溶液供給管 4 9を流入する HCl 溶液 1 6の流量を調整することができる。

[0107] よって、 NH_4Cl 溶液 1 4、 NH_3 溶液 1 5、 HCl 溶液 1 6の各々の NH_4Cl 、 NH_3 、 HCl の濃度に応じて NH_4Cl 溶液 1 4、 NH_3 溶液 1 5、 HCl 溶液 1 6の各々の供給量を調整することで、 NH_4Cl 、 NH_3 、 HCl を適正な濃度とした混合液 1 7を生成し、煙道 1 8内に供給することができる。

実施例 3

[0108] 本発明による実施例 3に係る水銀除去システムについて、図面を参照して説明する。

図 9 は、本発明の実施例 3に係る水銀除去システムを示す概略図であり、図 10 は、水銀除去システムの構成の一部の構成を示す図である。なお、実施例 1、2に係る水銀除去システムの構成と重複する部材については、同一符号を付してその説明は省略する。

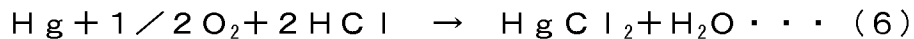
[0109] 図9、10に示すように、本実施例に係る水銀除去システム10Cは、図1、2に示す本発明の実施例1に係る水銀除去システム10Aにおいて供給していた液体状の NH_4Cl 、 NH_3 、 HCl をガス状で供給するものである。

即ち、図9、10に示すように、本実施例に係る水銀除去システム10Cは、ボイラ11からの高温排ガス12中に含まれる NO_x 、 Hg を除去する水銀除去システムであって、還元剤として NH_3 ガス81と、水銀塩素化剤として HCl ガス82とをガス状同士で混合し、混合した混合ガス83をボイラ11の煙道18内に供給させる薬剤供給部19Cと、高温排ガス12中の NO_x を NH_3 で還元すると共に、 HCl 共存下で Hg を酸化する脱硝触媒を有する還元脱硝装置20と、脱硝された高温排ガス12を熱交換するエアヒータ(APH)22と、脱硝された高温排ガス12中の煤塵を除去する集塵器23と、還元脱硝装置20において酸化された Hg をアルカリ吸収液として石灰石膏スラリー24を用いて除去する湿式脱硫装置25と、を有するものである。

[0110] また、薬剤供給部19Cは、還元剤として用いられるガス状物質として NH_3 ガス81を供給する NH_3 ガス供給部84と、水銀塩素化剤として用いられるガス状物質として HCl ガス82を供給する HCl ガス供給部85と、 NH_3 ガス供給部84より NH_3 ガス81を煙道18に送給する NH_3 ガス供給管86と、 HCl ガス供給部85と NH_3 ガス供給管86とを連結する HCl ガス供給管87と、を有している。

[0111] また、 NH_3 ガス供給管86には NH_3 ガス81の流量を測定する流量計88-1が設けられ、 HCl ガス供給管87には HCl ガス82の流量を測定する流量計88-2が設けている。 NH_3 ガス81、 HCl ガス82は、各々流量計88-1、88-2により測定され、調整弁V11、V12により各々の流量が調整される。また、 NH_3 ガス供給管86の NH_3 ガス81と HCl ガス82とが混合される後流側には、混合ガス83の流量を測定する流量計88-3が設けられている。混合ガス83は流量計88-3により測定され、調整弁V13により煙道18内に供給される流量が調整される。

[0112] 薬剤供給部 19C では、NH₃ガス 81 と HCl ガス 82 とを煙道 18 に送給する前に混合させ、混合ガス 83 として煙道 18 内に噴射ノズル 89 より噴射している。混合ガス 83 中の NH₃ガス 81 と HCl ガス 82 は、高温排ガス 12 に同伴して還元脱硝装置 20 に送給される。上述のように、還元脱硝装置 20 の脱硝触媒上で NH₃ガスは下記式 (5) のように NO_x を還元脱硝し、HCl ガスは下記式 (6) のように Hg を水銀酸化する。



[0113] よって、本実施例に係る水銀除去システム 10C によれば、NH₃ガス 81 と HCl ガス 82 とを含む混合ガス 83 をボイラ 11 の煙道 18 内に噴射ノズル 89 より噴射しているため、高温排ガス 12 のガス性状に応じて NH₃ガス 81、HCl ガス 82 を適性量として噴射ノズル 89 から煙道 18 内に供給することができる。

[0114] また、NH₃ガス 81 と HCl ガス 82 とは、NH₃ガス供給部 84、HCl ガス供給部 85 から別々に供給し、混合している。このため、ボイラ 11 等の燃焼設備から排出される高温排ガス 12 中の NO_x 及び Hg の濃度のバランスに応じて、混合ガス 83 成分である NH₃ガス 81、HCl ガス 82 の供給比率を調整することで、NH₃ガス 81、HCl ガス 82 の供給量を予め任意に調整し、HCl 又は NH₃の必要量を調整して煙道 18 に送給することができる。

[0115] また、混合ガス 83 はガス状物質であるため、煙道 18 内に比較的均一に噴射することができるため、煙道 18 内における NH₃ガス及び HCl ガスの濃度分布のばらつきを低減することができる。これは、図 1、2、8 に示すような本発明の実施例 1、2 に係る水銀除去システム 10A、10B のように、NH₄Cl 溶液 14、NH₃溶液 15、HCl 溶液 16 などの液状物質を煙道 18 内に噴霧し、煙道 18 内の構造物に衝突すると、熱衝撃により構造物の熱歪みを生じ、破損する恐れがある。NH₄Cl 溶液 14、NH₃溶液 15、HCl 溶液 16 の液滴が蒸発する前に構造物に衝突しないように二流体ノズ

ル55のように噴霧ノズルを設置すると、煙道18の内壁面近傍には NH_4Cl 溶液14、 NH_3 溶液15、 HCl 溶液16から生じる NH_3 ガス、 HCl ガスが低濃度となる領域が発生するためである。

[0116] これに対し、本実施例に係る水銀除去システム10Cでは、ガス状物質として混合ガス83をボイラ11の煙道18内に噴射しているため、煙道18内に NH_3 ガス、 HCl ガスを比較的均一に噴射でき、煙道18内で NH_3 ガス81、 HCl ガス82が低濃度となる領域を解消し、還元剤である NH_3 ガス81及び水銀塩素化剤である HCl ガス82の濃度分布のばらつきを低減することができる。

[0117] また、噴射ノズル89は煙道18内に設けられ、 NH_3 ガス供給管86の一部は、煙道18内に挿入されているため、混合ガス83を加温することができ、混合ガス83中の NH_3 ガス81、 HCl ガス82のガス状態を維持することができる。

[0118] 噴射ノズル89の温度と、煙道18内に挿入されている NH_3 ガス供給管86の温度とは、例えば 270°C 以上であるのが好ましく、 350°C 以上であるのがより好ましい。これは、噴射ノズル89の先端や NH_3 ガス供給管86内などに NH_4Cl が析出するのを防止するためである。また、噴射ノズル89の温度、 NH_3 ガス供給管86の配管温度が、 350°C 以上であれば、 NH_3 ガス81と HCl ガス82を確実にガス化させることができるためである。

[0119] また、混合ガス83中の NH_3 ガス81と HCl ガス82とのガス状態を確実に維持するため、 NH_3 ガス供給管86には、混合ガス83を加温するための加熱器を設けるようにしてもよい。

[0120] また、本実施例に係る水銀除去システム10Cにおいては、ガス状物質として NH_3 ガス81と HCl ガス82とを用いているが、本発明は、これに限定されるものではない。例えば、水銀塩素化剤として、 HCl ガス82に代えて臭化水素(HBr)、ヨウ化水素(HI)など他のハロゲン化水素からなるガスを用いてもよい。

また、還元剤として、 NH_3 ガス81を用いているが、本発明は、これに限

定されるものではなく、 NO_x を還元できるガス状物質であれば用いることができる。

[0121] また、図9に示すように、高温排ガス12は、還元脱硝装置20において高温排ガス12中の NO_x の還元と Hg の酸化がされた後、エアヒータ22、集塵器23を通過して湿式脱硫装置25に送給される。また、エアヒータ22と集塵器23の間には熱回収器を設けるようにしてもよい。高温排ガス12中の HgCl は、湿式脱硫装置25においてアルカリ吸収液として用いられる石灰石膏スラリー24中に吸収され、高温排ガス12から分離し、除去され、高温排ガス12は浄化される。浄化された高温排ガスは、浄化ガス67として煙突68から排出される。

[0122] このように、本実施例に係る水銀除去システム10Cによれば、 NH_3 ガス81と HCl ガス82とを含む混合ガス83をボイラ11の煙道18内に供給することで、 HCl ガス82で脱硝触媒上で高温排ガス12中の Hg を酸化すると共に、 NH_3 ガス81で NO_x を還元することができる。また、混合ガス83中の NH_3 ガス81、 HCl ガス82の割合を調整することで、高温排ガス12のガス性状に応じて NH_3 ガス81、 HCl ガス82を適性量で任意に供給することができる。更に、混合ガス83を煙道18内に比較的に均一に供給することができるため、還元剤及び水銀塩素化剤の濃度分布のばらつきを低減することができる。

産業上の利用可能性

[0123] 以上のように、本発明に係る水銀除去システム及び水銀含有高温排ガスの水銀除去方法は、高温排ガスのガス性状に応じて還元剤、水銀塩素化剤を任意の割合として同時に高温排ガスに供給することができるので、ボイラから排出される排ガス処理用の水銀除去システムに用いるのに適している。

符号の説明

[0124] 10A～10C 水銀除去システム

11 ボイラ

12 高温排ガス

- 14 塩化アンモニウム (NH_4Cl) 溶液
- 15 アンモニウム (NH_3) 溶液
- 16 塩化水素 (HCl) 溶液
- 17 混合液
- 18 煙道
- 19A～19C 薬剤供給部
- 20 還元脱硝装置
- 22 エアヒータ (APH)
- 23 集塵器
- 24 石灰石膏スラリー
- 25 湿式脱硫装置
- 31 塩化アンモニウム (NH_4Cl) 粉末
- 32 サイロ
- 33 ブロワ
- 34 空気
- 35 フィーダ
- 36 NH_4Cl 粉末送給通路
- 37 NH_4Cl 溶解タンク
- 38 水供給タンク
- 39 水
- 40-1～40-4 攪拌器
- 41、41-1～41-3 濃度計
- 42 演算装置
- 43 NH_3 溶解タンク
- 44 HCl 溶解タンク
- 45-1～45-6 ポンプ
- 46 NH_4Cl 溶液供給管
- 47 混合液溶解タンク

- 48 NH_3 溶液供給管
- 49 HCl 溶液供給管
- 50-1~50-6、88-1、88-2 流量計
- 51 混合液供給管
- 52、56 空気
- 53 噴射孔
- 54 吹込み管
- 55 二流体ノズル
- 57、58 空気供給管
- 59 フィードポンプ
- 60、61 空気供給部
- 62 隙間
- 63、65 フランジ部
- 64 開口部
- 66、89 噴射ノズル
- 67 浄化ガス
- 68 煙突
- 71 流量計
- 72-1、72-2 窒素酸化物 (NO_x) 濃度計
- 73 水銀 (Hg) 濃度計
- 74 塩化水素 (HCl) 濃度計
- 81 NH_3 ガス
- 82 HCl ガス
- 83 混合ガス
- 84 NH_3 ガス供給部
- 85 HCl ガス供給部
- 86 NH_3 ガス供給管
- 87 HCl ガス供給管

V 1 ~ V 7、V 1 1 ~ V 1 3 調整弁

請求の範囲

- [請求項1] ボイラからの高温排ガス中に含まれる窒素酸化物、水銀を除去する水銀除去システムであって、
- 脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる窒素酸化物を還元する還元剤、塩化水素共存下で水銀を酸化する水銀塩素化剤、脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる窒素酸化物を還元すると共に、塩化水素共存下で水銀を酸化する還元酸化助剤の何れか二つ以上を液状同士又はガス状同士で混合し、前記ボイラの煙道内に供給させる薬剤供給部と、
- 前記高温排ガス中の窒素酸化物をアンモニアで還元すると共に、塩化水素共存下で水銀を酸化する脱硝触媒を有する還元脱硝装置と、
- 該還元脱硝装置において酸化された水銀をアルカリ吸収液を用いて除去する湿式脱硫装置と、
- を有してなることを特徴とする水銀除去システム。
- [請求項2] 請求項 1 において、
- 前記還元剤、前記水銀塩素化剤及び前記還元酸化助剤が、液状物質であり、
- 前記薬剤供給部より前記液状物質を少なくとも二つ以上混合した混合液を液体状で噴霧させることを特徴とする水銀除去システム。
- [請求項3] 請求項 2 において、
- 前記還元酸化助剤がハロゲン化アンモニウムであることを特徴とする水銀除去システム。
- [請求項4] 請求項 2 又は 3 において、
- 前記還元剤がアンモニア、又は尿素であることを特徴とする水銀除去システム。
- [請求項5] 請求項 2 乃至 4 の何れか一つにおいて、
- 前記水銀塩素化剤がハロゲン化水素であることを特徴とする水銀除去システム。
- [請求項6] 請求項 2 乃至 5 の何れか一つにおいて、

前記薬剤供給部が、
前記液状物質を液体状で前記煙道内に供給する薬剤供給管と、
前記煙道内に前記薬剤供給管を囲うように挿入され、内部に供給された空気を前記煙道内に噴射させる噴射孔を有する吹き込み管と、
前記薬剤供給管の先端部に取り付けられ、前記液状物質を噴射する噴射ノズルとを有し、
前記液状物質を前記空気と同伴させて前記煙道内に噴霧させることを特徴とする水銀除去システム。

[請求項7]

請求項6において、
前記噴射ノズルが、前記液状物質と、前記液状物質の噴霧用の空気とを噴射させる二流体ノズルであることを特徴とする水銀除去システム。

[請求項8]

請求項2乃至5の何れか一つにおいて、
前記薬剤供給部が、
前記還元酸化助剤を液体状で前記煙道内に供給する還元酸化助剤供給管と、
前記煙道内に前記還元酸化助剤供給管を囲うように挿入され、前記還元酸化助剤の噴霧用の空気を前記煙道内に供給する空気供給管と、
前記還元酸化助剤供給管及び前記空気供給管の先端部に取り付けられ、前記還元酸化助剤及び前記空気を噴射する二流体ノズルとを有し、
前記還元酸化助剤を前記空気と同伴させて前記煙道内に噴霧させることを特徴とする水銀除去システム。

[請求項9]

請求項1において、
前記還元剤及び前記水銀塩素化剤が、ガス状物質であり、
前記薬剤供給部より前記ガス状物質を少なくとも2以上混合した混合ガスを噴射させることを特徴とする水銀除去システム。

[請求項10]

請求項9において、

前記還元剤がアンモニアであることを特徴とする水銀除去システム。
。

[請求項11] 請求項9又は10において、
前記水銀塩素化剤が、ハロゲン化水素であることを特徴とする水銀除去システム。

[請求項12] 請求項1乃至11の何れか一つにおいて、
前記高温排ガスの温度が、320℃以上420℃以下であることを特徴とする水銀除去システム。

[請求項13] 請求項1乃至12の何れか一つにおいて、
前記還元脱硝装置の上流側と下流側に、前記高温排ガス中の窒素酸化物の濃度を測定する窒素酸化物濃度測定計を有することを特徴とする水銀除去システム。

[請求項14] 請求項1乃至13の何れか一つにおいて、
前記薬剤供給部と前記還元脱硝装置との間に設けられ、前記煙道内にアンモニアを供給するアンモニア供給部を有することを特徴とする水銀除去システム。

[請求項15] 請求項1乃至14の何れか一つにおいて、
前記薬剤供給部と前記還元脱硝装置との間に設けられ、前記煙道内に塩化水素を供給する塩化水素供給部を有することを特徴とする水銀除去システム。

[請求項16] ボイラからの高温排ガス中に含まれる窒素酸化物、水銀を除去する水銀含有高温排ガスの水銀除去方法であって、

脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる窒素酸化物を還元する還元剤、塩化水素共存下で水銀を酸化する水銀塩素化剤、脱硝触媒で高温排ガス中に含まれる窒素酸化物を還元すると共に、塩化水素共存下で水銀を酸化する還元酸化助剤の何れか二つ以上を液状同士又はガス状同士で混合し、前記ボイラの煙道内に供給する薬剤供給工程と、

前記脱硝触媒で前記高温排ガス中の窒素酸化物をアンモニアで還元

すると共に、塩化水素共存下で水銀を酸化する還元脱硝処理工程と、
該還元脱硝処理工程において酸化された水銀をアルカリ吸収液を用いて除去する湿式脱硫工程と、
を含むことを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

[請求項17]

請求項 16 において、

前記還元剤、前記水銀塩素化剤及び前記還元酸化助剤が、液状物質であり、

前記薬剤供給工程より前記液状物質を少なくとも 2 以上混合した混合液を液体状で噴霧することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

[請求項18]

請求項 17 において、

前記還元酸化助剤がハロゲン化アンモニウムであることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

[請求項19]

請求項 17 又は 18 において、

前記還元剤がアンモニア、又は尿素であることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

[請求項20]

請求項 17 乃至 19 の何れか一つにおいて、

前記水銀塩素化剤がハロゲン化水素であることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

[請求項21]

請求項 17 乃至 20 の何れか一つにおいて、

前記薬剤供給工程が、前記液状物質を二流体ノズルを用いて噴霧することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

[請求項22]

請求項 17 乃至 21 の何れか一つにおいて、

前記還元脱硝処理工程の前工程側と後工程側に、前記高温排ガス中の窒素酸化物の濃度を測定する窒素酸化物濃度測定工程と、

前記還元脱硝処理工程の後工程側に、前記高温排ガス中の水銀の濃度を測定する水銀濃度測定工程とを含み、

前記窒素酸化物濃度測定工程により得られた前記高温排ガス中の窒

素酸化物の濃度と、前記水銀濃度測定工程により得られた前記高温排ガス中の水銀の濃度との何れか一方又は両方に基づいて、前記混合液に含まれる前記液状物質の各々の濃度を調整することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

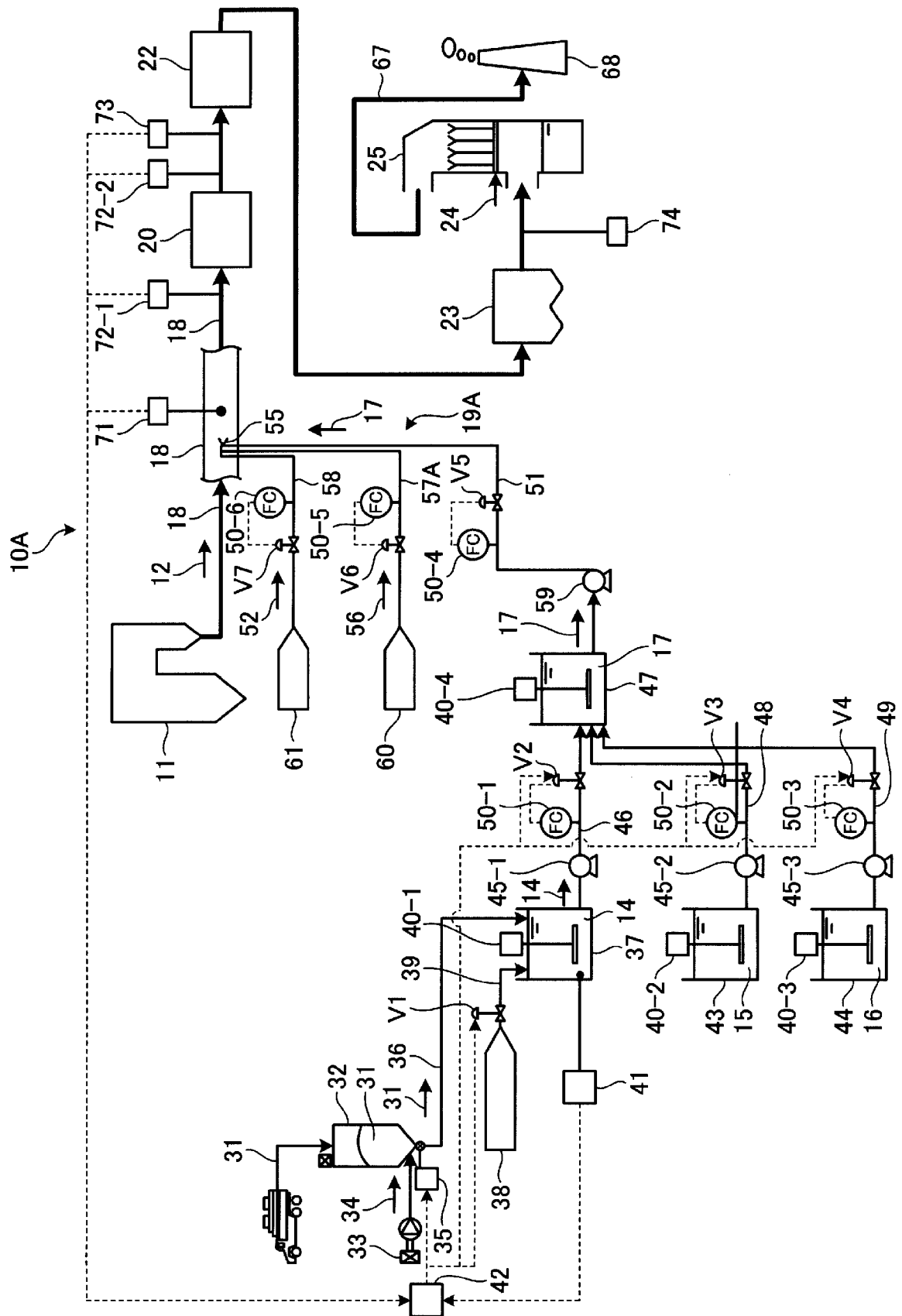
[請求項23] 請求項 17乃至22の何れか一つにおいて、
前記混合液に含まれる前記液状物質の各々の濃度を測定し、
前記液状物質の各々の濃度に基づいて、前記液状物質の各々の供給量を調整することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

[請求項24] 請求項 17において、
前記還元剤及び水銀塩素化剤が、ガス状物質であり、
前記薬剤供給工程より前記ガス状物質を少なくとも2以上混合した混合ガスを噴霧することを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

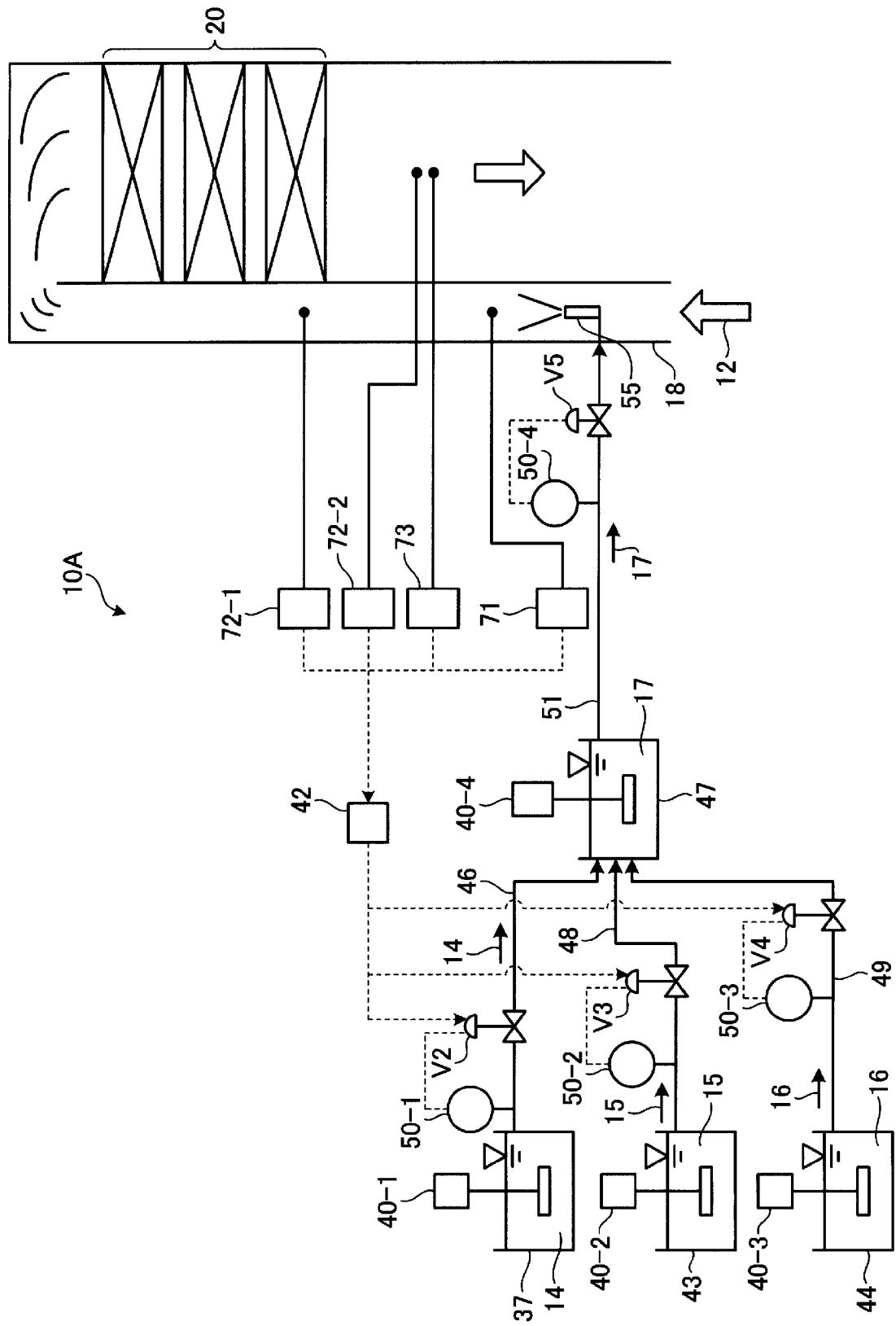
[請求項25] 請求項 24において、
前記ガス状物質が、前記還元剤としてアンモニアを用いることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

[請求項26] 請求項 24又は25において、
前記水銀塩素化剤としてハロゲン化水素を用いることを特徴とする水銀含有高温排ガスの水銀除去方法。

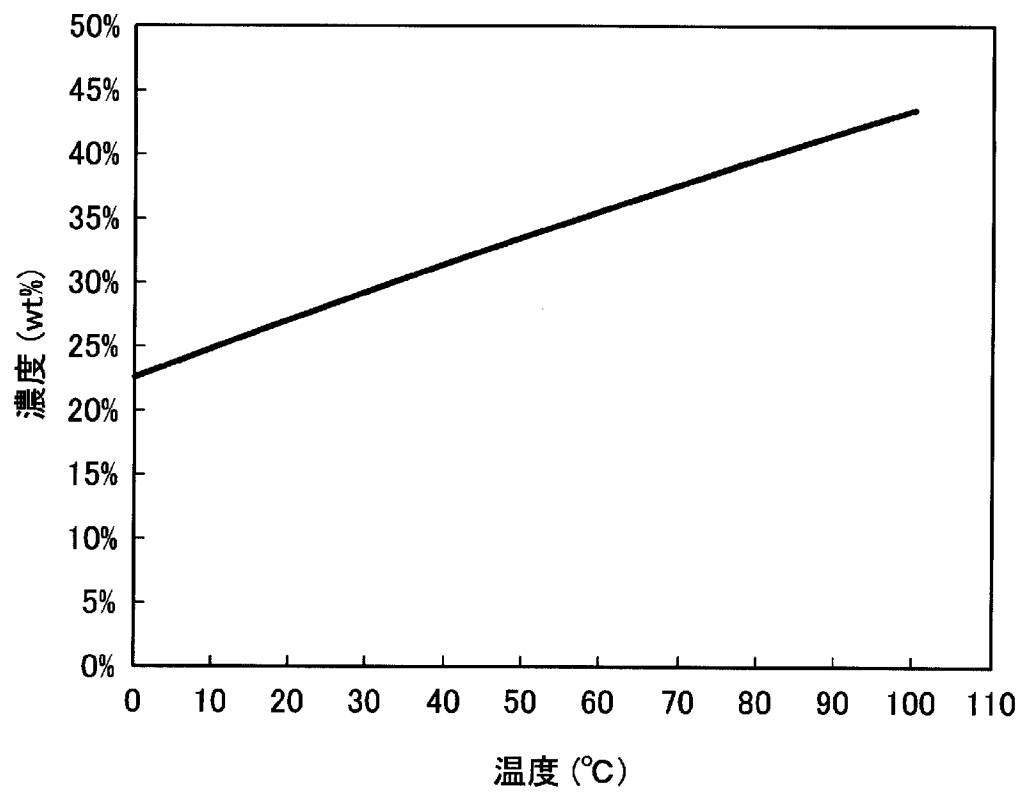
[図1]



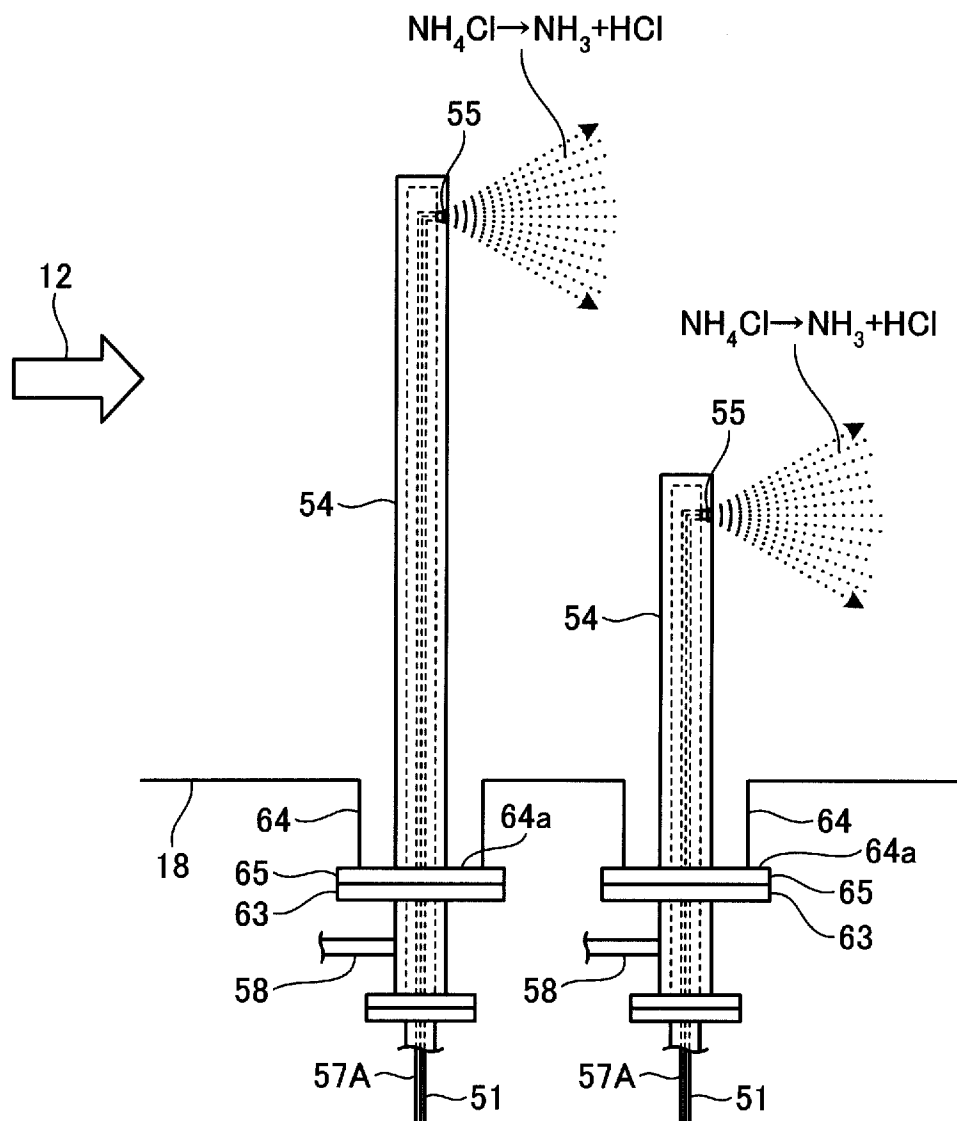
[図2]



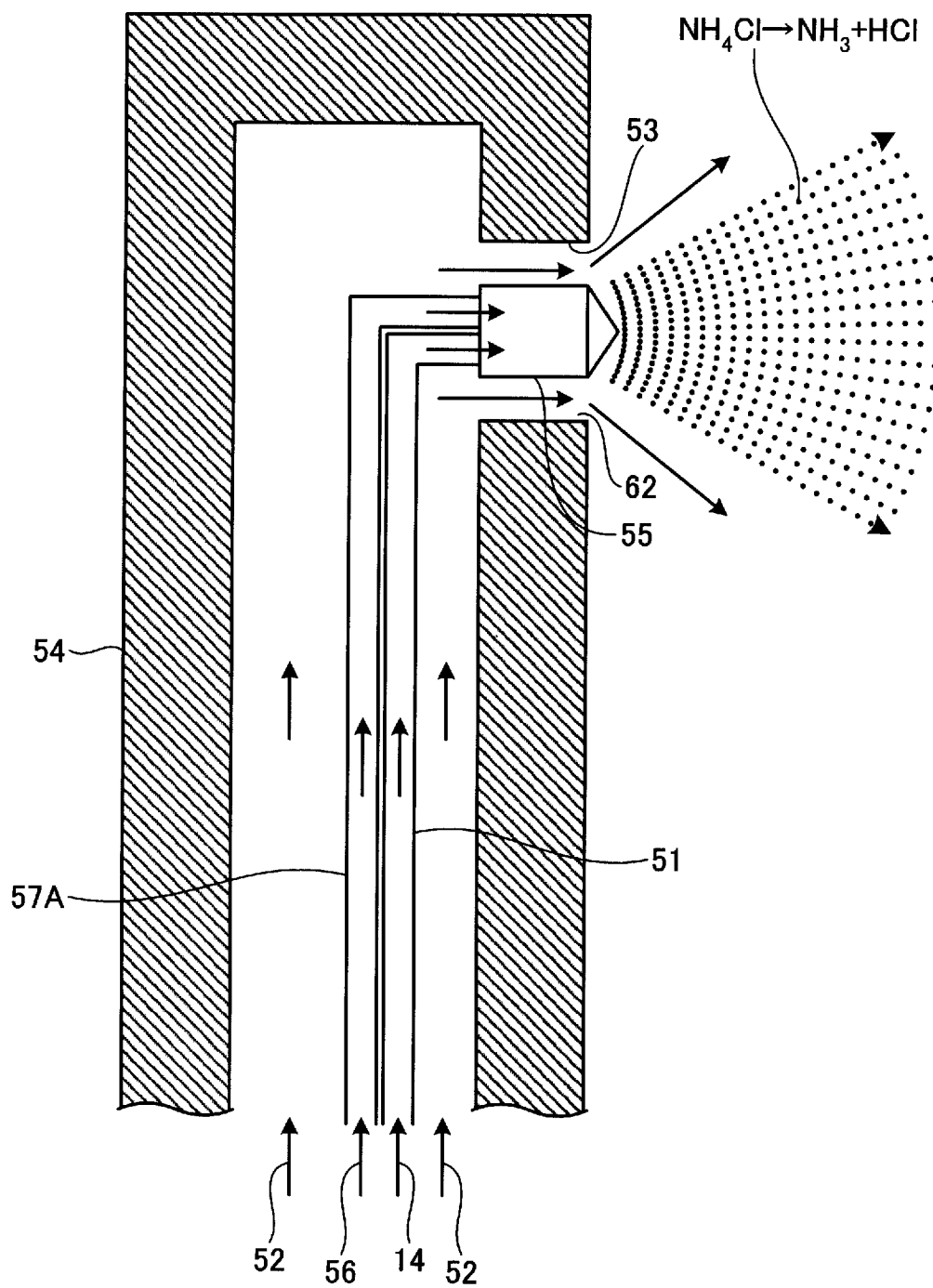
[図3]



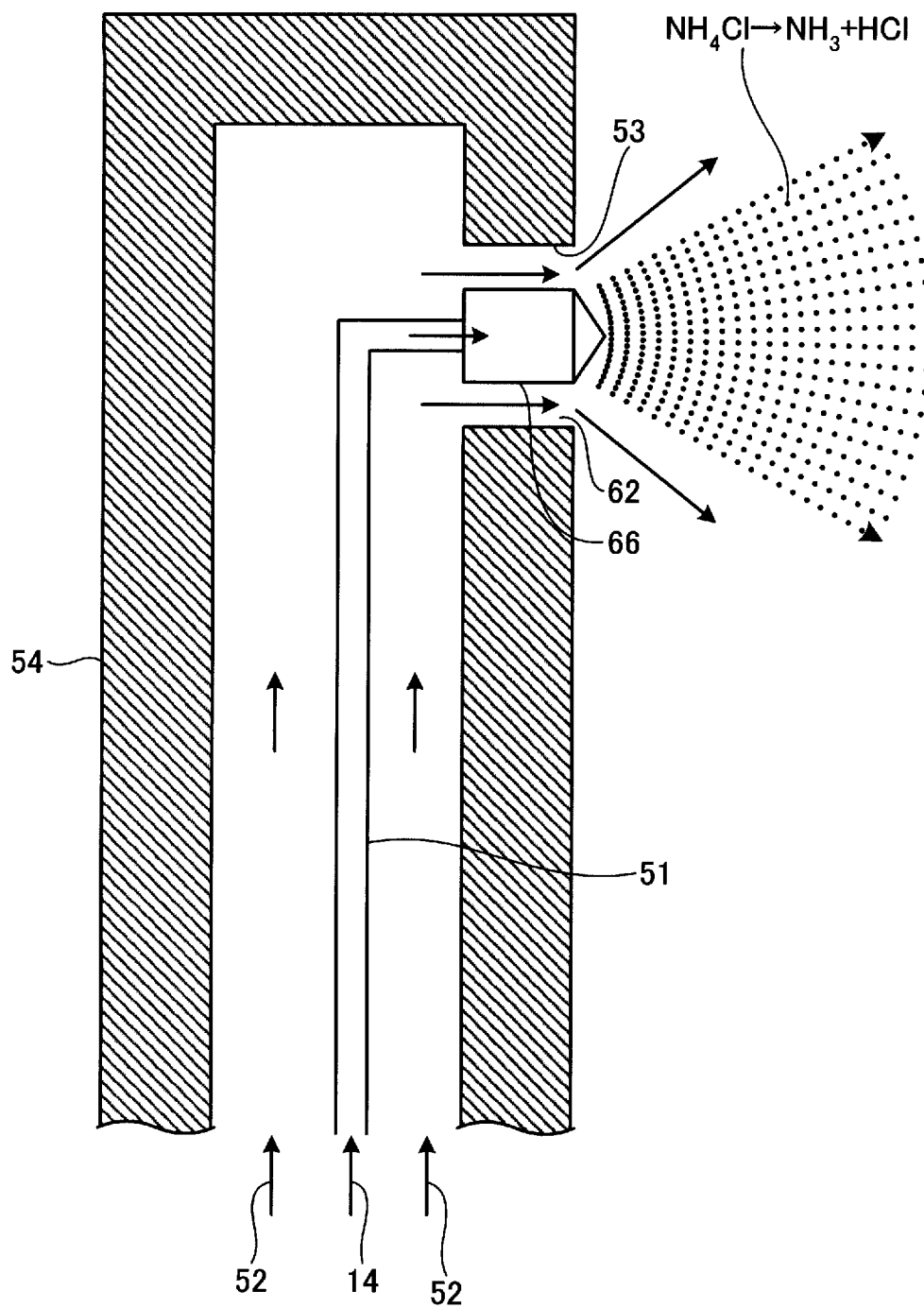
[図4]



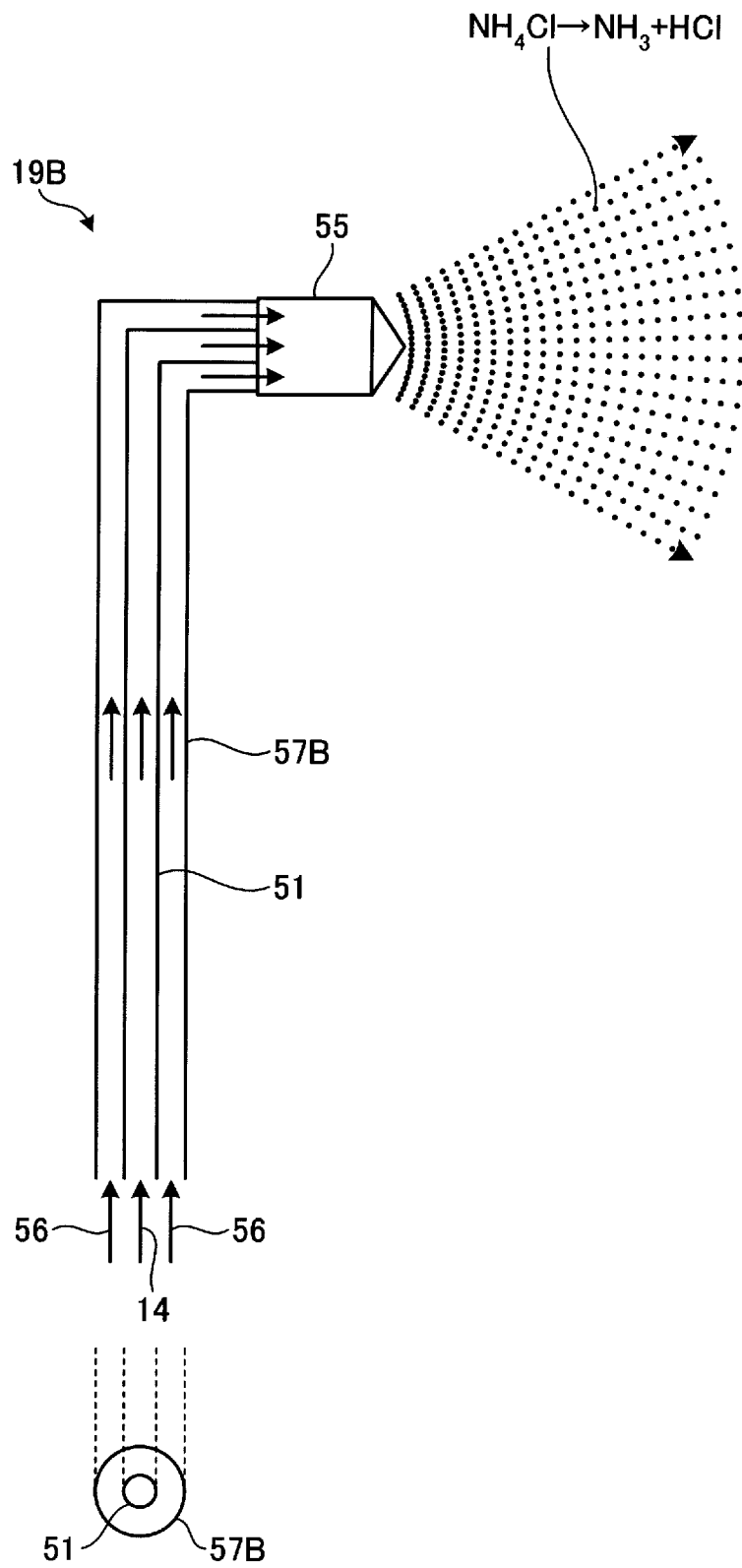
[図5]



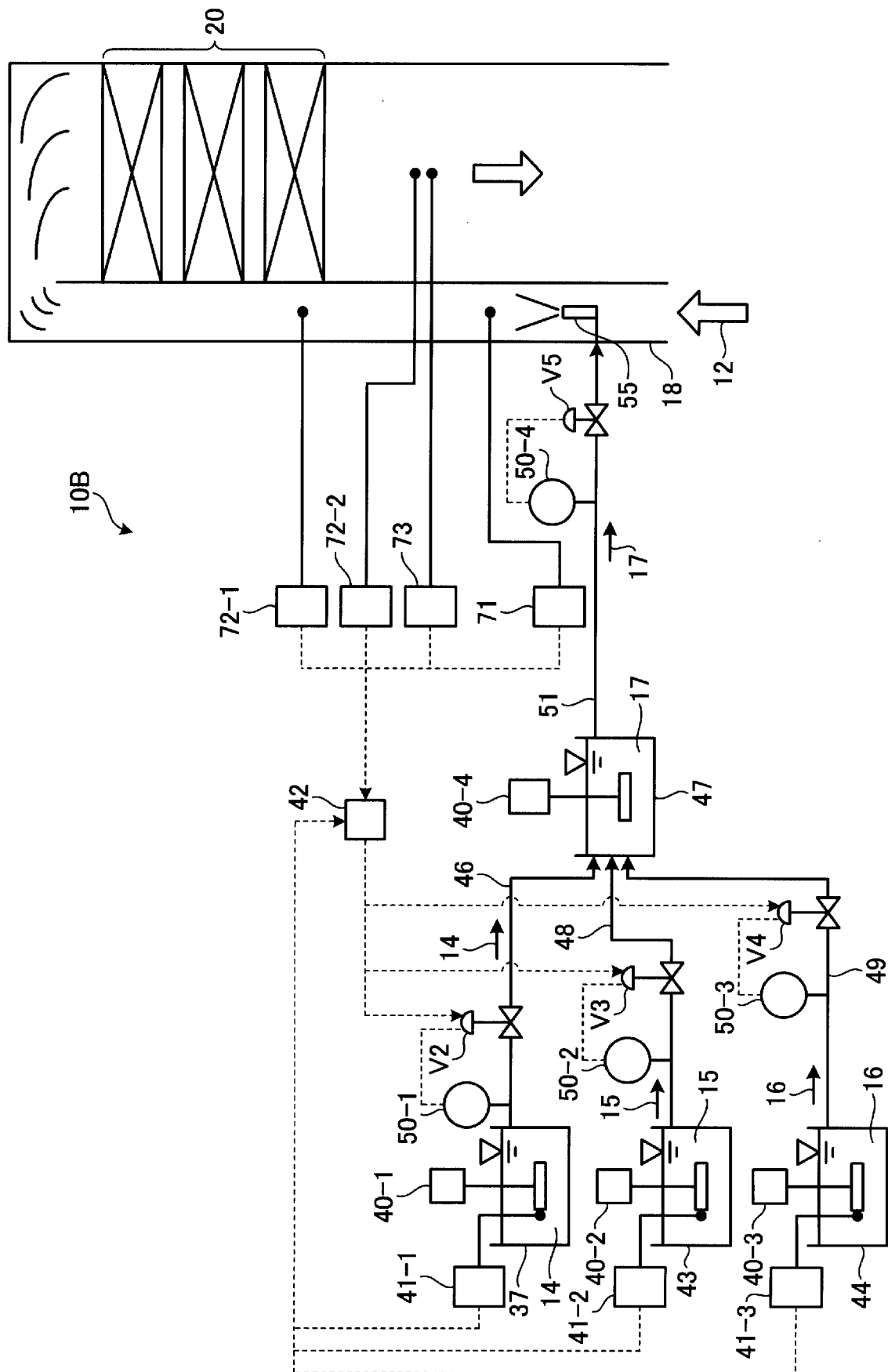
[図6]



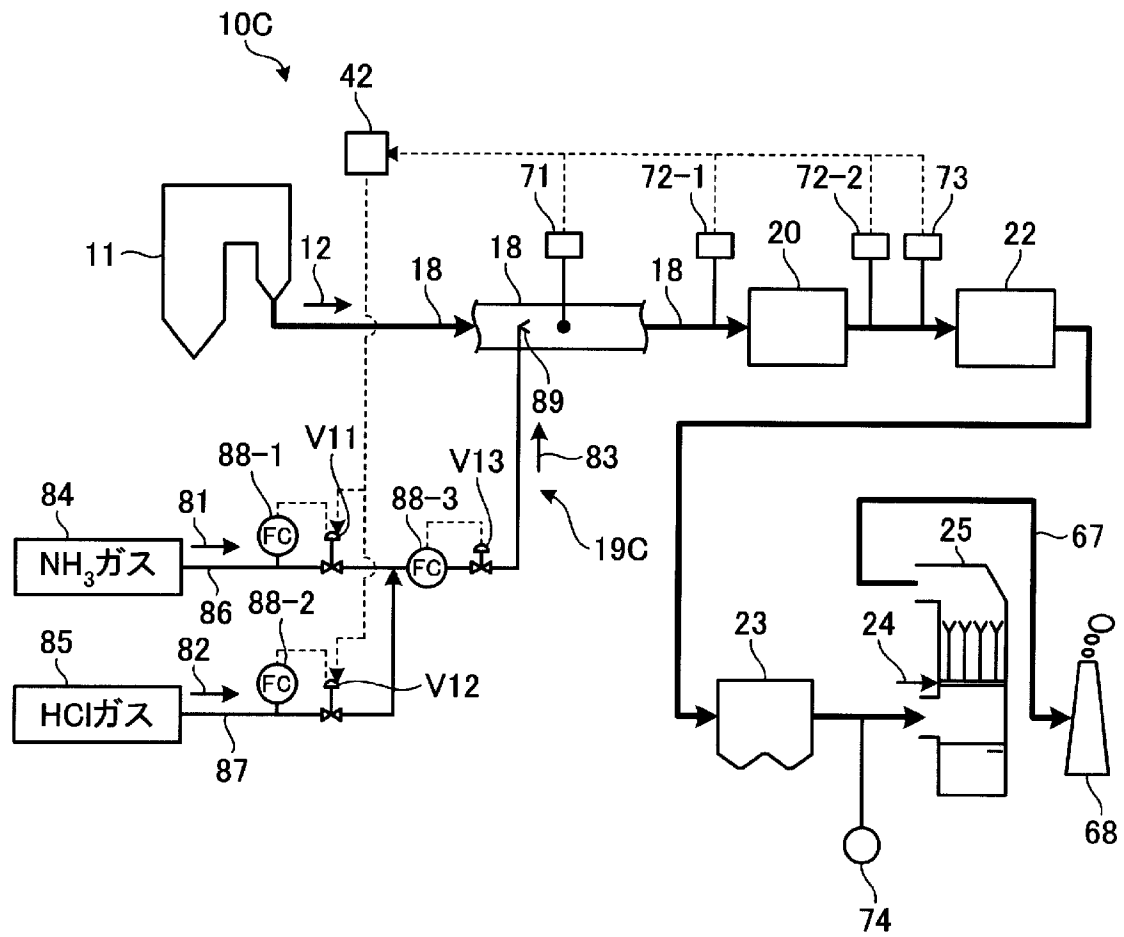
[図7]



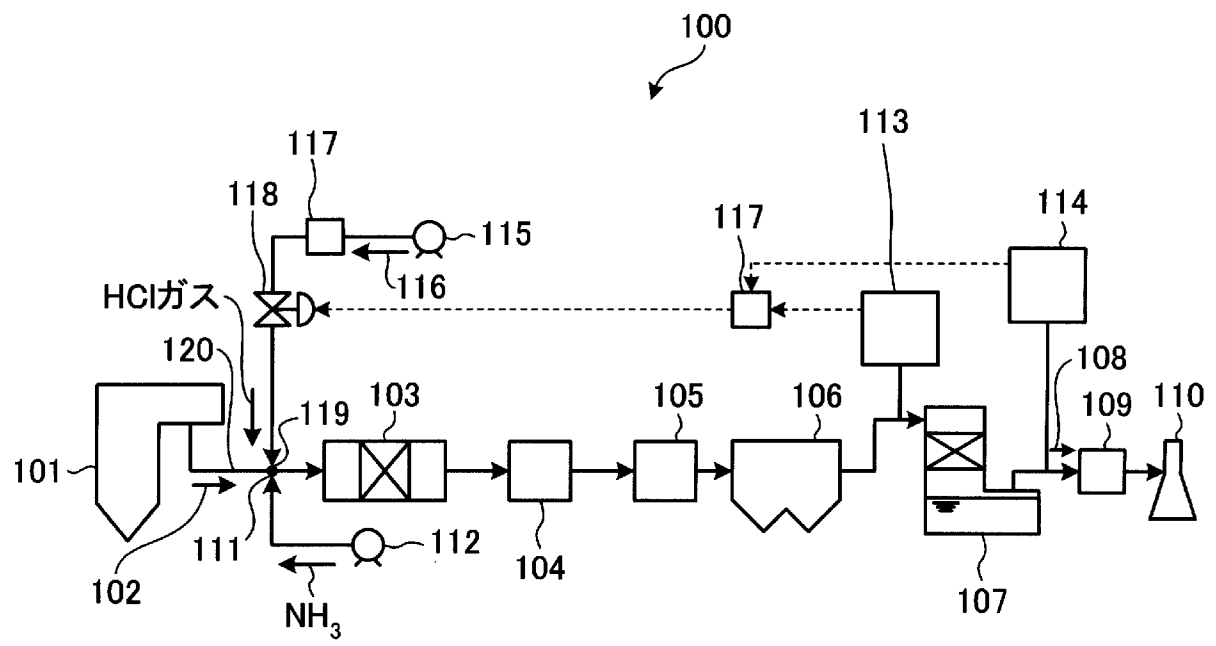
[図8]



[図9]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/061028

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/86(2006.01) i, B01D53/64(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)

B01D53/86, B01D53/64

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
Y A	JP 10-230137 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 September, 1998 (02.09.98), Claims; Par. No. [0018]; Fig. 1 & US 6638485 B1 & EP 860197 A1	1-5, 8-26 6, 7
Y	JP 2001-141193 A (Sumitomo Seika Chemicals Co., Ltd.), 25 May, 2001 (25.05.01), Claims; Par. No. [0051] (Family: none)	1-5, 8-26
Y	JP 2007-167743 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 July, 2007 (05.07.07), Par. No. [0028] & US 2007/0202020 A1 & EP 1800734 A1	12

☒ 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
24 August, 2009 (24.08.09)

Date of mailing of the international search report
15 September, 2009 (15.09.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/061028

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 2001-198434 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 24 July, 2001 (24.07.01), Claims; Par. No. [0023]; Fig. 1 & US 6913737 B2 & EP 1316352 A1	22-26
Y	JP 61-255993 A (NKK Corp.), 13 November, 1986 (13.11.86), Claims; page 2, upper right column, lines 3 to 10 (Family: none)	8, 21
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 135724/1985 (Laid-open No. 44052/1987) (Kawasaki Steel Corp.), 17 March, 1987 (17.03.87), Full text (Family: none)	8, 21
Y	JP 2008-221087 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 September, 2008 (25.09.08), Par. Nos. [0019], [0033] to [0035]; Fig. 3 & WO 2008/111240 A1	14, 15

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, B01D53/64(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. B01D53/86, B01D53/64

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 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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
Y A	JP 10-230137 A（三菱重工業株式会社）1998.09.02, 特許請求の範囲、【0018】、図1 & US 6638485 B1 & EP 860197 A1	1-5, 8-26 6, 7
Y	JP 2001-141193 A（住友精化株式会社）2001.05.25, 特許請求の範囲、【0051】（ファミリーなし）	1-5, 8-26
Y	JP 2007-167743 A（三菱重工業株式会社）2007.07.05, 【0028】 & US 2007/0202020 A1 & EP 1800734 A1	12

☒ 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

2 4 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 9 . 2 0 0 9

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100-8915

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）

佐藤 健史

4 G

4 0 3 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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 2001-198434 A (三菱重工業株式会社) 2001.07.24, 特許請求の範囲、【0023】、図1 & US 6913737 B2 & EP 1316352 A1	22-26
Y	JP 61-255993 A (日本鋼管株式会社) 1986.11.13, 特許請求の範囲、2頁右上欄3行ー10行 (ファミリーなし)	8, 21
Y	日本国実用新案登録出願60-135724号(日本国実用新案登録出願公開62-44052号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (川崎製鉄株式会社) 1987.03.17, 全文 (ファミリーなし)	8, 21
Y	JP 2008-221087 A (三菱重工業株式会社) 2008.09.25, 【0019】、【0033】ー【0035】、図3 & WO 2008/111240 A1	14, 15