

(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2014-149148

(P2014-149148A)

(43) 公開日 平成26年8月21日(2014.8.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 3 J 15/00 (2006.01)	F 2 3 J 15/00 Z A B A	3 K 0 7 0
B 0 1 D 53/50 (2006.01)	B 0 1 D 53/34 1 2 5 E	4 D 0 0 2
B 0 1 D 53/77 (2006.01)	B 0 1 D 53/34 1 3 6 A	4 D 0 2 0
B 0 1 D 53/64 (2006.01)	B 0 1 D 53/14 C	4 D 0 4 8
B 0 1 D 53/14 (2006.01)	B 0 1 D 53/36 1 0 1 A	

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-46992 (P2014-46992)
 (22) 出願日 平成26年3月10日 (2014.3.10)
 (62) 分割の表示 特願2011-519349 (P2011-519349) の分割
 原出願日 平成21年6月17日 (2009.6.17)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 鶴飼 展行
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 (72) 発明者 村上 盛紀
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

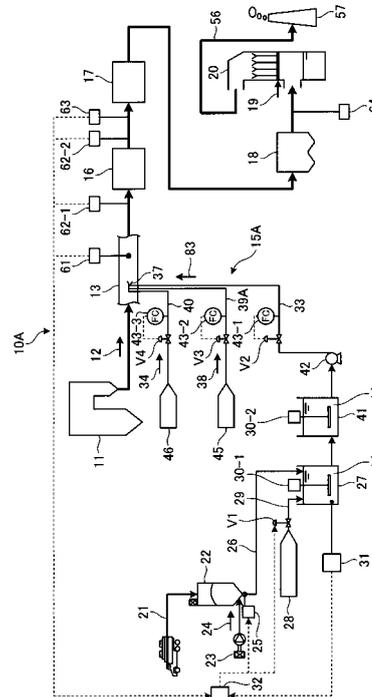
(54) 【発明の名称】 水銀除去システム及び水銀含有高温排ガスの水銀除去方法

(57) 【要約】

【課題】 水銀の除去性能が高く、運転費用を低く抑え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。

【解決手段】 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、ボイラ11の煙道13内に、NH₄Cl溶液14を噴霧するNH₄Cl供給部15Aと、高温排ガス12中のNO_xをNH₃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16と、還元脱硝装置16において酸化されたHgを石灰石膏スラリー19で除去する湿式脱硫装置20とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【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、

前記ボイラの煙道内に、気化した際に塩化水素とアンモニアとを生成する塩化アンモニウム溶液を供給する噴射ノズルと、

前記噴射ノズルに塩化アンモニウム溶液をフィードタンクから供給する塩化アンモニウム供給管と、

前記フィードタンクに供給する塩化アンモニウム溶液を、塩化アンモニウム粉体から溶解する塩化アンモニウム溶解タンクと、

前記塩化アンモニウム溶解タンク内の塩化アンモニウム溶液の濃度を計測する塩化アンモニウム濃度計と、

前記塩化アンモニウム供給管に設けられ、塩化アンモニウム溶液の流量を調整する流量バルブと、

前記塩化アンモニウム濃度計により測定された塩化アンモニウム溶液の濃度の値に基づいて、該塩化アンモニウム溶液の供給速度を算出する演算装置とを備える還元酸化助剤供給部と、

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、

前記塩化アンモニウム濃度計により測定された塩化アンモニウム溶液の濃度の値に基づいて塩化アンモニウム溶液の供給速度を算出し、算出された塩化アンモニウム溶液の供給速度を前記流量バルブに伝達し、該流量バルブの開閉具合を調整し、塩化アンモニウム溶液供給管を流入する塩化アンモニウム溶液の流量を調整す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、

前記塩化アンモニウム溶液の塩化アンモニウムの濃度に応じ、塩化アンモニウム粉末を塩化アンモニウム溶解タンクに送給する供給量と、塩化アンモニウムを溶解する水の供給量と、前記フィードタンクから塩化アンモニウム溶液供給管へ流入する塩化アンモニウム溶液の流量と、を調整することを特徴とする水銀除去システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

前記塩化アンモニウム溶液の濃度が、43wt%以下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 1 乃至 3 の何れか一つにおいて、

前記還元酸化助剤供給部が、

前記塩化アンモニウム溶液を前記煙道内に供給する塩化アンモニウム溶液供給管と、

前記煙道内に前記塩化アンモニウム溶液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、

前記塩化アンモニウム溶液供給管の先端部に取り付けられ、前記塩化アンモニウム溶液を噴射する噴射ノズルとを有し、

前記塩化アンモニウム溶液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 5】

請求項 4 において、

前記噴霧手段が、前記塩化アンモニウム溶液と、前記塩化アンモニウム溶液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。

10

20

30

40

50

【請求項 6】

請求項 1 乃至 3 の何れか一つにおいて、
前記還元酸化助剤供給部が、
前記塩化アンモニウム溶液を前記煙道内に供給する塩化アンモニウム溶液供給管と、
前記煙道内に前記塩化アンモニウム溶液供給管を囲うように挿入され、前記塩化アンモニウム溶液の噴霧用の空気を前記煙道内に供給する空気供給管と、
前記塩化アンモニウム溶液供給管及び前記空気供給管の先端部に取り付けられ、前記塩化アンモニウム溶液及び前記空気を噴射する二流体ノズルとを有し、
前記塩化アンモニウム溶液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。

10

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか一つにおいて、
前記噴射ノズルから噴霧される塩化アンモニウム溶液の液滴径が、平均して 1 nm 以上 100 μm 以下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 1 乃至 7 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 9】

請求項 1 乃至 8 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。

20

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 の何れか一つにおいて、
前記還元酸化助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。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 の何れか一つにおいて、
前記還元酸化助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。

30

【請求項 12】

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方法であって、

前記ボイラの煙道内に、気化した際に塩化水素とアンモニアとを生成する塩化アンモニウム溶液を供給する噴射工程と、

前記噴射ノズルに塩化アンモニウム溶液をフィードタンクから供給する塩化アンモニウム溶液供給工程と、

前記フィードタンクに供給する塩化アンモニウム溶液を、塩化アンモニウム粉体から溶解する塩化アンモニウム溶解工程と、

前記塩化アンモニウム溶解工程の塩化アンモニウム溶液の濃度を計測する塩化アンモニウム濃度計測工程と、

40

前記塩化アンモニウム溶液の流量を調整する流量調整工程と、

前記塩化アンモニウム濃度計測工程で測定された塩化アンモニウム溶液の濃度の値に基づいて、該塩化アンモニウム溶液の供給速度を算出する演算工程とを備える還元酸化助剤供給工程と、

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処理工程と、

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工程とを有し、

前記塩化アンモニウム濃度計測により測定された塩化アンモニウム溶液の濃度の値に基

50

づいて塩化アンモニウム溶液の供給速度を算出し、算出された塩化アンモニウム溶液の供給速度を前記流量バルブに伝達し、該流量バルブの開閉具合を調整し、塩化アンモニウム溶液供給管を流入する塩化アンモニウム溶液の流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 1 3】

請求項 1 2 において、

前記塩化アンモニウム溶液の塩化アンモニウムの濃度に応じ、塩化アンモニウム粉末を塩化アンモニウム溶解タンクに送給する供給量と、塩化アンモニウムを溶解する水の供給量と、前記フィードタンクから塩化アンモニウム溶液供給管へ流入する塩化アンモニウム溶液の流量と、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。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 2 又は 1 3 において、

前記還元酸化助剤供給工程が、前記塩化アンモニウム溶液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 1 5】

請求項 1 2 乃至 1 4 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、

20

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、前記還元酸化助剤供給工程において供給する前記塩化アンモニウム溶液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 1 6】

請求項 1 2 乃至 1 5 の何れか一つにおいて、

前記還元酸化助剤供給工程と前記還元脱硝処理工程との間に、前記煙道中にアンモニアを供給するアンモニア供給工程、前記煙道中に塩化水素を供給する塩化水素供給工程の何れか一方又は両方を含み、

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、前記アンモニア供給工程、前記塩化水素供給工程の何れか一方又は両方において供給するアンモニア、塩化水素の何れか一方又は両方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。

30

【請求項 1 7】

請求項 1 2 乃至 1 5 の何れか一つにおいて、

前記ボイラで使用される石炭の石炭性状から前記高温排ガス中の窒素酸化物、水銀の各々の含有量を求め、前記塩化アンモニウム溶液の供給量を決定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 1 8】

請求項 1 6 において、

前記ボイラで使用される石炭の石炭性状から前記高温排ガス中の窒素酸化物、水銀の各々の含有量を求め、前記塩化アンモニウム溶液、アンモニア、塩化水素の供給量を各々決定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。

40

【発明の詳細な説明】

【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】

50

【 0 0 0 2 】

石炭焚き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硝装置と組み合わせ、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。

【 0 0 0 3 】

高温排ガス中の金属水銀を処理する方法として、煙道中、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。）。

10

【 0 0 0 4 】

図11に水銀除去システムを含む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排ガス処理システム100では、ボイラ101から排出された窒素酸化物、水銀を含有する高温排ガス102は、還元脱硝装置103に供給され、窒素酸化物の還元を行なう。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。

20

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112から供給される NH_3 によって窒素酸化物の還元を行う。

【 0 0 0 5 】

また、煙道内の脱硫装置107の前流側に設置された塩酸濃度計測手段113により水銀塩素化剤として用いられる塩酸（ HCl ）の濃度を測定すると共に、脱硫装置107の後流側に設置された水銀濃度計測手段114により水銀（ Hg ）の濃度を測定する。測定された塩酸、水銀（ Hg ）の濃度計測値に基づいて、塩酸溶液タンク115より供給する塩化水素（ HCl ）水溶液116の初期濃度を演算部117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118により塩酸溶液タンク115から HCl 注入箇所119より煙道内に供給される気化した塩酸（気化 HCl ）の供給量を制御する。

30

【 0 0 0 6 】

また、 HCl 注入箇所119から HCl を噴霧する方法として塩化水素（ HCl ）気化器を組み合わせ、水銀を除去する方法が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

【 0 0 0 7 】

HCl 気化器を備えた水銀塩素化剤供給装置の概略図を図12に示す。図12に示すように、水銀塩素化剤供給装置120では、塩酸溶液タンク115に貯蔵された常温の HCl 水溶液115は、溶液供給ポンプ121を用いて HCl 気化器122側に供給し、 HCl と水蒸気の混合ガス123となり、気液分離器124を経て希釈手段125から供給される希釈用加熱空気126を流通させた配管127内に供給し、所定濃度の塩化水素/水/空気の混合ガス128に調整する。上記塩化水素/水/空気の混合ガス128の温度は、通常、 $70 \sim 80$ である。この得られた塩化水素/水/空気の混合ガス128は、煙道139内に NH_3 噴霧用のものと同様の構成の分散器130を用いて塩酸注入箇所119で分散させ、水銀を含有する高温排ガス102中に均一に噴霧する。

40

【 0 0 0 8 】

更に HCl を供給する方法として塩化アンモニウム（ NH_4Cl ）固体の昇華装置を組み合わせ、水銀を除去する方法も同様に提案されている（例えば、特許文献3参照。）。

【 0 0 0 9 】

図13に NH_4Cl 固体を用いた排ガス処理装置の概略図を示す。図13に示すように、排ガス処理装置140では、アンモニア脱硝触媒を有する脱硝装置141の前流側の高温の高温排ガス142が通過するボイラ設備の煙道143に設けられたエコノマイザ14

50

4の入口近傍のエコノマイザバイパス部144aに、サイロ145内に貯留されている塩化アンモニウム(NH_4Cl)をフィーダ146、粉碎機147で粉体状として添加することで、エコノマイザバイパス部144aを通過する高温(550~650)の高温排ガス142の高温雰囲気温度により NH_4Cl を昇華させ、塩化水素(HCl)、アンモニウム(NH_3)をそれぞれ気化させ、煙道143内に供給し、エコノマイザ144において高温排ガス142に供給された HCl 及び NH_3 を混合している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開平10-230137号公報

【特許文献2】特開2007-167743号公報

【特許文献3】特開2008-221087号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、図11に示す水銀除去システムを含む排ガス処理システム100や図12に示す水銀除去システムの水銀塩素化剤供給装置では、 HCl は危険物であるため、輸送、取り扱いに手間及びコストがかかる、という問題がある。

【0012】

また、図12に示す水銀除去システムの水銀塩素化剤供給装置のように、 HCl 気化器122を用いた場合には、熱源としてスチーム131等が必要となり、 HCl 気化器122など設備費用、メンテナンスコストがかかる、という問題がある。

【0013】

また、図13に示す排ガス処理装置のように、 NH_4Cl を用いた場合には、粒径を細かくして分散させる必要があるため、ハンドリングが困難であり、噴霧量の制御が容易ではない、という問題がある。

【0014】

本発明は、前記問題に鑑み、水銀の除去性能が高く、運転費用を低く抑え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】

【0015】

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、前記ボイラの煙道内に、気化した際に塩化水素とアンモニアとを生成する還元酸化助剤を液体状で噴霧する還元酸化助剤供給部と、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、前記煙道内に液体状で噴霧された前記還元酸化助剤を気化させ、塩化水素及びアンモニウムに分解してなることを特徴とする水銀除去システムにある。

【0016】

第2の発明は、第1の発明において、前記還元酸化助剤が、塩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。

【0017】

第3の発明は、第1又は2の発明において、前記還元酸化助剤の濃度が、43wt%以下であることを特徴とする水銀除去システムにある。

【0018】

第4の発明は、第1乃至3の何れか一つの発明において、前記還元酸化助剤供給部が、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、内部に供給された空気を前記煙道内に噴

10

20

30

40

50

射させる噴射孔を有する吹き込み管と、前記還元酸化助剤供給管の先端部に取り付けられ、前記還元酸化助剤を噴射する噴射ノズルとを有し、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。

【0019】

第5の発明は、第4の発明において、前記噴霧手段が、前記還元酸化助剤と、前記還元酸化助剤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。

【0020】

第6の発明は、第1乃至3の何れか一つの発明において、前記還元酸化助剤供給部が、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いように挿入され、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。

10

【0021】

第7の発明は、第1乃至6の何れか一つの発明において、前記還元酸化助剤供給部より噴霧される還元酸化助剤の液滴径が、平均して1nm以上100μm以下であることを特徴とする水銀除去システムにある。

【0022】

第8の発明は、第1乃至7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。

20

【0023】

第9の発明は、第1乃至8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。

【0024】

第10の発明は、第1乃至9の何れか一つの発明において、前記還元酸化助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。

30

【0025】

第11の発明は、第1乃至10の何れか一つの発明において、前記還元酸化助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。

【0026】

第12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、前記ボイラの煙道内に気化した際に塩化水素とアンモニアとを生成する還元酸化助剤を液体状で噴霧する還元酸化助剤供給工程と、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有し、前記煙道内に液体状で噴霧した前記還元酸化助剤を気化し、塩化水素及びアンモニウムに分解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。

40

【0027】

第13の発明は、第12の発明において、前記還元酸化助剤が、塩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。

【0028】

第14の発明は、第12又は13の発明において、前記還元酸化助剤供給工程が、前記還元酸化助剤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。

50

【 0 0 2 9 】

第 15 の発明は、第 12 乃至 14 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、前記還元酸化助剤供給工程において供給する前記還元酸化助剤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。

【 0 0 3 0 】

第 16 の発明は、第 12 乃至 15 の何れか一つの発明において、前記還元酸化助剤供給工程と前記還元脱硝処理工程との間に、前記煙道中にアンモニアを供給するアンモニア供給工程、前記煙道中に塩化水素を供給する塩化水素供給工程の何れか一方又は両方を含み、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、前記アンモニア供給工程、前記塩化水素供給工程の何れか一方又は両方において供給するアンモニア、塩化水素の何れか一方又は両方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。

【 0 0 3 1 】

第 17 の発明は、第 12 乃至 15 の何れか一つの発明において、前記ボイラで使用される石炭の石炭性状から前記高温排ガス中の窒素酸化物、水銀の各々の含有量を求め、前記還元酸化助剤の供給量を決定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。

【 0 0 3 2 】

第 18 の発明は、第 16 の発明において、前記ボイラで使用される石炭の石炭性状から前記高温排ガス中の窒素酸化物、水銀の各々の含有量を求め、前記還元酸化助剤、アンモニア、塩化水素の供給量を各々決定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。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 3 】

本発明によれば、煙道中の還元脱硝装置の上流側に還元酸化助剤を液体状で噴霧し、噴霧した非ガス状還元酸化助剤を気化させ、塩化水素及びアンモニウムに分解することで、高温排ガス中の水銀を酸化し、 NO_x を還元することができるため、湿式脱硫装置での水銀の除去性能を維持しつつ、運転費用を低く抑えることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 4 】

【 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、 NH_4Cl の温度と水への飽和溶解温度との関係を示す図である。

【 図 3 】 図 3 は、 NH_4Cl 溶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 4 】 図 4 は、図 3 の部分拡大断面図である。

【 図 5 】 図 5 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 】 図 6 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 7 】 図 7 は、実施例 1 に係る水銀除去システムの他の構成を示す図である。

【 図 8 】 図 8 は、実施例 1 に係る水銀除去システムの他の構成を示す図である。

【 図 9 】 図 9 は、本発明の実施例 2 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、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 11 】 図 11 は、 HCl 気化器を備えた水銀塩素化剤供給装置の概略図である。

【 図 12 】 図 12 は、水銀除去システムにおける水銀塩素化剤供給装置の概略図を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 3 は、 NH_4Cl 固体を用いた排ガス処理装置の概略図を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

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】

【0036】

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る。

10

図 1 に示すように、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、ボイラ 11 の下流の煙道 13 内に、還元酸化助剤として塩化アンモニウム (NH_4Cl) を含む塩化アンモニウム (NH_4Cl) 溶液 14 を液体状で噴霧する塩化アンモニウム (NH_4Cl) 供給部 15 A と、高温排ガス 12 中の NO_x をアンモニア (NH_3) で還元すると共に、塩化水素 (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 16 と、脱硝された高温排ガス 12 を熱交換するエアヒータ (APH) 17 と、脱硝された高温排ガス 12 中の煤塵を除去する集塵器 18 と、還元脱硝装置 16 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 19 を用いて除去する湿式脱硫装置 20 とを有するものである。

20

なお、本実施例に係る水銀除去システム 10 においては、還元酸化助剤として NH_4Cl 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、還元酸化助剤は気化した際に塩化水素 (HCl) とアンモニア (NH_3) とを生成するものであれば用いることができる。

また、本発明においては、還元酸化助剤とは、塩化水素 (HCl) 共存下で水銀 (Hg) を酸化して塩素化するのに用いられる酸化助剤と、アンモニア (NH_3) を還元する還元剤として機能するものをいう。

【0037】

< NH_4Cl 溶液の調整 >

まず、所定濃度の NH_4Cl 溶液 14 を調整する。搬送された塩化アンモニウム (NH_4Cl) 粉末 21 を一時的に貯留するサイロ 22 に供給する。サイロ 22 内の NH_4Cl 粉末 21 にブロワ 23 より空気 24 を供給し、 NH_4Cl 粉末 21 がサイロ 22 内で乾燥、固着するのを防止する。サイロ 22 内の NH_4Cl 粉末 21 は、フィーダ 25 でサイロ 22 から所定量ごと NH_4Cl 粉末送給通路 26 に供給し、 NH_4Cl 溶解タンク 27 に送給する。また、水供給タンク 28 より水 29 を NH_4Cl 溶解タンク 27 に送給する。 NH_4Cl 溶解タンク 27 には攪拌器 30 - 1 が設けられ、 NH_4Cl 溶解タンク 27 に供給された NH_4Cl 粉末 21 は水 29 に溶解され、所定濃度の NH_4Cl 溶液 14 を生成し、攪拌器 30 - 1 により NH_4Cl 溶液 14 の濃度を均一にする。また、水供給タンク 28 より供給される水 29 の供給量はバルブ V 1 により調整される。

30

【0038】

NH_4Cl 溶液 14 の濃度は、0 wt % よりも大きく 43 wt % 以下が好ましく、10 wt % 以上 23 wt % 以下がより好ましく、18 wt % 以上 23 wt % 以下が更に好ましく、20 wt % 前後が最も好ましい。これは、 NH_4Cl 粉末 21 が少なくとも水 29 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である。

40

【0039】

図 2 は、 NH_4Cl の温度と水への飽和溶解温度との関係を示す図である。図 2 に示すように、溶液の温度が 0 前後の時、 NH_4Cl 粉末 21 が水 29 に溶解できる飽和濃度は、23 wt % 程度であり、100 前後の時、 NH_4Cl 粉末 21 が水 29 に溶解できる飽和濃度は、43 wt % 程度である。そのため、 NH_4Cl 溶液 14 の濃度は、0 wt

50

%よりも大きく43wt%以下とする必要である。

【0040】

<NH₄Cl溶液の濃度の制御>

また、NH₄Cl溶解タンク27中のNH₄Cl溶液14は、塩化アンモニウム(NH₄Cl)濃度計31により測定し、測定されたNH₄Cl溶液14の濃度の値は演算装置32に伝達される。演算装置32は、NH₄Cl溶液14の濃度に基づいてNH₄Cl粉末21、水29の各々供給量を決定する。演算装置32は、フィーダ25、バルブV1に各々制御信号を伝達し、NH₄Cl粉末21、水29の各々の供給量を調整する。NH₄Cl溶解タンク27中のNH₄Cl溶液14の濃度を上記のように0wt%よりも大きく43wt%以下の範囲となるように調整する。

10

【0041】

また、本実施例に係る水銀除去システム10Aにおいては、NH₄Cl供給部15Aは、NH₄Cl溶液14を液体状で煙道13内に供給するNH₄Cl溶液供給管33と、煙道13内にNH₄Cl溶液供給管33を囲いように挿入され、内部に供給された空気34を煙道13内に噴射させる噴射孔35(図4参照)を有する吹き込み管36(図3、4参照)と、NH₄Cl溶液供給管33の先端部に取り付けられ、NH₄Cl溶液14を噴射する二流体ノズル37とを有している。また、NH₄Cl供給部15Aは、二流体ノズル37に連結し、NH₄Cl溶液14を圧縮して噴霧させる空気38を供給する空気供給管39Aと、吹き込み管36と連結し(図3参照)、NH₄Cl溶液14を圧縮して噴霧させる空気34を吹き込み管36内に供給する空気供給管40と、を有する。尚、図1では、空気供給管40が煙道13内に挿入されているが、実際には吹き込み管36に連結されている(図3参照)。

20

【0042】

また、図3は、NH₄Cl溶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4は、図3の部分拡大断面図である。図3に示すように、吹き込み管36は、煙道13内にNH₄Cl溶液供給管33及び空気供給管39Aを囲いように挿入されている。また、図4に示すように、NH₄Cl溶液供給管33は、吹き込み管36内で空気供給管39Aと隣接するように設けられている。また、二流体ノズル37は、吹き込み管36の壁面の噴射孔35内に設けられ、NH₄Cl溶液供給管33及び空気供給管39Aと連結している。二流体ノズル37から噴射されるNH₄Cl溶液14は空気38により噴霧され、NH₄Cl溶液14を噴射孔35から噴射される空気34と同伴させて更に煙道13内に噴霧させている。

30

【0043】

NH₄Cl溶解タンク27中のNH₄Cl溶液14は、NH₄Cl溶解フィーダタンク41に送給され、NH₄Cl溶解タンク27内のNH₄Cl溶液を一度貯留する。また、NH₄Cl溶解タンク27内に設けている攪拌器30-2でNH₄Cl溶解タンク27内のNH₄Cl溶液のNH₄Cl濃度を均一に保つようにする。その後、NH₄Cl溶解フィーダタンク41内のNH₄Cl溶液14はフィーダポンプ42によりNH₄Cl溶液供給管33を介して二流体ノズル37に送給される。また、NH₄Cl溶液供給管33内のNH₄Cl溶液14の流量は流量計43-1により測定され、バルブV2によりNH₄Cl溶液14の供給量を調整する。なお、NH₄Cl溶解フィーダタンク41は必須ではなく、設けなくてもよい。

40

【0044】

空気38は、空気供給部46から空気供給管39Aを介して二流体ノズル37に送給され、二流体ノズル37からNH₄Cl溶液14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37から噴射されるNH₄Cl溶液14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、空気供給管39Aから供給される空気38の流量は流量計43-2により測定され、バルブV3により調整される。空気供給管39Aから供給される空気38の流量により、二流体ノズル37から噴霧されるNH₄Cl溶液14の液滴の大きさを調整することができる。

50

【0045】

また、二流体ノズル37から噴射される空気38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37から噴射される NH_4Cl 溶液14を微細な液滴として煙道13内に噴霧させるようにするためである。

【0046】

空気34は、空気供給部46から空気供給管40を介して吹込み管36に送給され、二流体ノズル37から噴霧される NH_4Cl 溶液14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46から供給される空気34の流量は流量計43-3により測定され、バルブV4により調整される。図4に示すように、空気34は吹込み管36の噴射孔35と二流体ノズル37との隙間44から噴射される。このため、隙間44から空気34を噴射することで、二流体ノズル37から噴霧される NH_4Cl 溶液14の液滴を更に煙道13内に分散させることができる。

10

【0047】

また、噴射孔35から噴射される空気34は、二流体ノズル37から噴射される NH_4Cl 溶液14が吹込み管36に付着するのを防ぐためと、吹込み管36内の温度上昇を抑制し NH_4Cl 溶液14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。

【0048】

また、空気34は、吹込み管36と NH_4Cl 溶液供給管33との間を流れるため、 NH_4Cl 溶液14の冷却用の空気として働き、煙道13内の高温排ガス12の熱が吹込み管36の外側から NH_4Cl 溶液供給管33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36内の温度上昇を防止し、 NH_4Cl 溶液14が加熱されるのを防ぐことで、吹込み管36内で NH_4Cl 溶液14が沸騰するのを防止することができる。また、二流体ノズル37の腐食も防止することができる。

20

【0049】

また、吹込み管36内の温度上昇を防止できるため、 NH_4Cl 溶液供給管33、空気供給管39Aを構成する材料として金属材料を用いることができる。 NH_4Cl 溶液供給管33、空気供給管39Aを構成する材料として、例えば、 NH_4Cl 溶液供給管33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39Aには炭素鋼、ステンレス等を例示することができる。なお、 NH_4Cl 溶液供給管33、空気供給管39A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。

30

【0050】

また、 NH_4Cl 溶液14は、 NH_4Cl 溶解フィードタンク41から常温で煙道13内に供給することができるため、 NH_4Cl 溶液供給管33、吹込み管36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もできる。

【0051】

また、本実施例に係る水銀除去システム10Aにおいては、二流体ノズル37は、例えば数~数十本以下のノズルを煙道13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13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37は煙道13に数~数十本以下しか設けておらず、またフランジ部51、53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3では、二流体ノズル37はでは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13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。

40

【0052】

また、図3に示すように、吹込み管36は、煙道13の外側であって、吹込み管36の外周にフランジ部51を設け、フランジ部51は煙道13の開口部52の端部52aに設けられたフランジ部53と対応するように形成されている。吹込み管36のフランジ部51が煙道13に設けられているフランジ部53と連結されることで、吹込み管36を煙道

50

13に取り付けられる。吹込み管36のフランジ部51と煙道13のフランジ部53とは、例えばフランジ部51、フランジ部53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51とフランジ部53とを着脱自在とすることで、吹込み管36を煙道13に容易に挿脱することができるため、吹込み管36、煙道13内部のメンテナンスを容易に行うことができる。

【0053】

また、 NH_4Cl 溶液14の噴霧用に二流体ノズル37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5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5に示すように、 NH_4Cl 溶液14の液滴径を特に調整する必要がない場合には、 NH_4Cl 溶液14を噴射ノズル54から噴射させ、噴射孔47から噴射される空気45と同伴して煙道13内に噴霧させるようにしてもよい。

10

【0054】

また、 NH_4Cl 溶液供給管33、空気供給管39Aは吹込み管36内に設け、 NH_4Cl 溶液14を二流体ノズル37から煙道13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。 NH_4Cl 溶液供給管33内の NH_4Cl 溶液14が加熱されるのを防ぐことができれば、吹込み管36を用いずに NH_4Cl 溶液供給管33、空気供給管39Aを二流体ノズル37と連結させ、 NH_4Cl 溶液14を煙道13内に噴霧するようにしてもよい。

【0055】

二流体ノズルを用いた NH_4Cl 溶液の他の噴霧方法を図6に示す。図6に示すように、 NH_4Cl 供給部15Bは、 NH_4Cl 溶液供給管33を内管とし、空気供給管39Bを外管とした二重管構造とし、 NH_4Cl 溶液供給管33及び空気供給管39Bを二流体ノズル37と連結させるようにする。

20

即ち、図6に示すように、 NH_4Cl 供給部15Bは、 NH_4Cl 溶液14を煙道13内に供給する NH_4Cl 溶液供給管33と、煙道13内に NH_4Cl 溶液供給管33を囲いように挿入され、 NH_4Cl 溶液14の噴霧用の空気38を煙道13内に供給する空気供給管55と、 NH_4Cl 溶液供給管33及び空気供給管39Bの先端部に取り付けられ、 NH_4Cl 溶液14及び空気38を噴射する二流体ノズル37とを有している。空気供給管39Bにより NH_4Cl 溶液供給管33を囲うようにすることで、空気供給管39B内に供給される空気38により NH_4Cl 溶液供給管33内の NH_4Cl 溶液14が煙道13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、 NH_4Cl 溶液14を空気38と同伴させて煙道13内に噴霧させることができる。また、 NH_4Cl 供給部15Bは、図3～図5に示すような吹込み管36を設けていないため、煙道13内に NH_4Cl 溶液供給管33、空気供給管39B及び二流体ノズル37の取り付けを簡略化することができる。更に、吹込み管36がないため、 NH_4Cl 溶液供給管33、空気供給管39B及び二流体ノズル37の交換を容易に行うことができる。

30

【0056】

また、空気38は空気供給部45から供給され、空気34は空気供給部46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34は空気供給部45から供給される空気を用品いてもよい。また、空気38は空気供給部46から供給される空気を用品いてもよい。

40

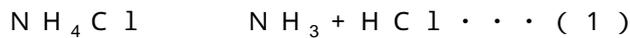
【0057】

また、煙道13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。 NH_4Cl 溶液供給管33は、吹込み管36内に設けられ、空気34が NH_4Cl 溶液14の冷却用として用いられている。このため、二流体ノズル37より噴射される直前まで NH_4Cl 溶液14は液体状態を維持し、二流体ノズル37から NH_4Cl 溶液14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 NH_4Cl 溶液14の液滴を気化させることができる。

50

【0058】

即ち、噴霧された NH_4Cl 溶液14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 と NH_3 とに分解し、昇華する。よって、二流体ノズル37から噴霧された NH_4Cl 溶液14の液滴から、 HCl 、 NH_3 を生じ、煙道13内に供給することができる。



【0059】

また、煙道13内の高温排ガス12の温度は、ボイラ11の燃焼条件にもよるが、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。

10

【0060】

また、煙道13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。

【0061】

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、好ましくは数十～200ppmとなるように NH_4Cl 溶液14を噴霧するようになればよい。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13内やエアヒータ17、集塵機18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13から高温排ガス12が漏洩するのを防止するためである。

20

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。

【0062】

また、二流体ノズル37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。

【0063】

また、二流体ノズル37から噴霧される NH_4Cl 溶液14の液滴径は、平均して 1nm 以下 $100\mu\text{m}$ 以下の微細な液滴とするのが好ましい。平均して 1nm 以下 $100\mu\text{m}$ 以下の微細な液滴を生成することで、噴霧された NH_4Cl 溶液14の液滴から生じる 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 、 HCl に分解し、昇華させることができる。これにより、 NH_4Cl 溶液14を予め加熱しておく必要がないため、煙道13、二流体ノズル37の低級化、腐食を防止することができる。

30

【0064】

よって、本実施例に係る水銀除去システム10Aによれば、二流体ノズル37より液体状態の NH_4Cl 溶液14を噴霧することで、 NH_4Cl 溶液14を高温排ガス12の高温雰囲気温度により HCl 、 NH_3 とに分解し、煙道13内に供給することができる。このため、図12に示すような従来の水銀除去システムにおける水銀塩素化剤供給装置の塩化水素気化器122、噴霧グリッド、塩酸溶液タンク116等を省略することができる。

40

【0065】

また、 NH_4Cl 溶液14の調整時に用いる NH_4Cl 粉末21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 を生成することができるため、 NH_3 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21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。

【0066】

また、 NH_4Cl 溶液14は水に溶解し、全て NH_3 と HCl とに気化するため、 NH_4

50

Clの固体粒子が残ることはなく、煙道13や後流側に設けた脱硝触媒へのNH₄Cl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。

【0067】

また、NH₄Cl溶液14は高温排ガス12を熱源として用い、NH₃とHClとに気化させているため、NH₄Cl溶液14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できると共に、NH₄Cl溶液14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。

【0068】

また、二流体ノズル37よりNH₄Cl溶液14を噴霧する流量は、高温排ガス量が例えば1,500,000m³N/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SO₃が凝縮するのを防ぐと共に、高温排ガス12中の灰が煙道13等に堆積し、付着するのを防止することができる。

10

【0069】

また、図13に示す従来の高温排ガス処理装置のように、NH₄Cl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、NH₄Cl溶液14のような液体の場合、NH₄Cl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、NH₄Cl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。

【0070】

また、NH₄Cl粉末21をNH₄Cl溶液14として用いているため、従来のように微細に粉砕することなく、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。

20

【0071】

また、NH₄Cl単体を供給する方が、従来のように、NH₃及びHClを別々に購入する場合より安価であるため、装置の運転費用を抑えることができると共に、設置に要する設備費用も容易に回収することができる。

【0072】

また、NH₄Cl溶液14の濃度に基づいてNH₄Cl粉末21、水29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NH₄Cl溶液14の濃度を調整することができる。

30

【0073】

また、NH₄Cl溶液14の液滴から生じたHCl、NH₃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16に送給される。NH₄Clが分解して生じたNH₃は、還元脱硝装置16でNO_xの還元脱硝用に用い、HCl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。

即ち、還元脱硝装置16には、脱硝触媒が充填されている。脱硝触媒上でNH₃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。



40

【0074】

また、図1に示すように、高温排ガス12は、還元脱硝装置16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、エアーヒータ17、集塵器18を通過して湿式脱硫装置20に送給される。また、エアーヒータ17と集塵器18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20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19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56として煙突57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19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。

50

【 0 0 7 5 】

また、二流体ノズル 37 の下流側であって、還元脱硝装置 16 の上流側に、 NH_3 と HCl 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 37 より噴霧された NH_4Cl 溶液 14 が気化して生じた NH_3 及び HCl の分散度合いが不十分な場合には、還元脱硝装置 16 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 及び HCl の分散度合いの均一化を図ることができる。

【 0 0 7 6 】

また、二流体ノズル 37 の下流側には、二流体ノズル 37 より噴霧された NH_4Cl 溶液 14 の流量を計測する流量計 61 を設けるようにしてもよい。これにより、二流体ノズル 37 より噴霧される NH_4Cl 溶液 14 の流量を測定するようにする。また、煙道 13 内の高温排ガス 12 の流速を測定することもできる。

10

【 0 0 7 7 】

また、還元脱硝装置 16 の入口側および出口側には、 NO_x 濃度計 62 - 1、62 - 2 が設けられている。 NO_x 濃度計 62 - 1、62 - 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 16 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 62 - 1、62 - 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 NH_4Cl 濃度、供給流量を制御することで、二流体ノズル 37 から噴霧される NH_4Cl 溶液 14 の NH_4Cl 濃度を所定の脱硝性能を満足するようにすることができる。

20

【 0 0 7 8 】

また、還元脱硝装置 16 から排出される処理ガス中の Hg 含有量を測定する水銀 (Hg) 濃度計 63 と、集塵器 18 から排出され、湿式脱硫装置 20 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 64 と、が設けられている。尚、 Hg 濃度計 63 は湿式脱硫装置 20 の後流側に設け、湿式脱硫装置 20 から排出される処理ガス中の水銀 (Hg) 含有量を測定するようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

Hg 濃度計 63 及び HCl 濃度計 64 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 16 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 63、 HCl 濃度計 64 で測定された高温排ガス 12 中の Hg 濃度の値から NH_4Cl 溶液 14 の NH_4Cl 濃度、供給流量を制御することで、二流体ノズル 37 から噴霧される NH_4Cl 溶液 14 の NH_4Cl 濃度、供給流量を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。

30

【 0 0 8 0 】

また、 NH_4Cl 溶液 14 の添加量の制御は、還元脱硝装置 16 の出口での水銀酸化率 ($\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}^{\text{T}}$) が 90% 以上、又は酸化水銀濃度 (Hg^{2+}) 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。

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

【 0 0 8 1 】

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 の各々の含有量を求め、 NH_4Cl 溶液 14 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 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 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 の各々の含有量を求め、 NH_4Cl 溶液 14 の供給量を決定することができる。

40

【 0 0 8 2 】

また、後述のように、煙道 13 中に NH_3 、 HCl を供給する設備が設けられている場

50

合、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、 NH_3 、 HCl の各々の供給量を決定することもできる。

【0083】

< NH_3 、 HCl を供給する設備が設けられている水銀除去システムの構成 >

また、図 7 は、本実施例に係る水銀除去システムの他の構成を示す図である。

図 7 に示すように、本実施例に係る水銀除去システム 10A は、 NH_4Cl 供給部 15A と還元脱硝装置 16 との間に煙道 13 中に NH_3 を供給する NH_3 供給部 71 と、煙道 13 中に HCl を供給する HCl 供給部 72 を設けるようにしてもよい。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 の濃度のバランスが通常よりも異なるような場合には、煙道 13 中に HCl 又は NH_3 の必要量を調整して供給することができる。

10

【0084】

また、煙道 13 に NH_3 を噴霧する NH_3 供給部 71 を有する場合、 NH_3 供給部 71 より供給される NH_3 の供給量も窒素酸化物 (NO_x) 濃度計 62 - 1、62 - 2 の値を用いて制御する。

【0085】

また、 NH_3 供給部 71 が、例えば煙道 13 に既設の設備等である場合、必要な HCl 量が必要な NH_3 量よりも少ない場合、 HCl の必要量まで NH_4Cl 溶液 14 を供給し、 HCl の必要量以上の場合には NH_3 を添加するようにする。

20

【0086】

煙道 13 内の NH_3 濃度、 HCl 濃度は、 NH_4Cl 溶液 14 から解離される NH_3 と、添加する NH_3 とを併せて、上述と同様に、 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制御する。

【0087】

また、還元脱硝装置 16 の後流に設置した Hg 濃度計 63、 HCl 濃度計 64 により、高温排ガス 12 中の Hg 濃度、 HCl 濃度を測定し、還元脱硝装置 16 における Hg の酸化割合を確認する。 HCl 供給部 72 により供給される HCl の供給量も Hg 濃度計 63、 HCl 濃度計 64 の値を用いて制御する。

また、 HCl 添加量は、 NH_4Cl 溶液 14 から解離される HCl と、 HCl 供給部 72 より添加する HCl とを併せて、上述と同様に、還元脱硝装置 16 の出口での水銀酸化率 ($\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}^{\text{T}}$) が 90% 以上、又は酸化水銀濃度 (Hg^{2+}) を $1\ \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 以下となるようにする。

30

【0088】

< NO_x 、 Hg の濃度が異なる場合 >

また、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 の濃度のバランスが通常よりも異なるような場合には、これに対応するように、煙道 13 中に HCl 又は NH_3 を必要量供給することにより対応することができる。

即ち、 Hg を酸化するために必要とする HCl 濃度と NO_x を還元するために必要とする NH_3 濃度が異なる場合、 HCl 、 NH_3 の何れか一方の必要な方を供給するようにする。

40

【0089】

例えば、 Hg を酸化するために必要とする HCl の方が、 NO_x を還元するために必要とする NH_3 よりも多い場合、 HCl が不足していることになる。この場合、図 7 に示すように、煙道 13 内に HCl 供給部 72 より HCl を供給すると共に、二流体ノズル 37 より NH_4Cl 溶液 14 を噴霧する。

【0090】

また、 Hg を酸化するために必要とする HCl の方が、 NO_x を還元するために必要な NH_3 よりも少ない場合、 NH_3 が不足していることになる。この場合、図 7 に示すように、煙道 13 内に NH_3 供給部 71 より NH_3 を供給すると共に、二流体ノズル 37 より NH

50

NH_4Cl 溶液 14 を噴霧するようにする。また、 NH_3 を供給する代わりに尿素 ($(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}=\text{O}$) を噴霧するようにしてもよい。

【0091】

HCl 供給部 72 より HCl を供給する位置、 NH_3 供給部 71 より NH_3 を供給する位置、 NH_4Cl 溶液 14 を噴霧する二流体ノズル 37 の位置の順序は何れも可能であるが、 NH_4Cl 溶液 14 を噴霧する位置は、 NH_3 、 HCl を供給する位置よりも上流側とするのが好ましい。これは、 NH_4Cl 溶液 14 は、 NH_3 、 HCl よりも蒸発して気化するのに時間がかかるためである。

【0092】

そのため、例えば、 HCl 、 NH_4Cl 溶液 14 を煙道 13 内に供給する場合、上流側から二流体ノズル 37 で NH_4Cl 溶液 14 を噴霧した後、 HCl 供給部 71 より HCl を噴霧するのが好ましい。

10

【0093】

または、 NH_3 、 NH_4Cl 溶液 14 を煙道 13 内に供給する場合、上流側から二流体ノズル 37 で NH_4Cl 溶液 14 を供給した後、 NH_3 供給部 71 より NH_3 あるいは尿素を噴霧するのが好ましい。

【0094】

または、 HCl 、 NH_3 を煙道 13 内に供給する場合、上流側から HCl 供給部 72 より HCl を供給した後、 NH_3 供給部 71 より NH_3 あるいは尿素を噴霧するのが好ましい。

20

【0095】

これにより、図 7 に示すような本実施例に係る水銀除去システム 10A では、別途 NH_3 及び HCl の供給を行なうようにしているので、高温排ガス 12 中の NO_x 又は Hg 濃度の変動が生じるような場合においても適切な対応が可能となる。

【0096】

また、本実施例に係る水銀除去システム 10A においては、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。

【0097】

また、本実施例に係る水銀除去システム 10A においては、 NH_4Cl 溶液 14 に、還元剤を含んだ溶液、水銀塩素化剤を含んだ溶液の何れか一方又は両方を混合して用いてもよい。 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) 溶液とを混合した混合液を用いた構成を図 8 に示す。

30

【0098】

図 8 に示すように、本実施例に係る水銀除去システム 10A は、 NH_4Cl 溶液 14 と、 NH_3 溶液 81 と、 HCl 溶液 82 とを混合した混合液 83 を二流体ノズル 37 より煙道 13 内に噴霧するようにしたものである。 NH_4Cl 溶解タンク 27 中の NH_4Cl 溶液 14 と、アンモニア (NH_3) 溶解タンク 84 中の NH_3 溶液 81 と、塩化水素 (HCl) 溶解タンク 85 中の HCl 溶液 82 とを混合液タンク 86 に各々供給し、混合液タンク 86 内において混合する。得られた混合液 83 を二流体ノズル 37 に送給し、二流体ノズル 37 より煙道 13 内に噴霧するようにする。これにより、別途 NH_3 及び HCl を供給することができるため、高温排ガス 12 中の NO_x 又は Hg 濃度に応じて適切な対応が可能となる。また、 NH_3 溶解タンク 84、 HCl 溶解タンク 85 には、攪拌器 30-3、30-4 が設けられ、 NH_3 溶解タンク 84 内で NH_3 溶液 81 の NH_3 濃度が均一になるようにし、 HCl 溶解タンク 85 内で HCl 溶液 82 の HCl 濃度が均一になるようにしている。

40

【0099】

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

50

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、 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、 NO_x 濃度が変動するため、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。

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。

【0100】

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、煙道 13 中の還元脱硝装置 16 の上流側に常温常圧で非ガス状である NH_4Cl 溶液 14 を液体状で噴霧し、噴霧した NH_4Cl 溶液 14 を気化し、 HCl 、 NH_3 に分解することで、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。このため、高温排ガス 12 中の Hg の除去性能を維持することができる。また、 HCl 気化装置、噴霧グリッド、貯蔵タンク等の設備を省略でき、 NH_4Cl 粉末 21 の取り扱いが容易であると共に、法規上の許認可費用、安全管理対策にかかる設備費用を大幅に低減することができる。更に、 NH_4Cl 粉末 21 は薬剤費用も安く、高温排ガス 12 を熱源として噴霧した NH_4Cl 溶液 14 の液滴から生じる NH_4Cl を昇華させるのに用いているため、新たな昇華設備も不要であり、運転費用を低減させることができる。

【実施例 2】

【0101】

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。

図 9 は、本発明の実施例 2 に係る水銀除去システムを示す概略図である。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。

【0102】

図 9 に示すように、本実施例に係る水銀除去システム 10B は、 NH_4Cl 溶液 14 の NH_4Cl の濃度に応じて NH_4Cl 溶解フィードタンク 41 からフィードポンプ 42 により NH_4Cl 溶液供給管 33 を流入する NH_4Cl 溶液 14 の流量をバルブ V2 により調整する。

【0103】

演算装置 32 は NH_4Cl 濃度計 31 により測定された NH_4Cl 溶液 14 の濃度の値に基づいて NH_4Cl 溶液 14 の供給速度を算出する。演算装置 32 で算出された NH_4Cl 溶液 14 の供給速度をバルブ V2 に伝達し、バルブ V2 の開閉具合を調整することで NH_4Cl 溶液供給管 33 を流入する NH_4Cl 溶液 14 の流量を調整することができる。例えば、 NH_4Cl 溶液 14 の濃度が 20 wt % 程度の時の NH_4Cl 溶液 14 の流量を基準とした時、 NH_4Cl 溶液 14 の濃度が 20 wt % よりも高い場合には、 NH_4Cl 溶液 14 の流量を少なくし、 NH_4Cl 溶液 14 の濃度が 20 wt % よりも低い場合には、 NH_4Cl 溶液 14 の流量を多くする。

【0104】

よって、 NH_4Cl 溶解タンク 27 中の NH_4Cl 溶液 14 の濃度に応じて NH_4Cl 溶液 14 を適正な流量で二流体ノズル 37 から煙道 13 内に供給することができる。これにより、より確実に NH_4Cl を気化させることができ、 NH_4Cl に起因する粉体の残留等を確実に防止することができる。

【実施例 3】

【0105】

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 10 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。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。

10

20

30

40

50

【0106】

図10に示すように、本実施例に係る水銀除去システム10Cは、 NH_4Cl 溶液14の NH_4Cl の濃度に応じてサイロ22内の NH_4Cl 粉末21を NH_4Cl 溶解タンク27に送給する供給量と、水供給タンク28より NH_4Cl 溶解タンク27に送給する水29の供給量と、 NH_4Cl 溶解フィードタンク41からフィードポンプ42により NH_4Cl 溶液供給管33を流入する NH_4Cl 溶液14の流量と、を調整するものである。

【0107】

演算装置32が NH_4Cl 濃度計31で測定された NH_4Cl 溶液14の濃度の値に基づいて、高温排ガス12中の NO_x 濃度、Hg濃度に応じて、フィーダ25で NH_4Cl 溶解タンク27内に送給する NH_4Cl 粉末21の供給量と、バルブV1で NH_4Cl 溶解タンク27内に送給する水29の供給量とを調整することにより NH_4Cl 溶液14の濃度を任意の濃度に調整することができる。また、調整した NH_4Cl 溶液14の濃度に応じた NH_4Cl 溶液14の供給速度より、バルブV2により NH_4Cl 溶液供給管33を流入する NH_4Cl 溶液14の流量を調整することができる。

10

【0108】

よって、高温排ガス12中の NO_x 濃度、Hg濃度に応じて NH_4Cl 溶液14の濃度を任意調整することができると共に、調整した NH_4Cl 溶液14の濃度に応じて NH_4Cl 溶液14を適正な流量として二流体ノズル37から煙道13内に供給することができる。これにより、ボイラ等の燃焼設備から排出される高温排ガス中の NO_x 及びHgの濃度に対応させて、高温排ガス12中に NH_4Cl を必要量供給することができるため、より確実に NH_4Cl を気化させることができ、 NH_4Cl に起因する粉体の残留等を確実に防止することができる。

20

【産業上の利用可能性】

【0109】

以上のように、本発明に係る水銀除去システムは、 NH_4Cl を液体状で煙道内に噴霧することで、煙道内を通過する高温排ガスにより、噴霧した NH_4Cl の微細な液滴から生じる NH_4Cl を気化し、 HCl 、 NH_3 とにそれぞれ分解することができ、Hgの除去性能を維持しつつ、運転費用の抑制を図ることができる。

【符号の説明】

【0110】

30

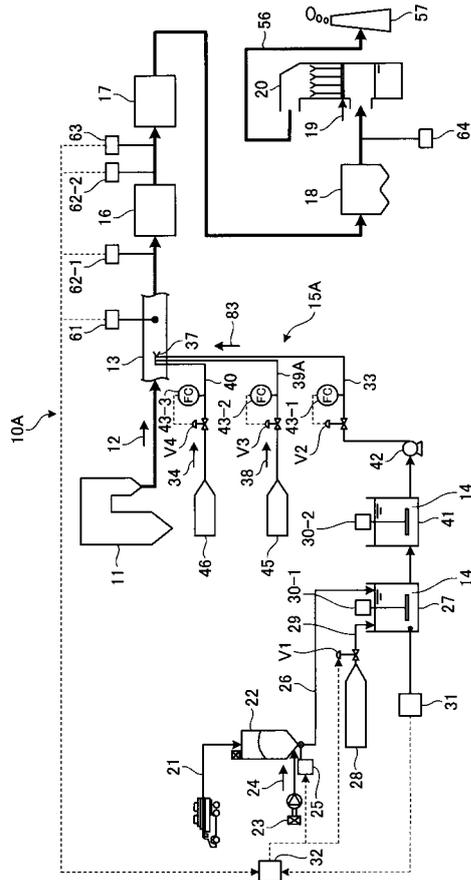
- 10A ~ 10C 水銀除去システム
- 11 ボイラ
- 12 高温排ガス
- 13 煙道
- 14 塩化アンモニウム (NH_4Cl) 溶液
- 15 塩化アンモニウム (NH_4Cl) 供給部
- 16 還元脱硝装置
- 17 エアヒータ (APH)
- 18 集塵器
- 19 石灰石膏スラリー
- 20 湿式脱硫装置
- 21 塩化アンモニウム (NH_4Cl) 粉末
- 22 サイロ
- 23 プロワ
- 24 空気
- 25 フィーダ
- 26 NH_4Cl 粉末送給通路
- 27 NH_4Cl 溶解タンク
- 28 水供給タンク
- 29 水

40

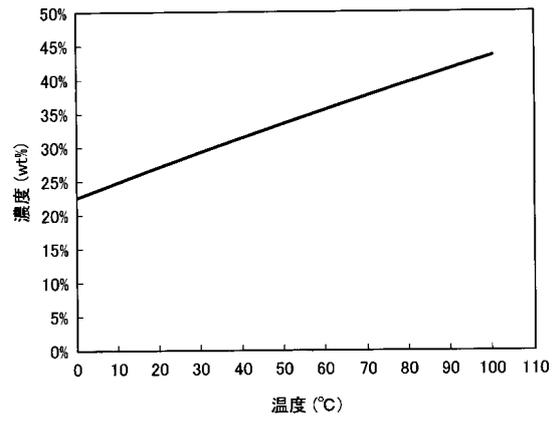
50

30 - 1 ~ 30 - 4	攪拌器	
31	塩化アンモニウム (NH_4Cl) 濃度計	
32	演算装置	
33	NH_4Cl 溶液供給管	
34、38	空気	
35	噴射孔	
36	吹込み管	
37	二流体ノズル	
39 A、39 B、40	空気供給管	
41	NH_4Cl 溶解フィードタンク	10
42	フィードポンプ	
43 - 1 ~ 43 - 3	流量計	
44	隙間	
45、45	空気供給部	
51、53	フランジ部	
52	開口部	
54	噴射ノズル	
56	浄化ガス	
57	煙突	
61	流量計	20
62 - 1、62 - 2	窒素酸化物 (NO_x) 濃度計	
63	水銀 (Hg) 濃度計	
64	塩化水素 (HCl) 濃度計	
71	アンモニア (NH_3) 供給部	
72	塩化水素 (HCl) 供給部	
V1 ~ V4	バルブ	

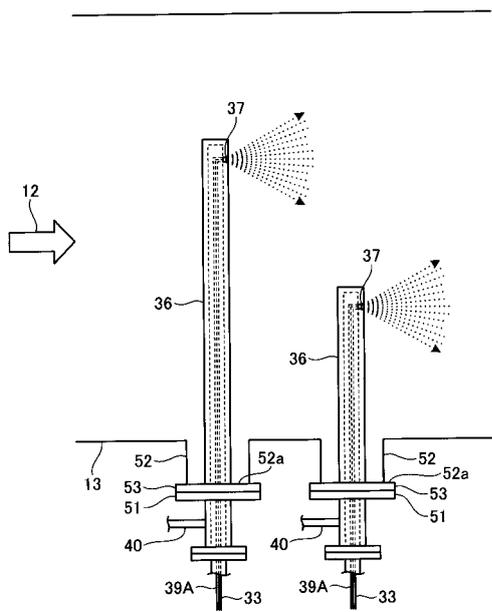
【 図 1 】



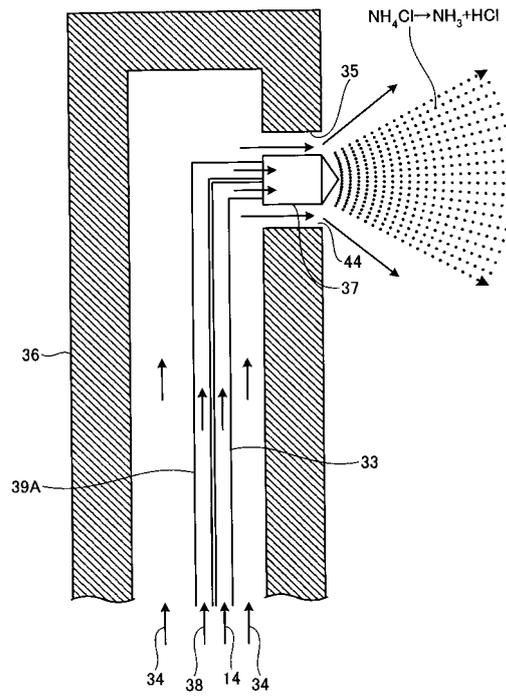
【 図 2 】



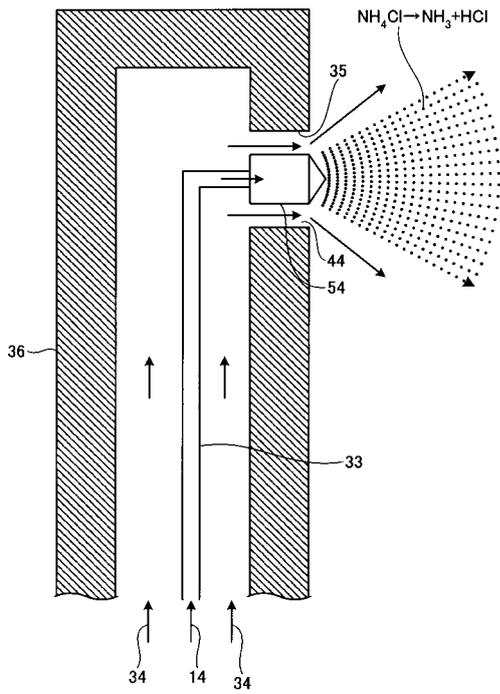
【 図 3 】



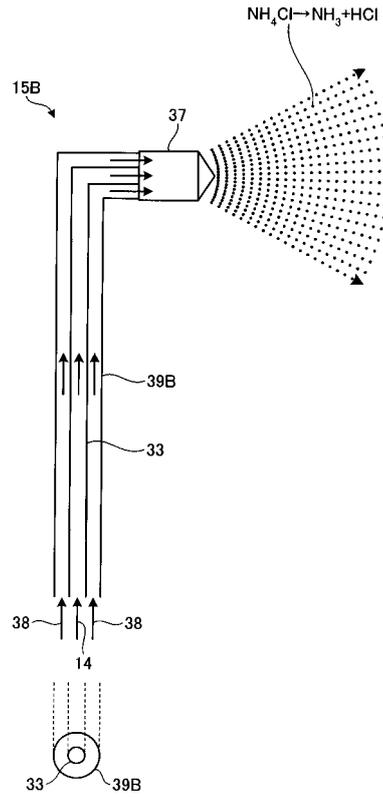
【 図 4 】



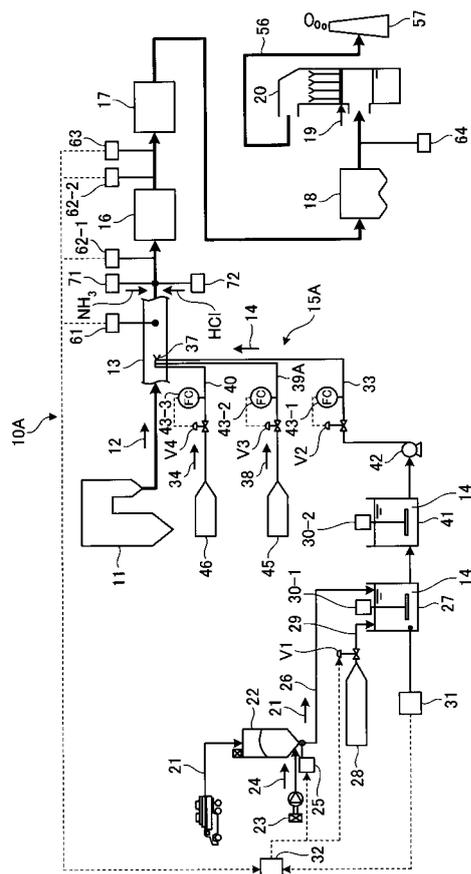
【 図 5 】



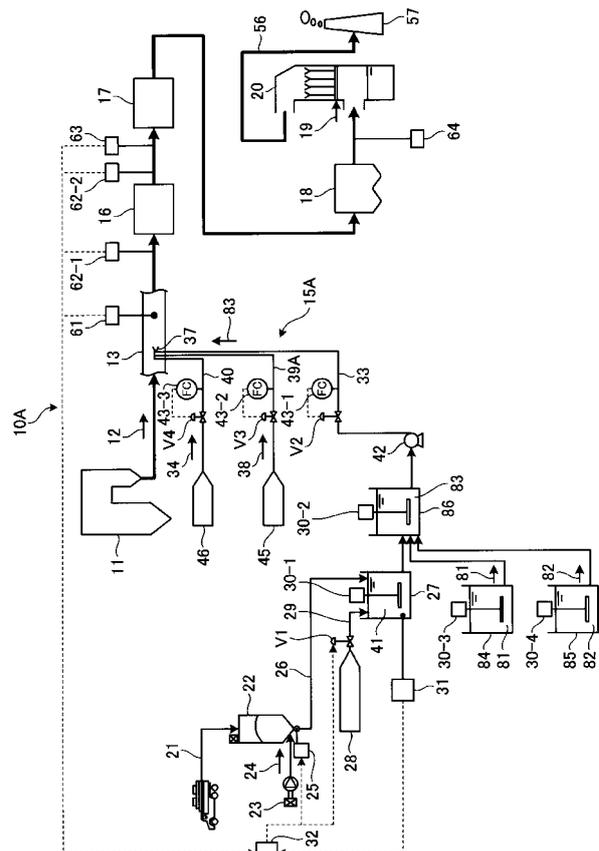
【 図 6 】



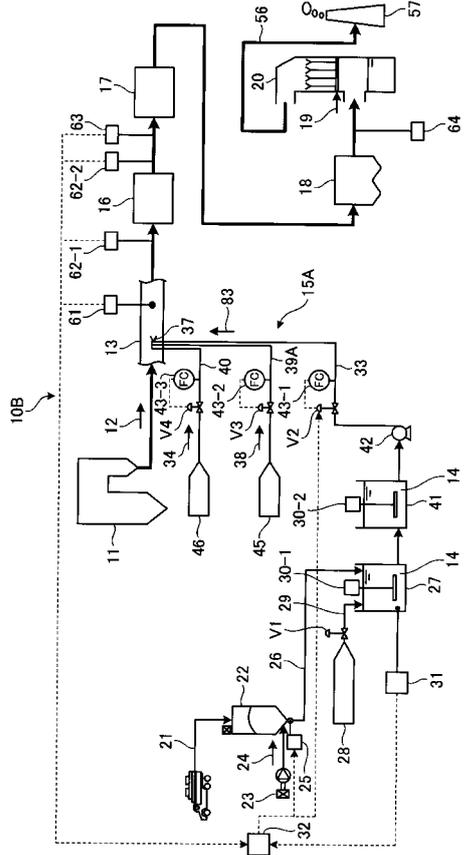
【 図 7 】



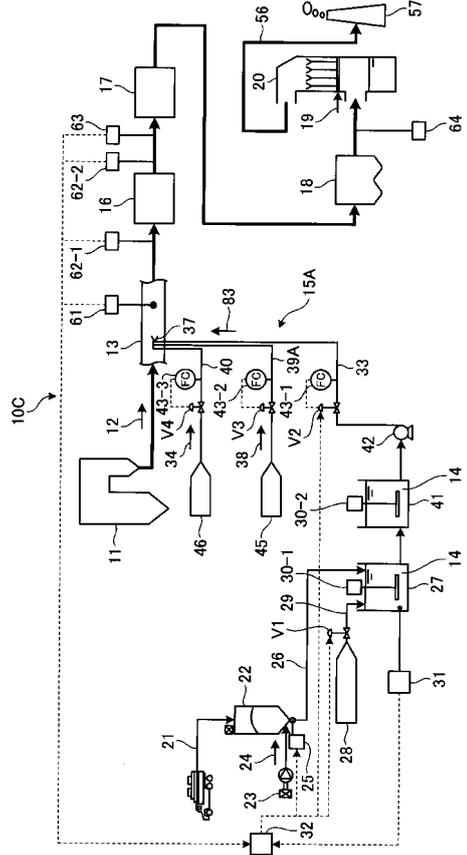
【 図 8 】



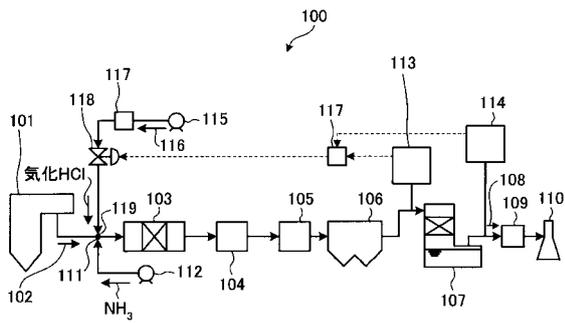
【 図 9 】



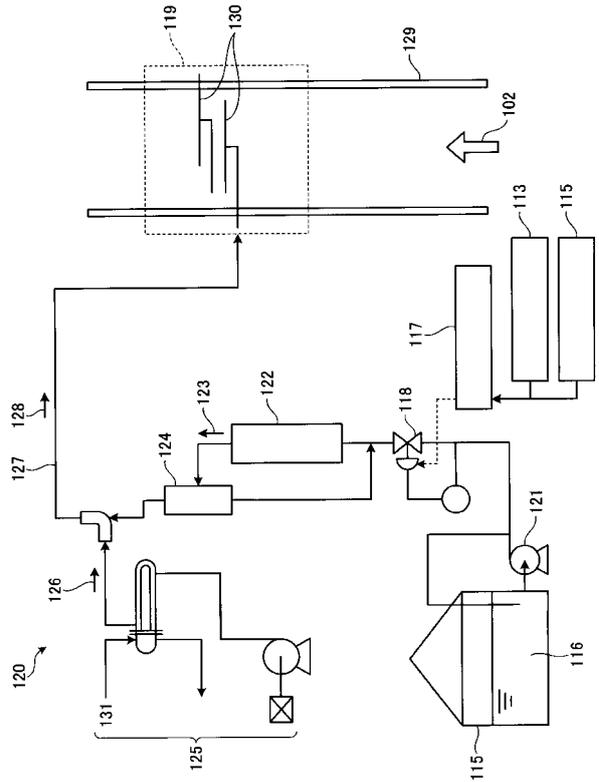
【 図 10 】



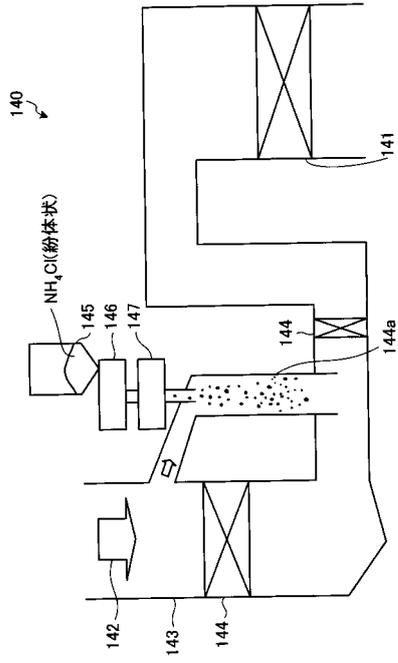
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
B 0 1 D 53/94	(2006.01)	B 0 1 D	53/36	Z
B 0 1 D 53/86	(2006.01)	F 2 3 J	15/00	Z
		F 2 3 J	15/00	H

(72)発明者 沖野 進
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 長安 立人
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 香川 晴治
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

Fターム(参考) 3K070 DA01 DA02 DA14 DA22 DA25 DA27 DA38 DA45 DA50 DA60
4D002 AA02 AA12 AA29 AC01 BA02 BA05 BA06 BA14 CA01 CA11
CA13 DA05 DA07 DA16 DA17 DA70 GA01 GA02 GA03 GB02
GB03 GB06 GB08 GB20
4D020 AA06 AA10 BA02 BA09 BB05 CB25 CD02 CD03 DA01 DA02
DA03 DB02 DB03 DB05 DB07 DB20
4D048 AA16 AB01 AC03 AC05 DA01 DA10