

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5558042号
(P5558042)

(45) 発行日 平成26年7月23日(2014.7.23)

(24) 登録日 平成26年6月13日(2014.6.13)

(51) Int.Cl.	F 1	
BO1D 53/64 (2006.01)	BO1D 53/34	136A
BO1D 53/34 (2006.01)	BO1D 53/34	ZAB
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/36	101A
BO1D 53/56 (2006.01)	BO1D 53/34	129B
BO1D 53/50 (2006.01)	BO1D 53/34	125E
請求項の数 15 (全 33 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2009-182710 (P2009-182710)
 (22) 出願日 平成21年8月5日(2009.8.5)
 (65) 公開番号 特開2011-31222 (P2011-31222A)
 (43) 公開日 平成23年2月17日(2011.2.17)
 審査請求日 平成23年6月21日(2011.6.21)

前置審査

(73) 特許権者 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 四條 利久磨
 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 坂田 展康
 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】 排ガス処理装置及び排ガスの水銀除去方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ボイラからの排ガス中に含まれる窒素酸化物、水銀を除去する排ガス処理装置であって、

前記ボイラの下流の煙道内に、気化した際に酸化性ガスと還元性ガスとを生成する塩化アンモニウムを複数の噴霧ノズルにより液体状で噴霧する還元酸化助剤供給手段と、

前記排ガス中の窒素酸化物を前記還元性ガスで還元すると共に、前記酸化性ガス共存下で水銀を酸化する脱硝触媒を有する還元脱硝手段と、

該還元脱硝手段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手段と、を有し、

前記噴霧ノズルが、ガス流速 15 m/s 、液滴初速 300 m/s 、液滴径 40 nm 以上 $80 \text{ }\mu\text{m}$ 以下、排ガス温度 350 、及び液滴温度 20 の条件下における液滴気化に要する距離 L 、及び噴射角度に基づいて求められる前記噴霧ノズルのノズル孔と前記煙道の内壁との最短距離 x が、下記式(1)を満たすように配置され、前記塩化アンモニウムを前記煙道の内壁に付着しないように前記煙道内に供給することを特徴とする排ガス処理装置。

$$x > L \times \sin \dots (1)$$

【請求項2】

請求項1において、

前記塩化アンモニウムが気化する領域よりも後流側に、前記塩化アンモニウムが気化し

た際に生成される前記酸化性ガス及び前記還元性ガスを前記排ガスと混合させるのを促進する混合手段を有することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

前記噴霧ノズルのノズル孔が、前記煙道の壁面から 0.5 m 以上離れた位置に設けられることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか一つにおいて、

複数の噴霧ノズルのノズル孔が、下記式を満たすように配置することを特徴とする排ガス処理装置。

$$a < b / 5 \cdots (2)$$

但し、a は噴霧ノズルのノズル間距離であり、b は煙道の断面の長さのうちの長辺側の長さである。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか一つにおいて、

前記噴霧ノズルが、前記塩化アンモニウムを噴霧するノズル孔を複数有することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記ノズル孔同士の間隔が、0.3 m 以下であることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか一つにおいて、

各々の前記噴霧ノズルからの噴霧量が変更可能であることを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の何れか一つにおいて、

前記還元酸化助剤供給手段と前記還元脱硝手段との間に設けられ、前記煙道中にアンモニアガスを供給するアンモニアガス供給部、前記煙道内に塩化水素ガスを供給する塩化水素ガス供給部の何れか一方又は両方を有することを特徴とする排ガス処理装置。

【請求項 9】

ボイラからの排ガス中に含まれる窒素酸化物、水銀を除去する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酸化性ガスと還元性ガスとを生成する塩化アンモニウムを複数の噴霧ノズルにより液体状で噴霧する還元酸化助剤供給工程と、

脱硝触媒で前記排ガス中の窒素酸化物を前記還元性ガスで還元すると共に、前記酸化性ガス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、

前記噴霧ノズルをガス流速 15 m/s、液滴初速 300 m/s、液滴径 40 nm 以上 80 μm 以下、排ガス温度 350℃、及び液滴温度 20℃ の条件下における液滴気化に要する距離 L、及び噴射角度 θ とに基づいて求められる前記噴霧ノズルのノズル孔と前記煙道の内壁との最短距離 x が、下記式 (3) を満たすように配置され、前記塩化アンモニウムを前記煙道の内壁に付着しないように前記煙道内に供給することを特徴とする排ガスの水銀除去方法。

$$x > L \times \sin \theta \cdots (3)$$

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記塩化アンモニウムが気化する領域よりも後流側において、混合手段で前記塩化アンモニウムが気化した際に生成される前記酸化性ガス及び前記還元性ガスと前記排ガスとの混合を促進することを特徴とする排ガスの水銀除去方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

請求項 9 又は 1 0 において、
前記噴霧ノズルのノズル孔を前記煙道の壁面から 0 . 5 m 以上離れた位置に設けることを特徴とする排ガスの水銀除去方法。

【請求項 1 2】

請求項 9 乃至 1 1 の何れか一つにおいて、
複数の噴霧ノズルのノズル孔を下記式を満たすように配置することを特徴とする排ガスの水銀除去方法。

$$a \quad b / 5 \cdots (4)$$

但し、a は噴霧ノズルのノズル間距離であり、b は煙道の断面の長さのうちの長辺側の長さである。

10

【請求項 1 3】

請求項 9 乃至 1 2 の何れか一つにおいて、
前記塩化アンモニウムを供給する供給位置よりも上流側に、前記排ガスの流速を測定する流量測定工程を有し、
測定された前記排ガスの流速に基づいて前記塩化アンモニウムの噴霧量、噴霧角度、及び初速度を調整することを特徴とする排ガスの水銀除去方法。

【請求項 1 4】

請求項 9 乃至 1 3 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に、前記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の供給量を調整することを特徴とする排ガスの水銀除去方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 又は 1 4 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ガスを供給するアンモニアガス供給工程、前記煙道中に塩化水素ガスを供給する塩化水素ガス供給工程の何れか一方又は両方を含み、
前記流量測定工程により測定された前記排ガスの流速に基づいて前記アンモニアガス供給工程より供給する前記アンモニアガス、前記塩化水素ガス供給工程より供給する前記塩化水素ガスの何れか一方又は両方の噴霧量、噴霧角度、及び初速度を調整することを特徴とする排ガスの水銀除去方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、ボイラなどから排出される排ガス中に含まれる水銀の酸化処理を行う排ガス処理装置及び排ガスの水銀除去方法に関する。

40

【背景技術】

【0 0 0 2】

石炭焼き排ガスや重質油を燃焼した際に生じる排ガス中には、煤塵、硫黄酸化物 (SO_x)、窒素酸化物 (NO_x) のほか、金属水銀 (Hg⁰) 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。

【0 0 0 3】

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側でアンモ

50

ニウム (NH_3) 溶液を噴霧して還元脱硝すると共に、塩酸 (HCl) 溶液等の酸化助剤を噴霧し、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】

また、 HCl を供給する方法として、塩化水素 (HCl) 気化器を用いて塩酸 (HCl) 溶液を気化させ塩化水素 (HCl) ガスとし、所定濃度の HCl を含む混合ガスに調整した後、混合ガスを煙道内に分散させ、水銀を含有する排ガス中に均一に噴霧する方法がある(例えば、特許文献2参照。)

【0005】

また、他の HCl を供給する方法として、脱硝装置の前流側の煙道内に塩化アンモニウム (NH_4Cl) を粉体状として添加し、排ガスの高温雰囲気温度により NH_4Cl を昇華させ、 HCl 、アンモニア (NH_3) をそれぞれ気化させ、気化された HCl ガス、 NH_3 ガスを排ガスに混合する方法がある(例えば、特許文献3参照。)

【0006】

上記のような排ガス中の金属水銀を処理する方法では、塩酸溶液を用いる場合、塩酸は危険物であるため、輸送、取り扱いなど手間及びコストを要するという問題がある。また、 HCl 気化器を用いた場合では、熱源としてスチーム等が必要となり、 HCl 気化器など設備、運転、メンテナンスなどの費用を要するという問題がある。更に、 NH_4Cl 粉末を用いた場合では、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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【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】

【0008】

そこで、近年、 Hg^0 を脱硝触媒にて酸化させるために、脱硝装置の前流側で塩化アンモニウム (NH_4Cl) 溶液を噴霧する方法が検討されている。従来のように、塩酸溶液を用いる方法に比べ、 NH_4Cl 溶液は危険性が少ないため輸送、取り扱いが容易であり、なおかつ、液を噴霧するため気化器などの設備が不要であり、コストが低減できる。

【0009】

ボイラから排出される排ガスの排ガス処理システムの概略図を図29に示す。図29に示すように、排ガス処理システム100は、燃料として石炭を供給するボイラ101から排出された NO_x 、 Hg^0 を含有する排ガス102に NH_4Cl 溶液103を煙道104内に噴霧する NH_4Cl 噴霧装置105と、 NO_x を還元すると共に、 Hg^0 を酸化する脱硝触媒を備える還元脱硝装置106と、排ガス102中の酸化された HgCl を除去する脱硫装置107とを有する。ボイラ101から排出された排ガス102中に NH_4Cl 溶液タンク108より NH_4Cl 溶液103を噴霧ノズル109により噴霧し、 NH_4Cl 溶液103が気化し、 NH_3 ガス、 HCl ガスを排ガス102に混合する。その後、排ガス102は還元脱硝装置106に供給され、還元脱硝装置106内の脱硝触媒により NO_x の還元を行なうと共に、 Hg^0 を酸化する。その後、 NO_x 除去後の排ガス102は空気予熱器(エアヒータ)110で空気111と熱交換され、熱回収された後、電気集塵器112に供給され、熱回収後の排ガス102中の煤塵が除去される。排ガス102は脱硫装置107に供給され、脱硫装置107に供給される石膏石スラリー113と気液接触させ、 SO_x 、 Hg が除去され、浄化ガス114として煙突115より外部に排出される。

【0010】

10

20

30

40

50

また、煙道 104 内の還元脱硝装置 106 の前流側に設置された NO_x 測定計 116 により排ガス 102 中の NO_x 濃度を測定し、脱硫装置 107 の後流側に設置された Hg 濃度計 117 により Hg の濃度を測定する。測定された NO_x 濃度、Hg 濃度の測定値に基づいて、NH₄Cl 溶液タンク 108 より供給する NH₄Cl 溶液 103 の供給量、濃度を演算部 118 により算出する。算出された NH₄Cl 溶液 103 の供給量、濃度に基づいて、制御手段 119 により煙道 104 内に供給される NH₄Cl 溶液 103 の供給量を制御する。

【0011】

また、脱硫装置 107 の塔底部に設置された酸化還元電位測定装置 120 により酸化還元電位を測定し、空気 121 の供給量を調整し、酸化水銀の還元防止と、放散防止を行っている。

10

【0012】

このように、排ガス 102 中に NH₄Cl 溶液 103 を供給することで、排ガス 102 中の NO_x を除去すると共に、Hg を酸化することができる。

【0013】

ここで、図 29 に示す排ガス処理システム 100 では、図 30 に示すように、噴霧ノズル 109 が例えば煙道 104 の壁面に沿って複数設けられており、噴霧ノズル本数は設置コストやメンテナンス性を考慮すると少ない方が望ましいが、少なすぎると煙道 104 内に NH₄Cl 溶液 103 を均一に噴霧することはできない。そのため、NH₄Cl 溶液 103 から生じる NH₃、HCl が排ガス 102 中に均一に供給することはできず、排ガス 102 中の NH₃ 濃度、HCl 濃度が不均一となり、脱硝性能および水銀酸化性能が低下する、という問題がある。

20

【0014】

また、NH₄Cl 溶液 103 が気化する前に煙道 104 の壁面に付着した場合、煙道 104 の腐食、灰の堆積、ヒートショックによる破損などを生じる虞がある、という問題がある。

【0015】

本発明は、前記問題に鑑み、還元剤、水銀塩素化剤を濃度ムラ無く均一に煙道内に供給し、水銀の除去性能、窒素酸化物の還元性能を維持することが可能な排ガス処理装置及び排ガスの水銀除去方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0016】

上述した課題を解決するため、下記構成とすることができる。

1) 本発明の第 1 の発明は、ボイラからの排ガス中に含まれる窒素酸化物、水銀を除去する排ガス処理装置であって、前記ボイラの下流の煙道内に、気化した際に酸化性ガスと還元性ガスとを生成する塩化アンモニウムを複数の噴霧ノズルにより液体状で噴霧する還元酸化助剤供給手段と、前記排ガス中の窒素酸化物を前記還元性ガスで還元すると共に、前記酸化性ガス共存下で水銀を酸化する脱硝触媒を有する還元脱硝手段と、該還元脱硝手段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手段と、を有し、前記噴霧ノズルが、ガス流速 15 m/s、液滴初速 300 m/s、液滴径 40 nm 以上 80 μm 以下、排ガス温度 350、及び液滴温度 20 の条件下における液滴気化に要する距離 L、及び噴射角度に基づいて求められる前記噴霧ノズルのノズル孔と前記煙道の内壁との最短距離 x が、下記式(1)を満たすように配置され、前記塩化アンモニウムを前記煙道の内壁に付着しないように前記煙道内に供給することを特徴とする排ガス処理装置にある。

40

$$x > L \times \sin \theta \quad \dots (1)$$

【0017】

2) 第 2 の発明は、第 1 の発明において、前記塩化アンモニウムが気化する領域よりも後流側に、前記塩化アンモニウムが気化した際に生成される前記酸化性ガス及び前記還元性ガスを前記排ガスと混合させるのを促進する混合手段を有することを特徴とする排ガス

50

処理装置。

【0019】

3) 第3の発明は、第1又は2の発明において、前記噴霧ノズルのノズル孔が、前記煙道の壁面から0.5m以上離れた位置に設けられることを特徴とする排ガス処理装置にある。

【0020】

4) 第4の発明は、第1乃至3の何れか一つの発明において、複数の噴霧ノズルのノズル孔が、下記式を満たすように配置することを特徴とする排ガス処理装置にある。

$$a \quad b / 5 \cdots (2)$$

但し、aは噴霧ノズルのノズル間距離であり、bは煙道の断面の長さのうちの長辺側の長さである。

【0021】

5) 第5の発明は、第1乃至4の何れか一つの発明において、前記噴霧ノズルが、前記塩化アンモニウムを噴霧するノズル孔を複数有することを特徴とする排ガス処理装置にある。

【0022】

6) 第6の発明は、第5の発明において、前記ノズル孔同士の間隔が、0.3m以下であることを特徴とする排ガス処理装置にある。

【0023】

7) 第7の発明は、第1乃至6の何れか一つの発明において、各々の前記噴霧ノズルからの噴霧量が変更可能であることを特徴とする排ガス処理装置にある。

【0024】

8) 第8の発明は、第1乃至7の何れか一つの発明において、前記還元酸化助剤供給手段と前記還元脱硝手段との間に設けられ、前記煙道中にアンモニアガスを供給するアンモニアガス供給部、前記煙道内に塩化水素ガスを供給する塩化水素ガス供給部の何れか一方又は両方を有することを特徴とする排ガス処理装置にある。

【0025】

9) 第9の発明は、ボイラからの排ガス中に含まれる窒素酸化物、水銀を除去する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酸化性ガスと還元性ガスとを生成する塩化アンモニウムを複数の噴霧ノズルにより液体状で噴霧する還元酸化助剤供給工程と、脱硝触媒で前記排ガス中の窒素酸化物を前記還元性ガスで還元すると共に、前記酸化性ガス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、前記噴霧ノズルをガス流速15m/s、液滴初速300m/s、液滴径40nm以上80μm以下、排ガス温度350、及び液滴温度20の条件下における液滴気化に要する距離L、及び噴射角度とに基づいて求められる前記噴霧ノズルのノズル孔と前記煙道の内壁との最短距離xが、下記式(3)を満たすように配置され、前記塩化アンモニウムを前記煙道の内壁に付着しないように前記煙道内に供給することを特徴とする排ガスの水銀除去方法。

$$x > L \times \sin \cdots (3)$$

【0026】

10) 第10の発明は、第9の発明において、前記塩化アンモニウムが気化する領域よりも後流側において、混合手段で前記塩化アンモニウムが気化した際に生成される前記酸化性ガス及び前記還元性ガスと前記排ガスとの混合を促進することを特徴とする排ガスの水銀除去方法にある。

【0028】

11) 第11の発明は、第9又は10の発明において、前記噴霧ノズルのノズル孔を前記煙道の壁面から0.5m以上離れた位置に設けることを特徴とする排ガスの水銀除去方法にある。

【0029】

10

20

30

40

50

12) 第12の発明は、第9乃至11の何れか一つの発明において、複数の噴霧ノズルのノズル孔を下記式を満たすように配置することを特徴とする排ガスの水銀除去方法にある。

$$a \quad b / 5 \cdots (4)$$

但し、aは噴霧ノズルのノズル間距離であり、bは煙道の断面の長さのうちの長辺側の長さである。

【0030】

13) 第13の発明は、第9乃至12の何れか一つの発明において、前記塩化アンモニウムを供給する供給位置よりも上流側に、前記排ガスの流速を測定する流量測定工程を有し、測定された前記排ガスの流速に基づいて前記塩化アンモニウムの噴霧量、噴霧角度、及び初速度を調整することを特徴とする排ガスの水銀除去方法にある。

10

【0031】

14) 第14の発明は、第9乃至13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に、前記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の供給量を調整することを特徴とする排ガスの水銀除去方法にある。

20

【0032】

15) 第15の発明は、第13又は14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ガスを供給するアンモニアガス供給工程、前記煙道中に塩化水素ガスを供給する塩化水素ガス供給工程の何れか一方又は両方を含み、前記流量測定工程により測定された前記排ガスの流速に基づいて前記アンモニアガス供給工程より供給する前記アンモニアガス、前記塩化水素ガス供給工程より供給する前記塩化水素ガスの何れか一方又は両方の噴霧量、噴霧角度、及び初速度を調整することを特徴とする排ガスの水銀除去方法にある。

【0033】

更に上述の課題を解決するため、更に下記構成を採用することもできる。

【0034】

18) 即ち、前記還元酸化助剤が気化する領域よりも後流側に、前記還元酸化助剤が気化した際に生成される前記酸化性ガス及び前記還元性ガスを前記排ガスと混合させるのを促進する混合手段を設けるようにしてもよい。

30

【0035】

19) 前記混合手段を前記還元酸化助剤を供給する供給位置よりも前記煙道内の1m以上10m以下後流側に設けるようにしてもよい。

【0036】

20) 前記混合手段が、前記排ガスに旋回流を生じさせる旋回流誘起部材を前記排ガスの流れ方向と直交するように複数配置されたユニットで形成するようにしてもよい。

【0037】

21) 前記混合手段が、前記ユニットを前記排ガスの流れ方向に複数段設けられてなるようにしてもよい。

40

【0038】

22) 前記旋回流誘起部材が、前記排ガスの入口側に対向面を有する一对の第1の旋回流誘起板と、前記排ガスの排出側に対向面を有する一对の第2の旋回流誘起板と、を有し、前記第1の旋回流誘起板と前記第2の旋回流誘起板とを連結する連結部において両方の対向面が異なるように各々連結されるようにしてもよい。

【0039】

23) 前記旋回流誘起部材の幅L、高さDが、下記式の範囲内となるようにしてもよい。

50

$MIN(B, H) / 10 \quad L \quad MIN(B, H) \cdots (5)$

$MIN(B, H) / 10 \quad D \quad 5 \times MIN(B, H) \cdots (6)$

但し、Bは設置位置における煙道の断面の一方の辺の長さであり、Hは煙道の断面の他方の辺の長さであり、 $MIN(B, H)$ は煙道の断面の一方の辺の長さB、煙道の断面の他方の辺の長さHのうちの何れか短辺側の長さの値である。

【0040】

24) 前記煙道が前記煙道内に前記還元酸化助剤を供給する供給位置よりも後流側の前記煙道の内壁に突状部材を設けるようにしてもよい。

【0041】

25) 前記煙道が前記煙道内に前記還元酸化助剤を供給する供給位置よりも後流側に前記煙道内の通路を狭くするくびれ部を設けるようにしてもよい。

【0042】

26) 前記還元脱硝手段の上流側に設けられるガイドベーンに、気化した前記還元性ガス、前記酸化性ガスの前記排ガスへの混合を促進する混合促進補助部材を設けるようにしてもよい。

【0043】

27) 前記噴霧ノズルが、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としてもよい。

【0044】

28) 前記還元酸化助剤を供給する供給位置よりも上流側に、前記排ガスの流速を測定する流量測定装置を設けるようにしてもよい。

【発明の効果】

【0045】

本発明によれば、ボイラの下流の煙道内に、気化した際に酸化性ガスと還元性ガスとを生成する還元酸化助剤を複数の噴霧ノズルより液体状で噴霧し、前記噴霧ノズルが前記還元酸化助剤を前記煙道の内壁に付着しないように前記煙道内に供給することで、還元酸化助剤が気化した際に発生する酸化性ガス及び還元性ガスを濃度ムラ無く均一に煙道内に供給することができる。このため、還元脱硝装置における水銀の酸化性能を向上させることができると共に、窒素酸化物の還元性能を向上することができる。

また、前記還元酸化助剤が気化する前に前記煙道の壁面に付着するのを防止することができるため、前記煙道の腐食等に起因して発生する前記煙道の破損を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】図1は、本発明の実施例1に係る排ガス処理装置の構成を示す概略図である。

【図2】図2は、噴霧ノズルから噴霧される NH_4Cl 溶液の煙道に対する噴射角度を説明する図である。

【図3】図3は、 NH_4Cl 溶液供給手段の構成の一例を示す図である。

【図4】図4は、脱硝装置の構成を具体的に示す図である。

【図5】図5は、本発明の実施例2に係る排ガス処理装置の煙道を排ガスの流れ方向から見た時の断面を示す図である。

【図6】図6は、本発明の実施例3に係る排ガス処理装置の煙道を排ガスの流れ方向から見た時の断面を示す図である。

【図7】図7は、噴霧ノズルの構成を簡略に示す図である。

【図8】図8は、噴霧ノズルの部分拡大図である。

【図9】図9は、本発明の実施例4に係る排ガス処理装置の煙道を排ガスの流れ方向から見た時の断面を示す図である。

【図10】図10は、本発明による実施例5に係る第五の排ガス処理装置の構成を簡略に示す概念図である。

【図11】図11は、混合器の一例を示す平面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】図 1 2 は、混合器を構成する旋回流誘起部材の平面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、旋回流誘起部材の正面図である。

【図 1 4】図 1 4 は、旋回流誘起部材の斜視図である。

【図 1 5】図 1 5 は、混合器を煙道内に設置した時の排ガスのガス流れを模式的に示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、図 1 4 の部分拡大図である。

【図 1 7】図 1 7 は、混合器を煙道内に設置していない場合の排ガス中の NH_3 の濃度分布の一例を模式的に示す図である。

【図 1 8】図 1 8 は、混合器を煙道内に設置した場合の排ガス中の NH_3 の濃度分布の一例を模式的に示す図である。

10

【図 1 9】図 1 9 は、混合器の圧損と混合器の寸法の関係を示す図である。

【図 2 0】図 2 0 は、本発明の実施例 6 に係る排ガス処理装置の煙道の短辺方向から見た時の図である。

【図 2 1】図 2 1 は、煙道の長辺方向から見た時の図である。

【図 2 2】図 2 2 は、本発明の実施例 7 に係る排ガス処理装置の煙道の短辺方向から見た時の図である。

【図 2 3】図 2 3 は、煙道の長辺方向から見た図である。

【図 2 4】図 2 4 は、煙道の短辺方向から見た時の図である。

【図 2 5】図 2 5 は、煙道の長辺方向から見た時の図である。

【図 2 6】図 2 6 は、本発明の実施例 8 に係る排ガス処理装置の一部を示す図である。

20

【図 2 7】図 2 7 は、図 2 4 中の一部の部分拡大斜視図である。

【図 2 8】図 2 8 は、本発明の実施例 9 に係る排ガス処理装置の構成を簡略に示す図である。

【図 2 9】図 2 9 は、ボイラの排ガス処理システムの概略図を示す図である。

【図 3 0】図 3 0 は、煙道の排ガスの流れ方向から見た時の噴霧ノズルの配置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0047】

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。

30

【実施例 1】

【0048】

本発明による実施例 1 に係る排ガス処理装置について、図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の実施例 1 に係る排ガス処理装置の構成を示す概略図である。

図 1 に示すように、本実施例に係る排ガス処理装置 1 0 は、ボイラ 1 1 からの排ガス 1 2 中に含まれる窒素酸化物 (NO_x)、水銀 (Hg) を除去する排ガス処理装置であって、ボイラ 1 1 の下流の煙道 1 3 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 1 4 を複数の噴霧ノズル 1 5 により液体状で噴霧する塩化アンモニウム (NH_4Cl) 溶液供給手段 (還元酸化助剤供給手段) 1 6 と、排ガス 1 2 中の NO_x を還元性ガスとしてアンモニア (NH_3) ガスで還元すると共に、酸化性ガスとして塩化水素 (HCl) ガス共存下で Hg を酸化する脱硝触媒を有する還元脱硝装置 (還元脱硝手段) 1 8 と、脱硝された排ガス 1 2 を熱交換する熱交換器 (エアヒータ) 1 9 と、脱硝された排ガス 1 2 中の煤塵を除去する集塵器 2 0 と、還元脱硝装置 1 8 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 2 1 を用いて除去する湿式脱硫装置 2 2 と、を有するものである。

40

【0049】

なお、本実施例に係る排ガス処理装置 1 0 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酸化性ガスと還元性ガスとを生成するものであれば用いることができる。

50

また、本発明においては、還元酸化助剤とは、酸化性ガス共存下で水銀（Hg）を酸化して塩素化するのに用いられる酸化助剤と、還元性ガスによりNO_xを還元する還元剤として機能するものをいう。

本実施例では、酸化性ガスとしてHClガスが用いられ、還元性ガスとしてNH₃ガスが用いられている。

【0050】

ボイラ11から排出される排ガス12には、NH₄Cl溶液供給手段16よりNH₄Cl溶液14が供給される。NH₄Cl溶液供給手段16は、NH₄Cl溶液14を液体状で煙道13内に供給する塩化アンモニウム（NH₄Cl）溶液供給管25と、煙道13内にNH₄Cl溶液14を圧縮して噴霧させる空気26を煙道13内に供給する空気供給管27と、塩化アンモニウム（NH₄Cl）溶液供給管25及び空気供給管27の先端部に取り付けられ、NH₄Cl溶液14及び空気26を噴射する噴霧ノズル15とを有している。

10

【0051】

NH₄Cl溶液14は塩化アンモニウム（NH₄Cl）溶液タンク28内で所定濃度に調整される。また、NH₄Cl溶液供給管25から供給されるNH₄Cl溶液14の流量はバルブV1により調整される。NH₄Cl溶液14は、NH₄Cl溶液タンク28からNH₄Cl溶液供給管25内を通過して噴霧ノズル15より煙道13内に噴霧される。

【0052】

NH₄Cl溶液供給手段16は、噴霧ノズル15がNH₄Cl溶液14を排ガス12の流通する煙道13の内壁13aに付着しないように供給するように配置している。NH₄Cl溶液14を排ガス12が流通する煙道13の内壁13aに付着しないように供給する配置としては、噴霧ノズル15が煙道13内において、煙道13の内壁13aから一定以上の距離を置いて配置される構造であることが好ましい。一定以上の距離とは、噴霧されるNH₄Cl溶液14の液滴が噴霧ノズル15から煙道13の内壁13aに到達する前に気化するのに十分な距離である。

20

実際の煙道寸法、実際の処理条件を考慮すると、噴霧ノズル15のノズル孔は、例えば煙道13の壁面から0.5m以上離れた位置に設けるのが好ましい。

【0053】

噴霧ノズル15のノズル孔の位置が、煙道13の壁面から0.5m以上離れた位置とするのは、排ガス12のガス流速、噴霧ノズル15から噴霧されるNH₄Cl溶液14の液滴初速、液滴径、噴霧ノズル15から噴霧されるNH₄Cl溶液14の煙道13に対する噴射角度、排ガス12の排ガス温度、NH₄Cl溶液14の液滴温度などを考慮する必要があるためである。その一例として、具体的に以下のように決定できる。

30

【0054】

即ち、煙道13内の排ガス12のガス流速が15m/s程度、噴霧ノズル15から噴霧されるNH₄Cl溶液14の液滴初速が300m/s程度、排ガス12のガス温度が350程度、NH₄Cl溶液14の液滴温度が20程度である場合、NH₄Cl溶液14の液滴径に応じて、推定されるNH₄Cl溶液14の液滴が噴霧から蒸発するまでの時間と、NH₄Cl溶液14の液滴が蒸発するまでの移動距離とは異なる。

NH₄Cl溶液14の液滴径と、液滴が噴霧から蒸発するまでの時間と、液滴が蒸発するまでの移動距離との関係の一例を表1に示す。表1中、tはNH₄Cl溶液14の液滴が噴霧から蒸発するまでの時間を表し、Lは液滴が蒸発するまでの移動距離を表す。

40

【0055】

【表1】

表1

液滴径 (μm)	噴霧から蒸発 するまでの時間t(s)	液滴が蒸発する までの移動距離L(m)
40	0.032	0.76
60	0.068	1.6
80	0.119	2.7

10

【0056】

表1に示すように、 NH_4Cl 溶液14の液滴径が $40\mu\text{m}$ 程度の時、この液滴が噴霧から蒸発するまでの時間 t は 0.032s 程度であり、 NH_4Cl 溶液14の液滴が蒸発するまでの移動距離 L は、噴霧ノズル15から排ガス12の流れと平行の向きに 0.76m 程度であると計算される。また、 NH_4Cl 溶液14の液滴径が $60\mu\text{m}$ 程度の時、この液滴が噴霧から蒸発するまでの時間 t は 0.068s 程度であり、 NH_4Cl 溶液14の液滴が蒸発するまでの移動距離 L は、噴霧ノズル15から排ガス12の流れと平行の向きに 1.6m 程度であると計算される。また、 NH_4Cl 溶液14の液滴径が $80\mu\text{m}$ 程度の時、この液滴が噴霧から蒸発するまでの時間 t は 0.119s 程度であり、 NH_4Cl 溶液14の液滴が蒸発するまでの移動距離 L は、噴霧ノズル15から噴霧方向に 2.7m 程度であると計算される。

20

【0057】

次に、噴霧ノズル15から噴霧される NH_4Cl 溶液14の煙道13に対する噴射角度を検討する。

図2は、噴霧ノズルから噴霧される NH_4Cl 溶液の煙道13に対する噴射角度を説明する図である。図2中、噴霧ノズル15から噴霧される NH_4Cl 溶液14の液滴の煙道13の壁面に対する噴射角度を θ とし、煙道13から噴霧ノズル15のノズル孔までの距離を x とする。

図2に示すように、噴霧ノズル15は、噴霧ノズル15から噴霧される NH_4Cl 溶液14の液滴の煙道13の壁面に対する噴射角度 θ に応じて、下記式(1)を満たすように設置することで、 NH_4Cl 溶液14から噴霧される液滴が煙道13の壁面に衝突しないようにすることができる。

30

$$L \times \sin \theta < x \cdots (1)$$

但し、 L は、 NH_4Cl 溶液の液滴が蒸発するまでの移動距離を表す。

【0058】

噴霧ノズル15から噴霧される NH_4Cl 溶液14の液滴の煙道13の壁面に対する噴射角度 θ が、排ガス12のガス流れ方向に対して 10° 程度とした時の煙道13から噴霧ノズル15までの距離 x の一例を表2に示す。

【0059】

【表2】

40

表2

液滴径 (μm)	煙道から噴霧ノズル までの距離 x (m)
40	0.13(= $0.76 \times \sin 10^\circ$)
60	0.28(= $1.6 \times \sin 10^\circ$)
80	0.47(= $2.7 \times \sin 10^\circ$)

【0060】

50

表 2 に示すように、 NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴径が $40\ \mu\text{m}$ 程度の時、煙道 1 3 から噴霧ノズル 1 5 までの距離 x は $0.13\ \text{m}$ 程度である。また、 NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴径が $60\ \mu\text{m}$ 程度の時、煙道 1 3 から噴霧ノズル 1 5 までの距離 x は $0.28\ \text{m}$ 程度である。また、 NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴径が $80\ \mu\text{m}$ 程度の時、煙道 1 3 から噴霧ノズル 1 5 までの距離 x は $0.47\ \text{m}$ 程度である。

【 0 0 6 1 】

よって、噴霧ノズル 1 5 から噴霧される NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴の煙道 1 3 の壁面に対する噴射角度が、排ガス 1 2 のガス流れ方向に対して 10° 程度である時、 NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴径が $40\ \mu\text{m}$ 程度の場合には、噴霧ノズル 1 5 は煙道 1 3 から $0.13\ \text{m}$ 以上離して設置する必要がある。また、 NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴径が $60\ \mu\text{m}$ 程度の場合には、噴霧ノズル 1 5 は煙道 1 3 から $0.28\ \text{m}$ 以上離して設置する必要がある。また、 NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴径が $80\ \mu\text{m}$ 程度の場合には、噴霧ノズル 1 5 は煙道 1 3 から $0.47\ \text{m}$ 以上離して設置する必要がある。

10

【 0 0 6 2 】

従って、噴霧ノズル 1 5 のノズル孔は、例えば煙道 1 3 の壁面から $0.5\ \text{m}$ 以上離れた位置に設けるようにする。これにより、噴霧ノズル 1 5 の設置位置は、排ガス 1 2 のガス流速、噴霧ノズル 1 5 から噴霧される NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴初速、液滴径、噴霧ノズル 1 5 から噴霧される NH_4Cl 溶液 1 4 の煙道 1 3 に対する噴射角度、排ガス 1 2 の排ガス温度、 NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴温度などに応じて、噴霧される NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴が噴霧ノズル 1 5 から煙道 1 3 の内壁 1 3 a に到達する前に気化するのに十分な距離とすることができる。この結果、噴霧ノズル 1 5 が NH_4Cl 溶液 1 4 を排ガス 1 2 の流通する煙道 1 3 の内壁 1 3 a に付着しないように煙道 1 3 内に供給することができる。

20

【 0 0 6 3 】

また、噴霧ノズル 1 5 は、 NH_4Cl 溶液 1 4 と圧縮用の空気 2 6 とを同時に噴射する二流体ノズルで構成されている。空気 2 6 は、空気供給部 3 1 から空気供給管 2 7 を介して噴霧ノズル 1 5 に送給され、噴霧ノズル 1 5 から NH_4Cl 溶液 1 4 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、噴霧ノズル 1 5 から噴射される NH_4Cl 溶液 1 4 を空気 2 6 により煙道 1 3 内に微細な液滴として噴霧することができる。

【 0 0 6 4 】

また、空気供給管 2 7 から供給される空気 2 6 の流量はバルブ V 2 により調整される。空気供給管 2 7 から供給される空気 2 6 の流量により、噴霧ノズル 1 5 から噴霧される NH_4Cl 溶液 1 4 の液滴の大きさを調整することができる。

30

【 0 0 6 5 】

また、噴霧ノズル 1 5 から噴射される空気 2 6 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、噴霧ノズル 1 5 から噴射される NH_4Cl 溶液 1 4 を微細な液滴として煙道 1 3 内に噴霧させるようにするためである。

【 0 0 6 6 】

図 3 は、 NH_4Cl 溶液供給手段の構成の一例を示す図である。図 3 に示すように、 NH_4Cl 溶液供給手段 1 6 は、 NH_4Cl 溶液供給管 2 5 を内管とし、空気供給管 2 7 を外管とした二重管構造とし、 NH_4Cl 溶液供給管 2 5 及び空気供給管 2 7 の先端部に噴霧ノズル 1 5 が連結されている。空気供給管 2 7 が NH_4Cl 溶液供給管 2 5 を囲うように煙道 1 3 内に挿入することで、空気 2 6 は NH_4Cl 溶液供給管 2 5 と空気供給管 2 7 との間を流れるため、煙道 1 3 内の排ガス 1 2 の熱が空気 2 6 により NH_4Cl 溶液 1 4 に伝達されるのを防ぐことができる。よって、 NH_4Cl 溶液 1 4 が排ガス 1 2 の熱により加熱されるのを防ぐことができるため、 NH_4Cl 溶液 1 4 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。

40

【 0 0 6 7 】

また、 NH_4Cl 溶液供給手段 1 6 は、煙道 1 3 内に NH_4Cl 溶液供給管 2 5 及び空気供給管 2 7 を囲うように煙道 1 3 内に挿入された吹込み管 3 2 と、吹込み管 3 2 内に空気 3 3 を供給する空気供給管 3 4 とを有している。また、噴霧ノズル 1 5 は、吹込み管 3 2

50

の壁面の噴射孔 35 に設けられている。

【0068】

空気 33 は、 NH_4Cl 溶液 14 の液滴を更に煙道 13 内に分散させるために用いられる。空気 33 は空気供給部 36 から空気供給管 34 を介して吹込み管 32 に送給され、吹込み管 32 の噴射孔 35 と噴霧ノズル 15 との隙間 37 から噴射される。隙間 37 から空気 33 を噴射することで、噴霧ノズル 15 から噴霧される NH_4Cl 溶液 14 の液滴を煙道 13 内に分散させることができる。また、図 1 に示すように、空気供給部 36 から供給される空気 33 の流量はバルブ V3 により調整される。

【0069】

また、空気 33 は、噴霧ノズル 15 から噴霧される NH_4Cl 溶液 14 の NH_4Cl が吹込み管 32 に付着するのを防止するためと、吹込み管 32 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止するために用いられる。図 3 に示すように、吹込み管 32 が NH_4Cl 溶液供給管 25 及び空気供給管 27 を囲うように煙道 13 内に挿入され、空気 33 は吹込み管 32 と NH_4Cl 溶液供給管 25 との間を流れるため、空気 33 は NH_4Cl 溶液 14 の冷却用の空気として働く。このため、煙道 13 内の排ガス 12 の熱が吹込み管 32 の外側から NH_4Cl 溶液供給管 25 内に伝達されるのを防ぐことができる。よって、吹込み管 32 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 32 内で NH_4Cl 溶液 14 が沸騰するのを防止することができ、 NH_4Cl 溶液 14 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、噴霧ノズル 15 の腐食も防止することができる。

【0070】

また、吹込み管 32 内の温度上昇を防止できるため、 NH_4Cl 溶液供給管 25、空気供給管 27 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 25、空気供給管 27 を構成する材料として、例えば、 NH_4Cl 溶液供給管 25 には耐食金属例えば Hastelloy 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 27 には炭素鋼、ステンレス等を例示することができる。

【0071】

また、噴霧ノズル 15 は、 NH_4Cl 溶液 14 の噴霧用として二流体ノズルを用いているが、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一流体ノズルを用いてもよい。

【0072】

また、 NH_4Cl 溶液供給管 25、空気供給管 27 は吹込み管 32 内に設け、 NH_4Cl 溶液 14 を噴霧ノズル 15 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 25 内の NH_4Cl 溶液 14 は空気供給管 27 により囲まれているため、 NH_4Cl 溶液 14 が排ガス 12 の熱により加熱されるのを防ぐことができるため、吹込み管 32 を用いずに噴霧ノズル 15 から NH_4Cl 溶液 14 を煙道 13 内に噴霧するようにしてもよい。

【0073】

NH_4Cl 溶液供給管 25 は空気供給管 27 内に設けられているが、 NH_4Cl 溶液供給管 25 は空気供給管 27 内に設けず、空気供給管 27 の外側に設けるようにしてもよい。

【0074】

また、空気 26 は空気供給部 31 から供給され、空気 33 は空気供給部 36 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 33 は空気供給部 31 から供給される空気をを用いてもよい。また、空気 26 は空気供給部 36 から供給される空気をを用いてもよい。

【0075】

また、噴霧ノズル 15 より煙道 13 内に噴霧された NH_4Cl 溶液 14 の液滴は、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 の固体粒子を生成し、下

10

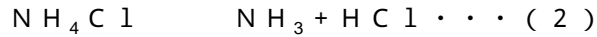
20

30

40

50

記式(2)のように、HClとNH₃とに分解し、昇華する。よって、NH₄Cl溶液14を噴霧ノズル15から噴霧することにより、噴霧されたNH₄Cl溶液14の液滴から、HCl、NH₃を生じ、NH₃ガス、HClガスを煙道13内に供給することができる。



【0076】

また、煙道13内の排ガス12の温度は、例えば320 以上420 以下であり、高温である。NH₄Cl溶液供給管25は、吹込み管32内に設けられ、空気33がNH₄Cl溶液14の冷却用として用いられている。このため、噴霧ノズル15より噴射される直前までNH₄Cl溶液14は液体状態を維持し、噴霧ノズル15からNH₄Cl溶液14を液滴状で噴霧することで、排ガス12の高温雰囲気温度により噴霧したNH₄Cl溶液14の液滴を気化させることができる。

10

【0077】

また、噴霧ノズル15から噴霧されるNH₄Cl溶液14の液滴径は、平均して1nm以上100μm以下の微細な液滴とするのが好ましい。平均して1nm以上100μm以下の微細な液滴を生成することで、噴霧されたNH₄Cl溶液14の液滴から生じるNH₄Clの固体粒子を排ガス12中に短い滞留時間でNH₃、HClに分解し、昇華させることができる。これにより、NH₄Cl溶液14を予め加熱しておく必要がないため、煙道13、噴霧ノズル15の低級化、腐食を防止することができる。

【0078】

NH₄Cl溶液14は、塩化アンモニウム(NH₄Cl)粉末を水に溶解させて生成することができる。NH₄Cl粉末、水の各々の供給量を調整することで所定濃度のNH₄Cl溶液14を調整することができる。NH₄Cl溶液14は、HCl溶液とNH₃溶液とを所定濃度の割合で混合させて生成するようにしてもよい。

20

【0079】

また、NH₄Cl溶液14の濃度は、例えば液滴の温度が20 の場合、20wt%以上30wt%以下とするのが好ましい。表3は、NH₄Cl溶液14の液滴の温度と、溶解度、温度との関係を示す。表3に示すように、NH₄Cl溶液14の溶解度は液滴の温度に応じておおよそ決まっているためである。

【0080】

【表3】

30

表3

温度 (°C)	溶解度 (g/100g水)	濃度 (wt%)
0	29.4	22.7
20	37.2	27.1
40	45.8	31.4
60	55.2	35.6
80	65.6	39.6
100	77.3	43.6

40

【0081】

また、煙道13内の排ガス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。これはこれらの温度帯において脱硝触媒上でNO_xの脱硝反応と、Hgの酸化反応を同時に効率的に生じさせることができるためである。

【0082】

よって、噴霧ノズル15より液体状態のNH₄Cl溶液14を煙道13の内壁13aに付着しないように煙道13内に供給することで、NH₄Cl溶液14を排ガス12の高温雰囲気温度により分解したHClガス、NH₃ガスを濃度ムラ無く均一に煙道13内に供

50

給することができるため、排ガス12中のHClガス、NH₃ガスの濃度分布を均一にすることができる。

また、NH₄Cl溶液14が気化する前に煙道13の壁面に付着するのを防止することができるため、煙道13の腐食等に起因して発生する煙道13の破損を防止することができる。

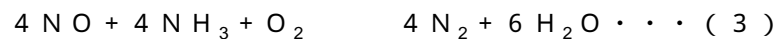
【0083】

また、NH₄Cl溶液14の液滴から生じたHClガス、NH₃ガスは、図1に示すように、排ガス12に同伴して還元脱硝装置18に送給される。

図4は、脱硝装置の構成を具体的に示す図である。図4に示すように、還元脱硝装置18は、3つの脱硝触媒層38-1~38-3で構成されている。また、排ガス12は還元脱硝装置18を通過する前に整流板39でガス流れを均一にする。NH₄Clが分解して生じたNH₃ガスは、還元脱硝装置18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を排ガス12から除去する。

【0084】

即ち、還元脱硝装置18に充填されている脱硝触媒層38-1~38-3の脱硝触媒上でNH₃は下記式(3)のようにNO_xを還元脱硝し、HClは下記式(4)のようにHgを水銀酸化する。



【0085】

また、還元脱硝装置18は、3つの脱硝触媒層38-1~38-3で構成されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、還元脱硝装置18は、脱硝性能に応じて脱硝触媒層の数を適宜変更することができる。

【0086】

また、図1に示すように、排ガス12は、還元脱硝装置18において排ガス12中のNO_xの還元とHgの酸化がされた後、エアヒータ19、集塵器20を通過して湿式脱硫装置22に送給される。また、エアヒータ19と集塵器20との間には熱回収器を設けるようにしてもよい。

【0087】

湿式脱硫装置22では、排ガス12を装置本体41内の底部の壁面側から送給し、アルカリ吸収液として用いられる石灰石膏スラリー21を吸収液送給ライン42により装置本体41内に供給し、ノズル43より塔頂部側に向かって噴流させる。装置本体41内の底部側から上昇してくる排ガス12と、ノズル43から噴流して流下する石灰石膏スラリー21とを対向して気液接触させ、排ガス12中のHgCl₂、硫酸化物(SO_x)は石灰石膏スラリー21中に吸収され、排ガス12から分離、除去され、排ガス12は浄化される。石灰石膏スラリー21により浄化された排ガス12は、浄化ガス44として塔頂部側より排出され、煙突45から系外に排出される。

【0088】

排ガス12の脱硫に用いられる石灰石膏スラリー21は、水に石灰石粉末を溶解させた石灰スラリーCaCO₃と、石灰と排ガス12中のSO_xが反応し更に酸化させた石膏スラリーCaSO₄と、水とを混合させて生成される。石灰石膏スラリー21は、例えば湿式脱硫装置22の装置本体41の塔底部55に貯留した液を揚水したものが用いられる。装置本体41内で排ガス12中のSO_xは石灰石膏スラリー21と下記式(5)のような反応を生じる。



【0089】

一方、排ガス12中のSO_xを吸収した石灰石膏スラリー21は、装置本体41内に供給される水46と混合され、装置本体41の塔底部55に供給される空気47により酸化処理される。このとき、装置本体41内を流下した石灰石膏スラリー21は、水46、空

10

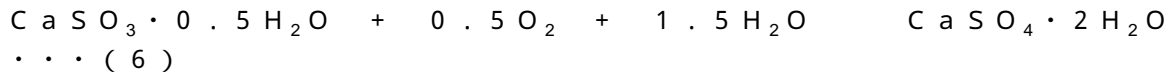
20

30

40

50

気 47 と下記式 (6) のような反応を生じる。



【0090】

また、湿式脱硫装置 22 の塔底部 55 に貯留される脱硫に用いた石灰石膏スラリー 21 は酸化処理された後、塔底部 55 より抜き出され、脱水器 48 に送給された後、塩化水銀 (HgCl) を含んだ脱水ケーキ (石膏) 49 として系外に排出される。脱水器 48 として、例えばベルトフィルターなどが用いられる。また、脱水したる液 (脱水る液) は、例えば脱水る液中の懸濁物、重金属の除去、脱水る液の pH 調整などの排水処理が行われる。この排水処理された脱水る液の一部は湿式脱硫装置 22 に返送され、脱水る液の他の一部は排水として処理される。

10

【0091】

また、アルカリ吸収液として石灰石膏スラリー 21 を用いているが、排ガス 12 中の HgCl を吸収できるものであれば他の溶液をアルカリ吸収液として用いることができる。

【0092】

石灰石膏スラリー 21 はノズル 43 より塔頂部側に向かって噴流させる方法に限定されるものではなく、例えばノズル 43 から排ガス 12 と対向するように流下させてもよい。

【0093】

< NH₄Cl 溶液の噴霧量の制御 >

噴霧ノズル 15 の上流側には、排ガス 12 の流量を計測する流量計 51 が設けられている。流量計 51 により、排ガス 12 の流量が測定される。流量計 51 により測定された排ガス 12 の流量の値は制御装置 52 に送られ、排ガス 12 の流量の値に基づいて噴霧ノズル 15 から噴射する NH₄Cl 溶液 14 の流量、角度、初速度などを調整することができる。

20

【0094】

また、湿式脱硫装置 22 の出口側には、NO_x 濃度計 53 が設けられている。NO_x 濃度計 53 で測定された浄化ガス 44 中の NO_x 濃度の値は、制御装置 52 に伝達される。制御装置 52 は NO_x 濃度計 53 で測定された浄化ガス 44 中の NO_x 濃度の値から還元脱硝装置 18 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 53 で測定された浄化ガス 44 中の NO_x 濃度の値から NH₄Cl 溶液 14 の NH₄Cl 濃度、供給流量などを制御することで、噴霧ノズル 15 から噴霧される NH₄Cl 溶液 14 の NH₄Cl 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。

30

【0095】

また、煙道 13 にはボイラ 11 から排出される排ガス 12 中の Hg 含有量を測定する水銀 (Hg) 濃度計 54-1、54-2 が設けられている。Hg 濃度計 54-1 は、ボイラ 11 と噴霧ノズル 15 との間の煙道 13 に設けられ、Hg 濃度計 54-2 は、還元脱硝装置 18 と熱交換器 19 との間に設けられる。Hg 濃度計 54-1、54-2 で測定された排ガス 12 中の HCl 濃度の値は、制御装置 52 に伝達される。制御装置 52 は、Hg 濃度計 54-1、54-2 で測定された排ガス 12 中の HCl 濃度の値から排ガス 12 中に含まれる Hg の含有量を確認することができる。Hg 濃度計 54-1、54-2 で測定された排ガス 12 中の Hg 濃度の値から NH₄Cl 溶液 14 の NH₄Cl 濃度、供給流量を制御することで、噴霧ノズル 15 から噴霧される NH₄Cl 溶液 14 の NH₄Cl 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することができる。

40

【0096】

また、湿式脱硫装置 22 の塔底部 55 には、石灰石膏スラリー 21 の酸化還元電位を測定する酸化還元電位測定制御装置 (ORP コントローラ) 56 が設けられている。この ORP コントローラ 56 により石灰石膏スラリー 21 の酸化還元電位の値を測定する。測定された酸化還元電位の値に基づいて湿式脱硫装置 22 の塔底部 55 に供給される空気 47 の供給量を調整する。塔底部 55 に供給される空気 47 の供給量を調整することで、湿式

50

脱硫装置 22 の塔底部 55 に貯留する石灰石膏スラリー 21 内に捕集されている酸化された Hg が還元されるのを防止し、煙突 45 より放散されるのを防止することができる。

【0097】

湿式脱硫装置 22 内の石灰石膏スラリー 21 の酸化還元電位は、石灰石膏スラリー 21 からの Hg の再飛散を防止するためには、例えば 150 mV 以上 600 mV 以下の範囲内にあることが好ましい。これは酸化還元電位が上記範囲内であれば石灰石膏スラリー 21 中に HgCl₂ として捕集された Hg が安定な領域であり、大気中への再飛散を防ぐことができるためである。

【0098】

また、本実施例に係る排ガス処理装置 10 においては、還元酸化助剤として、NH₄Cl を用いているが、NH₄Cl 以外の臭化アンモニウム (NH₄Br)、ヨウ化アンモニウム (NH₄I) 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。

10

【0099】

このように、本実施例に係る排ガス処理装置 10 によれば、NH₄Cl 溶液供給手段 16 が、噴霧ノズル 15 から NH₄Cl 溶液 14 を排ガス 12 の流通する煙道 13 の内壁 13a に付着しないように供給しているため、煙道 13 内に噴霧される NH₄Cl 溶液 14 の液滴が気化して生成される HCl、NH₃ を排ガス 12 と混合させることができる。このため、HCl、NH₃ を濃度ムラ無く均一に煙道 13 内に安定して供給することができるので、還元脱硝装置 18 における Hg の酸化性能を向上させることができると共に、NO_x の還元性能を向上することができる。また、NH₄Cl 溶液 14 が気化する前に煙道 13 の壁面に付着するのを防止することができるため、煙道 13 の腐食等に起因して発生する煙道 13 の破損なども防止することができる。

20

【実施例 2】

【0100】

本発明による実施例 2 に係る排ガス処理装置について、図面を参照して説明する。

本発明の実施例 2 に係る排ガス処理装置は、図 1 に示す本発明の実施例 1 に係る排ガス処理装置 10 の構成と同様であるため、本実施例においては、煙道における噴射ノズルの構成を示す図のみを用いて説明する。

図 5 は、本発明の実施例 2 に係る排ガス処理装置の煙道を排ガスの流れ方向から見た時の断面を示す図である。なお、実施例 1 に係る排ガス処理装置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。

30

【0101】

図 5 に示すように、本実施例に係る排ガス処理装置は、複数の噴霧ノズル 15 のノズル孔が、下記式 (7) を満たすように煙道 13 内に配置してなるものである。

$$a \leq b / 5 \cdots (7)$$

但し、a は噴霧ノズルのノズル間距離であり、b は煙道の断面の長さのうちの長辺側の長さである。

【0102】

上記式 (7) を満たすように複数の噴霧ノズル 15 を煙道 13 内に配置することで、噴霧ノズル 15 より NH₄Cl 溶液 14 を煙道 13 の内壁 13a に付着しないように煙道 13 内に供給しつつ、煙道 13 内に設置する噴霧ノズル 15 の数を従来よりも多くすることができるため、煙道 13 内に噴霧ノズル 15 を適切に配置することができる。このため、排ガス 12 中に噴霧される NH₃、HCl 量を更に多くすることができるため、排ガス 12 中への NH₃ ガス、HCl ガスの混合を促進することができる。

40

【0103】

また、複数の噴霧ノズル 15 のノズル孔は、好ましくは、下記式 (8) を満たすように煙道 13 内に配置する。

$$a \leq b / 10 \cdots (8)$$

【0104】

50

よって、本実施例に係る排ガス処理装置によれば、上記式(7)を満たすように複数の噴霧ノズル15を煙道13内に配置することで、排ガス12中へのNH₃ガス、HClガスの供給量を増大させると共に、煙道13内におけるHClガス、NH₃ガスの濃度のばらつきを低減することができるため、還元脱硝装置18におけるHgの酸化性能を更に向上させることができると共に、NO_xの還元性能を更に向上することができる。

【実施例3】

【0105】

本発明による実施例3に係る排ガス処理装置について、図面を参照して説明する。

本発明の実施例3に係る排ガス処理装置は、図1に示す本発明の実施例1に係る排ガス処理装置10の構成と同様であるため、本実施例においては、煙道における噴射ノズルの構成を示す図のみを用いて説明する。

図6は、本発明の実施例3に係る排ガス処理装置の煙道を排ガスの流れ方向から見た時の断面を示す図であり、図7は、噴霧ノズルの構成を簡略に示す図である。なお、実施例1、2に係る排ガス処理装置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。

【0106】

図6、7に示すように、本実施例に係る排ガス処理装置は、噴霧ノズル61が、NH₄Cl溶液14を噴霧するノズル孔15aを四つ設けるようにしたものである。噴霧ノズル61のノズル孔15aを増加させることで、1本の噴霧ノズル61から煙道13内に噴霧されるNH₄Cl溶液14の量を増加させることができるため、排ガス12にHClガス、NH₃ガスの混合を更に促進することができる。このため、還元脱硝装置18においてHgの酸化性能、NO_xの還元性能を更に向上させることができる。

【0107】

また、ノズル孔15a同士の間隔cは、0.3m以下であるのが好ましい。液滴が40μm程度と仮定した場合、表2より液滴の水平方向の移動距離は0.13mとなる。液滴は蒸発、昇華した後はガス流れ方向に流れるため、濃度分布の均一化のためには、蒸発・昇華までに2つのノズル孔15aから噴霧された液滴が重なるのが望ましい。噴霧ノズル61の部分拡大図を図8に示す。図8に示すように、2つのノズル孔15aから出る液滴が蒸発までに水平方向に進む間隔の和が、0.26m(=0.13×2)である。そのため、ノズル孔15a同士の間隔cは0.3m以下とすることで2つのノズル孔15aから噴出される液滴を重ねることができるためである。また、現実的に用いられる液滴径は、制御性、装置寸法の関係から液滴が40μm以上80μm以下のものを採用する場合が多く、その液滴径の下限値として40μm程度の場合、ノズル孔15a同士の間隔cは0.3m以下とすることで2つのノズル孔15aから噴霧された液滴同士を重ねることができる。

【0108】

また、本実施例に係る排ガス処理装置においては、各々の噴霧ノズル61はノズル孔15aを四つ設け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、2、3、又は5つ以上設けるようにしてもよい。

【実施例4】

【0109】

本発明による実施例4に係る排ガス処理装置について、図面を参照して説明する。

本発明の実施例4に係る排ガス処理装置は、図1に示す本発明の実施例1に係る排ガス処理装置10の構成と同様であるため、本実施例においては、煙道における噴射ノズルの構成を示す図のみを用いて説明する。

本発明の実施例4に係る排ガス処理装置は、噴霧ノズル15が煙道13内に24本設けられる場合、各々の噴霧ノズル15-11~15-24からの噴霧量を変更可能としたものである。

図9は、本発明の実施例4に係る排ガス処理装置の煙道を排ガスの流れ方向から見た時の断面を示す図である。なお、実施例1乃至3に係る排ガス処理装置の構成と重複する部

10

20

30

40

50

材については、同一符号を付してその説明は省略する。

【0110】

図9に示すように、本実施例に係る排ガス処理装置では、煙道13の短辺側に設けられる噴霧ノズル15-1、15-11~15-13、15-23、15-24の噴霧量が、煙道13の長辺側に設けられる噴霧ノズル15-2~15-10、15-14~15-22の噴霧量より多くしたものである。

例えば、噴霧ノズル15-2~15-10、15-14~15-22の噴霧量を1としたとき、噴霧ノズル15-1、15-11~15-13、15-23、15-24の噴霧量は1.5とする。

【0111】

煙道13の短辺側に設けられる噴霧ノズル15-1、15-11~15-13、15-23、15-24から噴霧される NH_4Cl 溶液14の噴霧量を煙道13の長辺側に設けられる噴霧ノズル15-2~15-10、15-14~15-22から噴霧される NH_4Cl 溶液14の噴霧量よりも多くすることで、煙道13の端部にまで効率良く NH_4Cl 溶液14を噴霧することができる。このため、煙道13の端部近傍を流れる排ガス12にまで HCl ガス、 NH_3 ガスを供給することができ、還元脱硝装置18において Hg の酸化性能、 NO_x の還元性能を更に向上させることができる。

【0112】

また、本実施例に係る排ガス処理装置においては、煙道13の長辺側に設けられる噴霧ノズル15-2~15-10、15-14~15-22の噴霧量を1とした時、煙道13の短辺側に設けられる噴霧ノズル15-1、15-11~15-13、15-23、15-24の噴霧量は1.5としたが、本発明はこれに限定されるものではない。煙道13の短辺側に設けられる噴霧ノズルと、煙道13の長辺側に設けられる噴霧ノズルとの比は、排ガス12中の NO_x 濃度、 Hg 濃度、 NH_4Cl 溶液14の噴霧量などに応じて適宜調整する。

【0113】

本実施例に係る排ガス処理装置においては、煙道13内に24本の噴霧ノズル15-11~15-24を設けているが、本発明はこれに限定されるものではなく、煙道13内の設置面積等に応じて噴霧ノズルを複数本設けるようにしてもよい。

【実施例5】

【0114】

本発明による実施例5に係る排ガス処理装置について、図面を参照して説明する。

図10は、本発明による実施例5に係る排ガス処理装置の構成を簡略に示す概念図である。

尚、本実施例に係る排ガス処理装置は、図1に示す実施例1に係る排ガス処理装置10の構成と同様であるため、同一部材には同一の符号を付して重複した説明は省略する。

図10に示すように、本実施例に係る排ガス処理装置70は、前記図1に示した実施例1に係る排ガス処理装置10の煙道13の NH_4Cl が気化する領域よりも後流側に設けられ、 NH_4Cl が気化した際に生成される酸化性ガスとして塩化水素(HCl)ガス及び還元性ガスとしてアンモニア(NH_3)ガスを排ガス12と混合させるのを促進する混合器(混合手段)71を有するものである。

【0115】

排ガス12は、 NH_4Cl 溶液供給手段16より噴霧された NH_4Cl 溶液14の液滴から生じた HCl ガス、 NH_3 ガスを含んだ後、混合器71に送給される。混合器71で排ガス12を攪拌することで、排ガス12に HCl ガス、 NH_3 ガスの混合を促進することができ、排ガス12における HCl ガス、 NH_3 ガスの濃度分布を均一にすることができる。

【0116】

本実施例の混合器71は、噴霧ノズル15から噴霧された NH_4Cl 溶液14が気化する領域よりも後流側に設けられる。一般的なプラント運転条件においては、混合器71は

10

20

30

40

50

、 NH_4Cl 溶液 14 を供給する供給位置よりも 1 m 以上後流側に設けるのが好ましい。これは、現実的なプラント運転条件においては、混合器 71 が NH_4Cl 溶液 14 の供給位置より 1 m より小さいと、 NH_4Cl 溶液 14 の液滴が気化する前に混合器 71 と接触してしまうケースが多いためである。よって、混合器 71 を NH_4Cl 溶液 14 を供給する供給位置よりも 1 m 以上後流側に設けることで、排ガス 12 への HCl ガス、 NH_3 ガスの混合を更に促進させることができる。また、混合器 17 は現実的な機器配置の観点から NH_4Cl 溶液 14 の供給位置より 10 m 程度までとする。

【0117】

また、混合器 71 の構成を図 11 ~ 図 14 に示す。図 11 は、混合器の一例を示す平面図であり、図 12 は、混合器を構成する旋回流誘起部材の平面図であり、図 13 は、旋回流誘起部材の正面図であり、図 14 は、旋回流誘起部材の斜視図である。

10

尚、図 11 ~ 図 14 中、符号 73 については符号 74 の部材との違いを明確にするためハッチングを加えて示している。

図 11 に示すように、本実施例の混合器 71 は、排ガス 12 に旋回流を生じさせる旋回流誘起部材 72 を排ガス 12 の流れ方向と直交するように六個配置されたユニットで形成されるものである。図 12 ~ 図 14 に示すように、旋回流誘起部材 72 は、排ガス 12 の入口側に対向面 73 a を有する一对の第 1 の旋回流誘起板 73 と、排ガス 12 の排出側に対向面 74 a を有する一对の第 2 の旋回流誘起板 74 と、を有し、第 1 の旋回流誘起板 73 と第 2 の旋回流誘起板 74 とを連結する連結部として平板状の中間部材 75 において第 1 の旋回流誘起板 73 の対向面 73 a と第 2 の旋回流誘起板 74 の対向面 74 a とが異なるように各々連結されている。本実施例においては、第 1 の旋回流誘起板 73 の対向面 73 a と第 2 の旋回流誘起板 74 の対向面 74 a とが約 90° 異なるようにして配置されている。

20

【0118】

第 1 の旋回流誘起板 73 と第 2 の旋回流誘起板 74 とは、各々、略三角形に形成されている。また、第 1 の旋回流誘起板 73 は排ガス 12 の入口側に設けられ、第 2 の旋回流誘起板 74 は排ガス 12 の排出側に設けられるため、旋回流誘起部材 72 を正面から見たとき、第 1 の旋回流誘起板 73 は第 2 の旋回流誘起板 74 より下側に位置している。また、中間部材 75 は平板であり、第 1 の旋回流誘起板 73 と第 2 の旋回流誘起板 74 とを連結するかなめとして機能している。また、第 1 の旋回流誘起板 73 には下部支持板 45 が設けられ、第 2 の旋回流誘起板 74 には上部支持板 46 が設けられている。下部支持板 45、上部支持板 46 により隣接する旋回流誘起部材 72 同士を連結するようにしている。

30

【0119】

図 14 に示すように、排ガス 12 が旋回流誘起部材 72 に流入すると、排ガス 12 は第 1 の旋回流誘起板 73 の対向面 42 a の裏面側に衝突してガス流れが変化し、第 2 の旋回流誘起板 74 の方向に流れる。その後、排ガス 12 は第 2 の旋回流誘起板 74 の対向面 43 a の裏面側に衝突して更にガス流れが変化する。このため、排ガス 12 は、第 1 の旋回流誘起板 73、第 2 の旋回流誘起板 74 によりガス流れが変化し、第 1 の旋回流誘起板 73、第 2 の旋回流誘起板 74 を迂回するようにして流れ、旋回流誘起部材 72 の排ガス 12 の流入方向から排ガス 12 の排出方向に向かって旋回しながら流れる。

40

【0120】

また、本実施例においては、第 1 の旋回流誘起板 73 の対向面 73 a と第 2 の旋回流誘起板 74 の対向面 74 a とを約 90° 異なる向きとなるように配置しているが、本発明はこれに限定されるものではない。第 1 の旋回流誘起板 73 の対向面 73 a と第 2 の旋回流誘起板 74 の対向面 74 a との向きは、旋回流誘起部材 72 に流入した排ガス 12 を旋回流誘起部材 72 の排ガス 12 の流入方向から排ガス 12 の排出方向に向かって旋回させながら流すことができる角度であればよい。

【0121】

また、本実施例においては、混合器 71 は、図 11 に示すように、旋回流誘起部材 41 を排ガス 12 の流れ方向と直交するように六個配置されたユニットとしているが、本発明

50

はこれに限定されるものではなく、煙道 1 3 の面積等に応じて旋回流誘起部材 7 2 を設置する数は適宜変更する。

【 0 1 2 2 】

また、本実施例においては、混合器 7 1 は排ガス 1 2 の流れ方向に旋回流誘起部材 7 2 が六個配置されたユニットを 1 段として構成されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、排ガス 1 2 の流れ方向に旋回流誘起部材 7 2 が複数配置されたユニットを複数段設置するようにしてもよい。また、本実施例の混合器 7 1 は、排ガス 1 2 の流れ方向と直交する方向に旋回流誘起部材 7 2 が複数配置されたユニットを設けると共に、排ガス 1 2 の流れ方向に旋回流誘起部材 7 2 が複数配置されたユニットを複数設けるようにしてもよい。

10

【 0 1 2 3 】

図 1 5 は、混合器を煙道内に設置した時の排ガスのガス流れを模式的に示す図であり、図 1 6 は、図 1 5 の部分拡大図である。

なお、図 1 5、1 6 中には、図 1 0 同様、旋回流誘起部材 7 2 を煙道 1 3 の幅方向に 6 個設けている。

図 1 5、1 6 に示すように、排ガス 1 2 は、旋回流誘起部材 7 2 を通過する際、第 1 旋回流誘起板 7 3 及び第 2 旋回流誘起板 7 4 に衝突してガス流れが変化し、旋回しながら煙道 1 3 の下側から上側に向かって流れるため、第 1 の旋回流誘起板 7 3、第 2 の旋回流誘起板 7 4 を迂回するようにして流れることで、排ガス 1 2 を旋回しながら煙道 1 3 の下側から上側に向かって流すことができるため、排ガス 1 2 と H C l ガス、N H₃ ガスとの混

20

【 0 1 2 4 】

また、混合器 7 1 は、噴霧ノズル 1 5 から噴霧された N H₄ C l 溶液 1 4 が気化する領域よりも後流側に設けられているため、N H₄ C l 溶液 1 4 の液滴が気化する前に混合器 7 1 と接触するのを防止できるため、ヒートショックによる煙道 1 3 の破損、煙道 1 3 の腐食、排ガス 1 1 中の灰の堆積などを防止することができる。

【 0 1 2 5 】

図 1 7、1 8 は、図 4 における A - A 断面図であり、図 1 7 は、混合器を煙道内に設置していない場合の排ガス中の N H₃ ガスの濃度分布の一例を模式的に示す図である。図 1 8 は、混合器を煙道内に設置した場合の排ガス中の N H₃ ガスの濃度分布の一例を模式的に示す図である。

30

【 0 1 2 6 】

図 1 7、1 8 に示すように、混合器 7 1 を設置していない場合の方が還元脱硝装置 1 8 に流入する直前の排ガス 1 2 中の N H₃ ガスの濃度分布のばらつきは、煙道 1 3 内に混合器 7 1 を設置している場合に比べ還元脱硝装置 1 8 に流入する直前の排ガス 1 2 中の N H₃ ガスの濃度分布のばらつきよりも大きくなっている。

【 0 1 2 7 】

よって、噴霧ノズル 1 5 から噴霧された N H₄ C l 溶液 1 4 が気化する領域よりも後流側に混合器 7 1 を設けることで、煙道 1 3 内における排ガス 1 2 に N H₃ ガスの混合を促進させることができるため、排ガス 1 2 中の N H₃ ガスの濃度分布のばらつきは抑えられ、N H₃ ガスの濃度分布のばらつきは例えば 5 % 程度の範囲内とし、ほぼ均一とすることができる。このため、還元脱硝装置 1 8 において脱硝触媒での N O_x の還元効率を向上させることができる。

40

【 0 1 2 8 】

また、噴霧ノズル 1 5 から噴霧された N H₄ C l 溶液 1 4 が気化する領域よりも後流側に混合器 7 1 を設けることで、煙道 1 3 内における排ガス 1 2 に N H₃ ガスの他に H C l ガスの混合も促進することができる。このため、排ガス 1 2 中の H C l ガスの濃度分布のばらつきは抑えられ、H C l ガスの濃度分布のばらつきについても例えば 5 % 程度の範囲内とし、ほぼ均一とすることができる。このため、還元脱硝装置 1 8 において脱硝触媒での H g の酸化性能を向上させることができる。

50

【 0 1 2 9 】

また、図 1 1 ~ 図 1 4 に示すように、旋回流誘起部材 7 2 の幅 L、高さ D が、下記式 (9)、(1 0) の範囲内であることが好ましい。

$$\text{MIN}(B, H) / 10 \leq L \leq \text{MIN}(B, H) \cdots (9)$$

$$\text{MIN}(B, H) / 10 \leq D \leq 5 \times \text{MIN}(B, H) \cdots (10)$$

但し、B は設置位置における煙道の断面の長辺であり、H は煙道の断面の短辺であり、MIN(B, H) は煙道の断面の長辺 B、煙道の断面の短辺 H のうちの何れか短い方の辺である。煙道の断面の長辺 B、短辺 H が同じ長さである場合にはどちらでもよい。

【 0 1 3 0 】

旋回流誘起部材 7 2 を上記式 (9)、(1 0) の範囲内とするのは、以下に示すように、混合器の圧損の条件、排ガス 1 2 中の NH₃ の濃度のバラツキ、製造する際の加工性の観点、現実の運転条件の観点、メンテナンス性の観点などを考慮して定める必要があるためである。

図 1 9 は、混合器の圧損と混合器の寸法の関係を示す図である。図 1 9 に示すように、混合器の圧損が 2.5 mm A q 以下であるためには、下記式 (1 1) を満たす必要がある。また、排ガス 1 2 中の NH₃ の濃度の濃度バラツキを 5 % 以下とするためには、下記式 (1 2) を満たす必要がある。

$$\text{MIN}(B, H) \times D / L^2 \leq 2 \cdots (11)$$

$$\text{MIN}(B, H) \times D / L^2 \leq 5 \cdots (12)$$

【 0 1 3 1 】

即ち、圧損の条件として、混合器の圧損が 2.5 mm A q 以下であるためには、上記式 (1 1) を満たす必要がある。また、混合器の効果として排ガス 1 2 中の NH₃ の濃度の濃度バラツキを 5 % 以下とするためには、上記式 (1 2) を満たす必要がある。

【 0 1 3 2 】

また、混合器は製造する際の加工性の観点、現実の運転条件の観点、メンテナンス性の観点から上記式 (9)、下記式 (1 3) を満たす必要がある。

$$\text{MIN}(B, H) / 10 \leq L \leq \text{MIN}(B, H) \cdots (9)$$

$$\text{MIN}(B, H) / 10 \leq D \cdots (13)$$

【 0 1 3 3 】

上記式 (1 1)、(1 2) より、D は下記式 (1 4) のように表せる。

$$2 L^2 / \text{MIN}(B, H) \leq D \leq 5 L^2 / \text{MIN}(B, H) \cdots (14)$$

【 0 1 3 4 】

上記式 (1 4) に上記式 (9) を代入すると、D は下記式 (1 5) のように表せる。

$$\text{MIN}(B, H) / 50 \leq D \leq 5 \times \text{MIN}(B, H) \cdots (15)$$

【 0 1 3 5 】

そして、上記式 (1 5) に上記式 (1 3) を考慮すると、D は上記式 (1 0) のように表される。

$$\text{MIN}(B, H) / 10 \leq D \leq 5 \times \text{MIN}(B, H) \cdots (10)$$

【 0 1 3 6 】

このように、旋回流誘起部材 7 2 の幅 L、高さ D が、上記式 (9)、(1 0) の範囲内にあることで、複数の旋回流誘起部材 7 2 を煙道 1 3 内に設置することができるため、排ガス 1 2 に HCl、NH₃ の混合を促進させることができる。

【 0 1 3 7 】

また、第 1 旋回流誘起板 7 3 および第 2 旋回流誘起板 7 4 の形状は、上部支持板 7 7 及び下部支持板 7 6 から中間部材 7 5 にかけて形成される三角形状に限定されるものではなく、排ガス 1 2 に旋回流を発生させ、排ガス 1 2 の HCl、NH₃ との混合を促進させることができる形状であればよい。例えば第 1 旋回流誘起板 7 3 および第 2 旋回流誘起板 7 4 の形状は、第 2 旋回流誘起板 7 4 及び第 1 旋回流誘起板 7 3 の一端側から他端側にかけて曲線型、波型などとしてもよい。

【 0 1 3 8 】

10

20

30

40

50

従って、本実施例に係る排ガス処理装置 70 によれば、混合器 71 として煙道 13 の断面方向に旋回流誘起部材 72 を複数設けることで、排ガス 12 中に HCl、NH₃ の混合を促進させることができるため、噴霧ノズル 15 より噴霧された NH₄Cl 溶液 14 が気化して生じる NH₃ 及び HCl の濃度の分布の均一化を図ることができる。これにより、還元脱硝装置 18 において脱硝触媒により Hg の酸化性能および NO_x の還元性能を向上させることができると共に、ヒートショックによる煙道 13 の破損、煙道 13 の腐食、排ガス 11 中の灰の堆積などを防止することができる。

【実施例 6】

【0139】

本発明による実施例 6 に係る排ガス処理装置について、図面を参照して説明する。 10

本発明の実施例 6 に係る排ガス処理装置は、図 1 に示す本発明の実施例 1 に係る排ガス処理装置 10、図 10 に示す本発明の実施例 5 に係る排ガス処理装置 70 の構成と同様であるため、本実施例においては、煙道の構成を示す図のみを用いて説明する。

図 20 は、本発明の実施例 6 に係る排ガス処理装置の煙道の短辺方向から見た図であり、図 21 は、煙道の長辺方向から見た図である。なお、実施例 1 乃至 5 に係る排ガス処理装置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。

【0140】

図 20、21 に示すように、本実施例に係る排ガス処理装置は、煙道 13 が煙道 13 内に NH₄Cl 溶液 14 を供給する供給位置よりも後流側で、かつ NH₄Cl 溶液 14 の液滴が気化している領域の煙道 13 の内壁 13a に突状部材 81 を設けてなるものである。突状部材 81 を煙道 13 の内壁 13a に設けることで、排ガス 12 が流通可能な煙道 13 の開口幅が小さくなるため、煙道 13 の壁面近傍に排ガス 12 のガス流れによる渦を生成することができる。このため、煙道 13 の壁面近傍を流れる排ガス 12 における HCl ガス、NH₃ ガスの混合を促進することができ、還元脱硝装置 18 において Hg の酸化性能、NO_x の還元性能を向上させることができる。 20

【0141】

また、突状部材 81 の設置位置は、NH₄Cl 溶液 14 の液滴が突状部材 81 と衝突しないようするため、噴霧ノズル 15 から噴霧された NH₄Cl 溶液 14 の液滴が気化した後の領域に設けるようにするのが好ましく、特に噴霧ノズル 15 から 1m 以上後流側の離れた位置に設置するのが好ましい。 30

【0142】

また、本実施例に係る排ガス処理装置においては、突状部材 81 の形状を板状としているが、本発明はこれに限定されるものではなく、箱型、三角形など他の形状としてもよい。

【実施例 7】

【0143】

本発明による実施例 7 に係る排ガス処理装置について、図面を参照して説明する。

本発明の実施例 7 に係る排ガス処理装置は、図 1 に示す本発明の実施例 1 に係る排ガス処理装置 10、図 9 に示す本発明の実施例 5 に係る排ガス処理装置 70 の構成と同様であるため、本実施例においては、煙道の構成を示す図のみを用いて説明する。 40

図 22 は、本発明の実施例 7 に係る排ガス処理装置の煙道の短辺方向から見た図であり、図 23 は、煙道の長辺方向から見た図である。なお、実施例 1 乃至 6 に係る排ガス処理装置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。

【0144】

図 22、23 に示すように、本実施例に係る排ガス処理装置は、煙道 13 内に NH₄Cl 溶液 14 を供給する供給位置よりも後流側に煙道内 13 の通路を狭くするくびれ部 82 を設けてなるものである。煙道 13 の壁面に煙道内 13 の通路を狭くするくびれ部 82 を設けることで、煙道 13 の壁面近傍に排ガス 12 のガス流れによる渦を生成することができるため、煙道 13 の壁面近傍を流れる排ガス 12 における HCl ガス、NH₃ ガスの混合を促進することができる。このため、排ガス 12 中の HCl ガス、NH₃ ガスの濃度 Δ 50

ラを抑制することができ、還元脱硝装置 18 において Hg の酸化性能、NO_x の還元性能を向上させることができる。

【0145】

また、本実施例に係る排ガス処理装置においては、煙道 13 の通路を狭くしてくびれ部 82 を形成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。例えば、図 24、25 に示すように、くびれ部 82 と同じ形状のくびれ部材 83 を煙道 13 の壁面に設けるようにしてもよい。これにより、くびれ部材 83 の近傍に排ガス 12 のガス流れによる渦を生成することができるため、煙道 13 の壁面近傍を流れる排ガス 12 における HCl、NH₃ の混合を促進することができる。

【0146】

また、くびれ部 82 の設置位置は、実施例 6 における突状部材 81 の場合と同様に、NH₄Cl 溶液 14 の液滴がくびれ部 82 と衝突しないようするため、噴霧ノズル 15 か噴霧された NH₄Cl 溶液 14 の液滴が酸化した後の領域に設けるようにするのが好ましく、特に噴霧ノズル 15 から 1m 以上後流側の離れた位置に設置するのが好ましい。

【実施例 8】

【0147】

本発明による実施例 8 に係る排ガス処理装置について、図面を参照して説明する。

本発明の実施例 8 に係る排ガス処理装置は、図 1 に示す本発明の実施例 1 に係る排ガス処理装置 10、図 9 に示す本発明の実施例 5 に係る排ガス処理装置 70 の構成と同様であるため、本実施例においては、煙道の構成を示す図のみを用いて説明する。

図 26 は、本発明の実施例 8 に係る排ガス処理装置の一部を示す図であり、図 27 は、図 26 中の符号 Z を示す部分拡大斜視図である。なお、実施例 1 乃至 7 に係る排ガス処理装置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。

【0148】

図 26、27 に示すように、本実施例に係る排ガス処理装置は、還元脱硝装置 18 の上流側に設けられるガイドベーン 84 に、HCl ガス、NH₃ ガスの排ガス 12 への混合を促進する混合促進補助部材 85 が設けられてなるものである。

混合促進補助部材 85 は、複数のガイドベーン 84 同士を連結するリブ 86 と直交する方向に伸びる複数の板状部材である。ガイドベーン 84 同士を連結するリブ 86 に混合促進補助部材 85 を設けることで、排ガス 12 のガス流れを乱すことができるため、混合器 71 において排ガス 12 における HCl ガス、NH₃ ガスの混合が十分でない場合でも、還元脱硝装置 18 の上流側で排ガス 12 における HCl ガス、NH₃ ガスの混合を促進することができる。このため、排ガス 12 中の HCl ガス、NH₃ ガスの濃度ムラを抑制することができ、還元脱硝装置 18 において Hg の酸化性能、NO_x の還元性能を向上させることができる。

【実施例 9】

【0149】

本発明による実施例 9 に係る排ガス処理装置について、図面を参照して説明する。

図 26 は、本発明の実施例 9 に係る排ガス処理装置の構成を簡略に示す図である。

尚、本実施例に係る排ガス処理装置は、実施例 1 乃至 8 に係る排ガス処理装置の構成と同様であるため、同一部材には同一の符号を付して重複した説明は省略する。

【0150】

図 26 に示すように、本実施例に係る排ガス処理装置 90 は、NH₄Cl 溶液供給手段 16 と還元脱硝装置 18 との間に設けられ、煙道 13 中に還元剤としてアンモニア (NH₃) ガス 91 を供給するアンモニア (NH₃) ガス噴射手段 92 を有するものである。NH₃ ガス噴射手段 92 は、NH₃ ガス 91 を貯蔵している NH₃ ガス供給部 93 と、NH₃ ガス 91 を煙道 13 に送給するアンモニア (NH₃) ガス送給通路 94 と、煙道 13 内に NH₃ ガス 91 を噴射する噴射ノズル 95 とで構成されている。また、噴射ノズル 95 から噴射される NH₃ ガス 91 の噴射量はバルブ V4 により調整される。NH₃ ガス 91 は NH₄Cl 溶液 14 のような液滴と異なり煙道 13 に衝突しても煙道 13 を損傷するなどの被害が

10

20

30

40

50

ないため、煙道13の壁面領域にもNH₃ガス91を噴射することができる。このため、煙道13の壁際の低濃領域でのNH₃濃度を上げることができ、排ガス12中のHClガス、NH₃ガスの濃度ムラを抑制することができる。

【0151】

また、噴射ノズル95より煙道13内に供給する位置は、NH₄Cl溶液14の噴霧位置より1m以上後流側とするのが好ましい。これは、噴射ノズル95にNH₄Cl溶液14の液滴が衝突するのを防ぐためである。

【0152】

よって、本実施例に係る排ガス処理装置90によれば、NH₄Cl溶液14を煙道13内に噴霧した後、NH₃ガス噴射手段92より煙道13内にNH₃ガス91を噴射することで、煙道13の壁際の低濃領域でのNH₃濃度を上げることができ、排ガス12中のHClガス、NH₃ガスの濃度ムラに対応可能としつつ、還元脱硝装置18においてHgの酸化性能を維持すると共に、NO_xの還元性能を向上させることができる。

10

【0153】

< NH₃ガスの噴射量の制御 >

噴霧ノズル15の上流側には、排ガス12の流量を計測する流量計51が設けられ、排ガス12の流量が測定される。流量計51により測定された排ガス12の流量の値に基づいて制御装置52は噴射ノズル95から噴射するNH₃ガス91の流量、角度、初速度などを調整することができる。

【0154】

20

よって、ボイラ11等の燃焼設備から排出される排ガス12中のNO_x濃度とHg濃度とのバランスが通常と異なりNO_x濃度が高く、NH₄Cl溶液14を煙道13内に噴霧するだけでは、必要量のNH₃を供給することができない場合には、噴射ノズル95からNH₃ガス91を煙道13内に噴射することで、煙道13内における排ガス12中に供給されるHClガス、NH₃ガスの濃度分布のばらつきを低減しつつ、排ガス12にNO_xを還元するのに必要な分のNH₃ガスを供給することができる。このため、排ガス12中のHClガス、NH₃ガスの濃度ムラへの対応を図ることができると共に、還元脱硝装置18においてHgの酸化性能、NO_xの還元性能を向上させることができる。

【0155】

また、NH₃ガス供給部93より供給されるNH₃ガス91の供給量は、NO_x濃度計53の値を用いて制御するようにしてもよい。

30

【0156】

また、本実施例に係る排ガス処理装置90においては、NH₃ガス供給部93のみを設け、NH₃ガス91を煙道13内に供給でき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。NH₃ガス供給部93に代えて煙道13内に酸化性ガスとして塩化水素(HCl)ガスを供給する塩化水素(HCl)ガス供給部を設け、煙道13内にHClガスを供給するようにしてもよい。これにより排ガス12にHgを酸化するのに必要量のHClガスを供給することができる。また、流量計51により測定された排ガス12の流速に基づいて前記HClガス供給部より供給するHClガスの噴霧量、噴霧角度、初速度を調整することができる。

40

【0157】

更に、NH₃ガス供給部93と前記HClガス供給部の両方を設けるようにしてもよい。流量計51により測定された排ガス12の流速に基づいてNH₃ガス供給部93および前記HClガス供給部より供給するNH₃ガス91およびHClガスの噴霧量、噴霧角度、初速度を調整することができる。これにより、排ガス12に別途NH₃ガス及びHClガスの供給を行なうようにしているので、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。

【0158】

酸化性ガスに用いられる酸化助剤としては、HClに限定されるものではなく、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酸化性ガスとし

50

て用いてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0159】

以上のように、本発明に係る排ガス処理装置は、煙道内に噴霧した NH_4Cl 溶液を煙道の内壁に付着しないように供給し、 NH_4Cl 溶液の液滴から生じる HCl ガス、 NH_3 ガスと排ガスとの混合の促進を図ることができるので、排ガス中の Hg 、 NO_x を除去する排ガス処理装置に用いるのに適している。

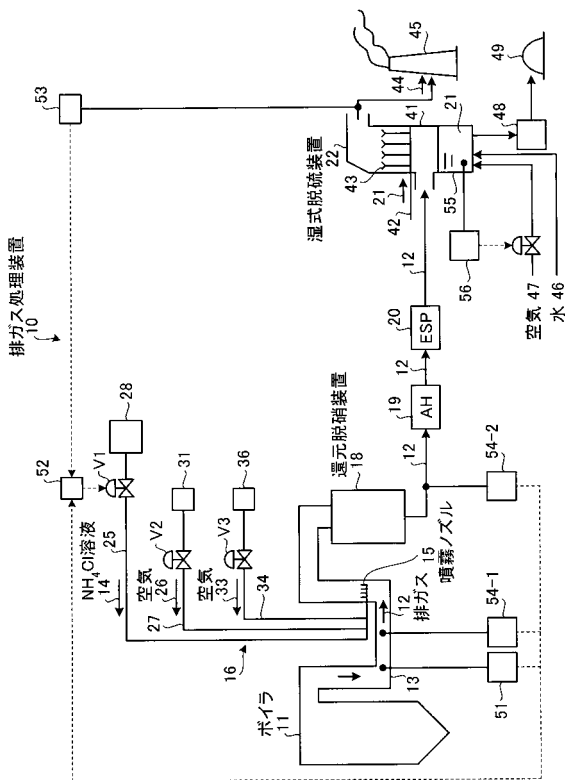
【符号の説明】

【0160】

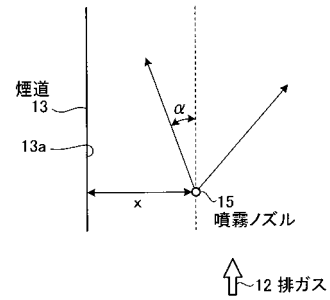
10、70、90	排ガス処理装置	10
11	ボイラ	
12	排ガス	
13	煙道	
14	塩化アンモニウム(NH_4Cl)溶液	
15、61	噴霧ノズル	
16	塩化アンモニウム(NH_4Cl)溶液供給手段(還元酸化助剤供給手段)	
18	還元脱硝装置(還元脱硝手段)	
19	熱交換器(エアヒータ)	
20	集塵器	
21	石灰石膏スラリー	20
22	湿式脱硫装置	
25	塩化アンモニウム(NH_4Cl)溶液供給管	
26、33、47	空気	
27、34	空気供給管	
28	塩化アンモニウム(NH_4Cl)溶液タンク	
31、36	空気供給部	
32	吹込み管	
35	噴射孔	
37	隙間	
38-1~38-3	脱硝触媒層	30
39	整流板	
41	装置本体	
42	吸収液送給ライン	
43	ノズル	
44	浄化ガス	
45	煙突	
46	水	
48	脱水器	
49	石膏	
51	流量計	40
52	制御装置	
53	NO_x 濃度計	
54-1、54-2	水銀(Hg)濃度計	
55	塔底部	
56	酸化還元電位測定制御装置(ORPコントローラ)	
71	混合器(混合手段)	
72	旋回流誘起部材	
73	第1旋回流誘起板	
74	第2旋回流誘起板	
75	中間部材(連結部)	50

- 7 6 下部支持板
- 7 7 上部支持板
- 8 1 突状部材
- 8 2 くびれ部
- 8 3 くびれ部材
- 8 4 ガイドベーン
- 8 5 混合促進補助部材
- 8 6 リブ
- 9 1 アンモニア (NH₃) ガス
- 9 2 アンモニア (NH₃) ガス噴射手段
- 9 3 NH₃ガス供給部
- 9 4 アンモニア (NH₃) ガス送給通路
- 9 5 噴射ノズル
- V 1 ~ V 4 バルブ

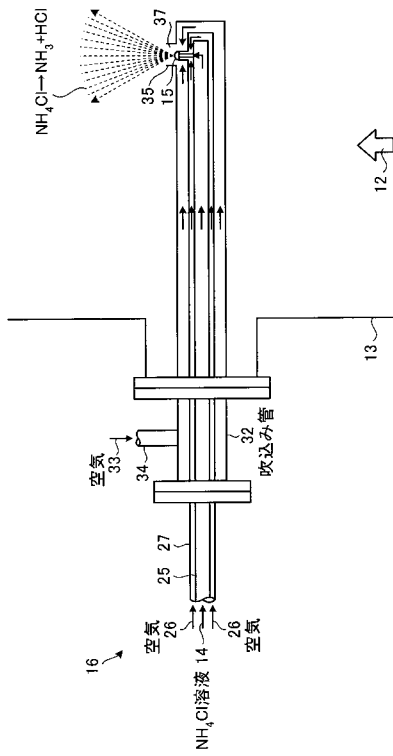
【図 1】



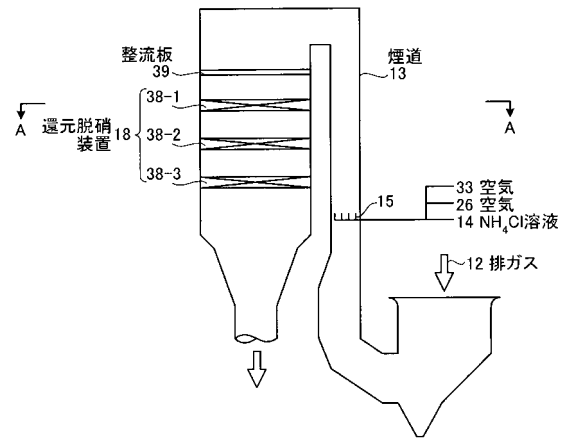
【図 2】



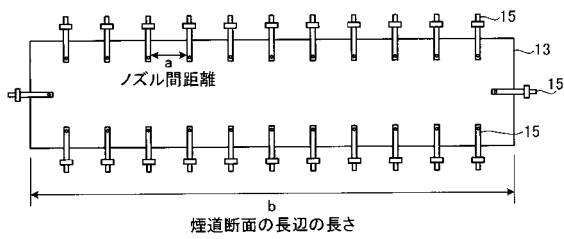
【図3】



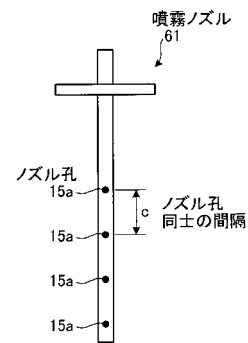
【図4】



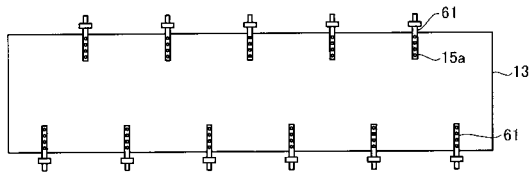
【図5】



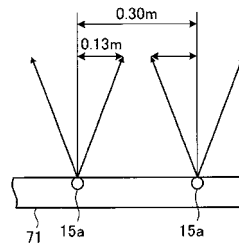
【図7】



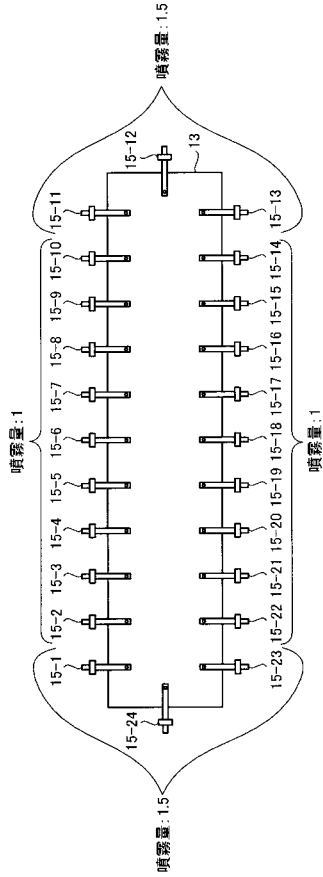
【図6】



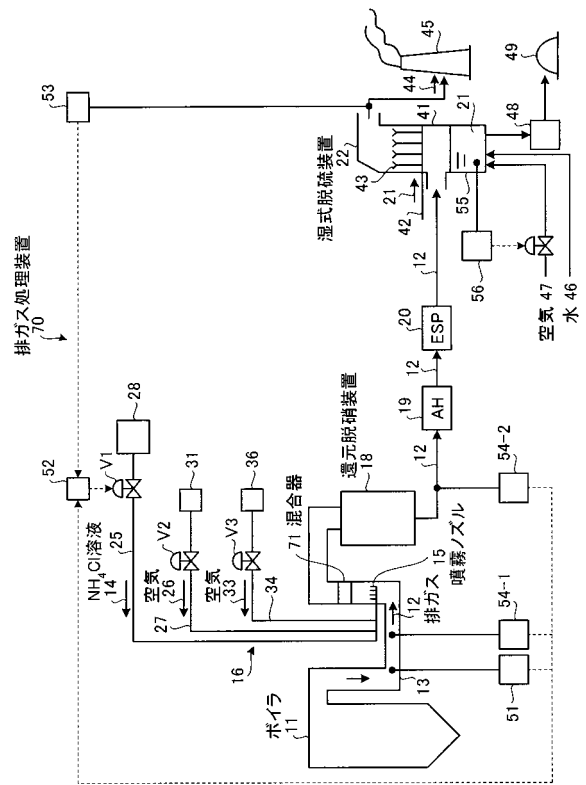
【図8】



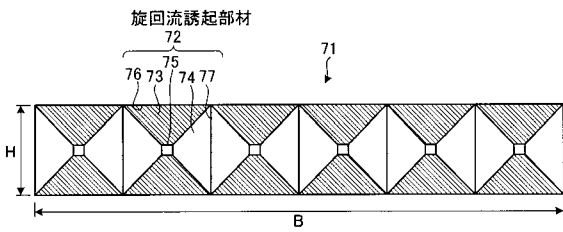
【図9】



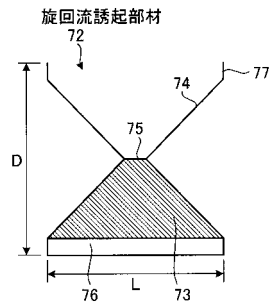
【図10】



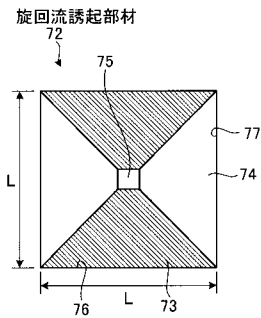
【図11】



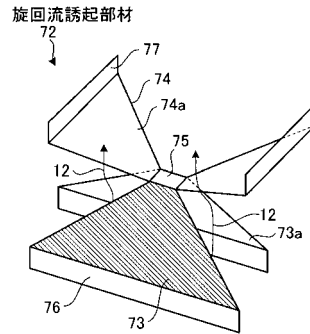
【図13】



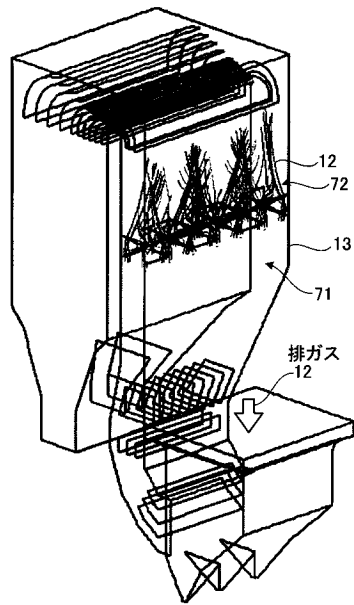
【図12】



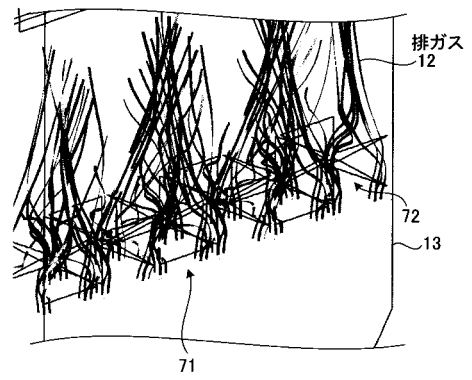
【図14】



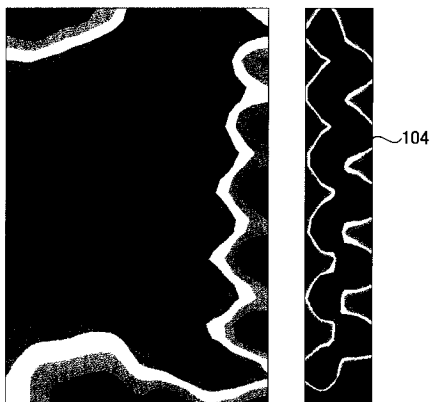
【図 15】



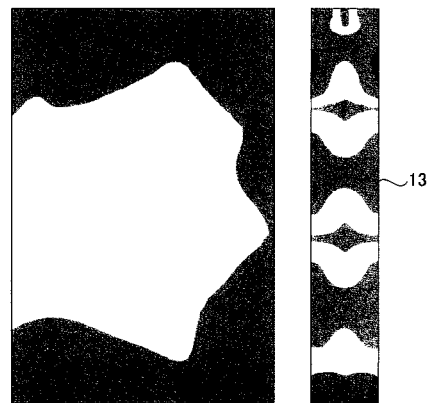
【図 16】



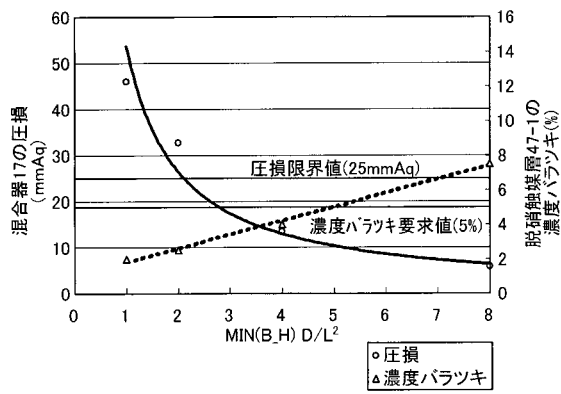
【図 17】



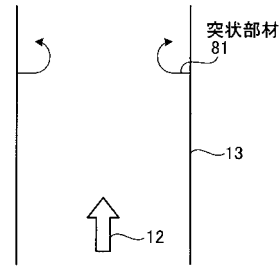
【図 18】



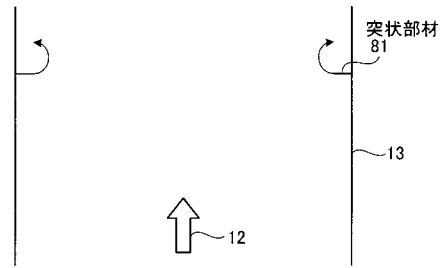
【図19】



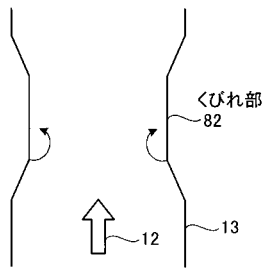
【図20】



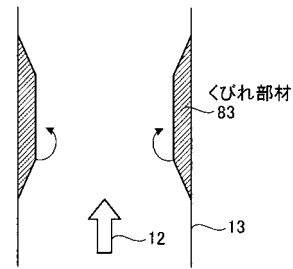
【図21】



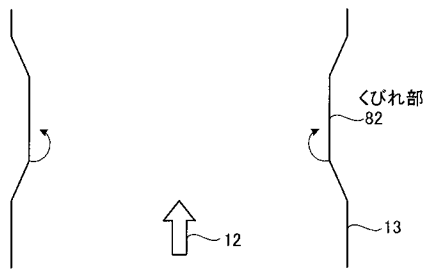
【図22】



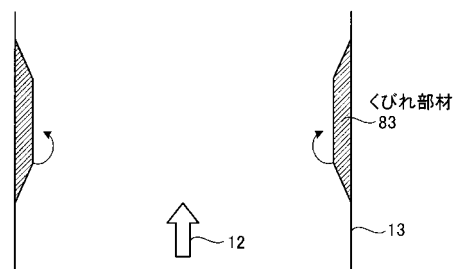
【図24】



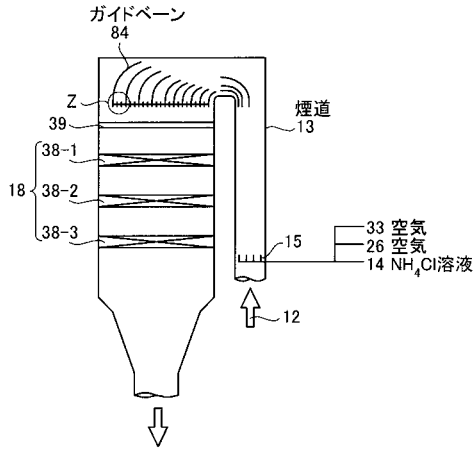
【図23】



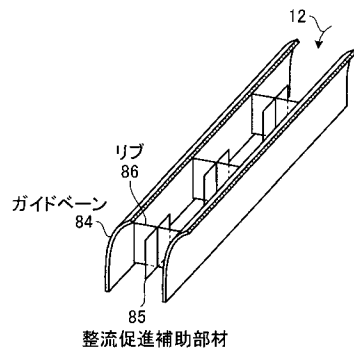
【図25】



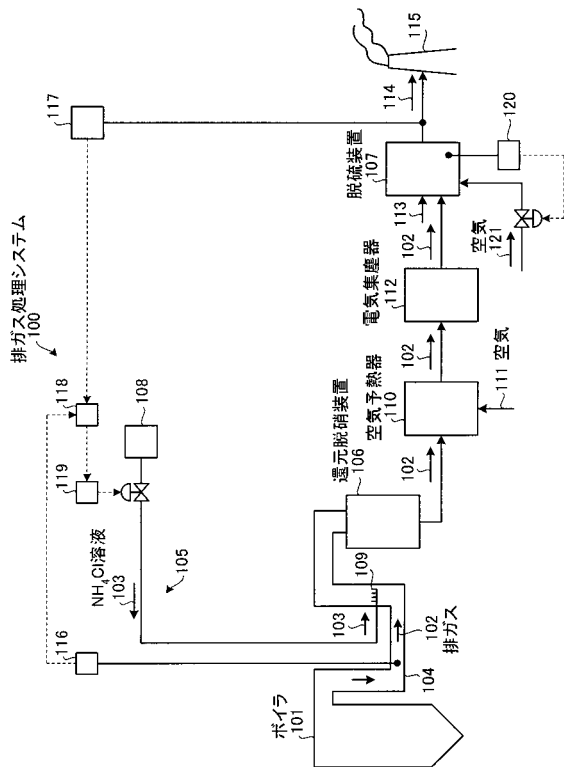
【図26】



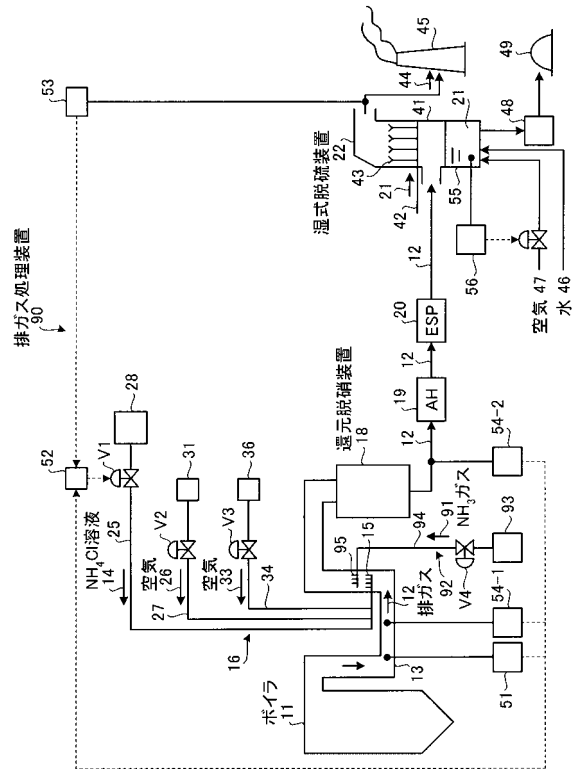
【図27】



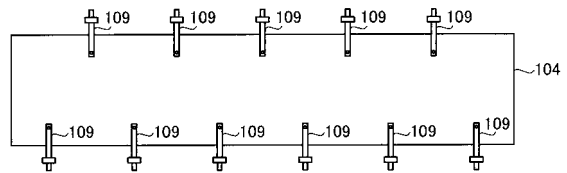
【図29】



【図28】



【図30】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 D 53/77 (2006.01)

(72)発明者 串岡 清則
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

(72)発明者 鵜飼 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

審査官 安積 高靖

(56)参考文献 特開2009-154067(JP,A)
特開昭53-014664(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 0 1 D 5 3 / 3 4 - 5 3 / 9 6