

明 細 書

発明の名称：脱硝装置

技術分野

[0001] 本開示は、脱硝装置に関するものである。

背景技術

[0002] 排熱回収ボイラ（H R S G）は、ガスタービン等から排出される排ガスがダクト内を通過し、排ガスと伝熱管内の水又は蒸気とが熱交換することによって、蒸気を生成する。排熱回収ボイラのダクト内部には、水や蒸気が流通する多数の伝熱管を有する複数の熱交換器や、排ガス中の窒素酸化物（N O x）を取り除く（脱硝する）脱硝装置等が設置される。

[0003] 脱硝装置は、例えば、ダクト内を流通する排ガスに対して注入ノズルから、窒素酸化物を還元する作用を有する還元剤（例えば、アンモニアや尿素水）を注入し、還元剤が注入された排ガスが反応装置（例えば、脱硝触媒）を通過することで排ガス中の窒素酸化物を取り除く。このような脱硝装置では、排ガスと還元剤とを混合し、排ガス中の還元剤の濃度を均一化させるために、注入ノズルの下流側であって且つ反応装置の上流側に、排ガスと還元剤とを混合する混合装置を設置する場合がある（例えば、特許文献1）。特許文献1には、複数の三角板を有する混合装置が反応装置の上流側に設けられている脱硝装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：実開平6－31826号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載の脱硝装置は、還元剤を注入された排ガスが混合装置を通過することで、混合装置の下流側でガスの渦が生じ、この渦によって排ガスと還元剤とが混合する。排ガスと還元剤とが混合された流体は、混合装置

の下流側に配置された反応装置を通過することで脱硝される。

混合装置で発生したガスの渦が十分に減衰していない状態では、混合装置を通過してダクト内を流通する排ガスと還元剤との混合流体は、流路断面の各位置において流速にばらつきが生じている。この状態で排ガスと還元剤との混合流体が反応装置に流入すると、反応装置の各位置によって流入する混合流体の量にばらつきが生じることとなる。反応装置に流入する混合流体の量にばらつきが生じると、反応装置の脱硝効率が低減する可能性があった。

[0006] また、混合装置に還元剤が注入された排ガスが流入する際に、還元剤の濃度が均一化されていない場合には、混合装置において排ガスと還元剤とを好適に混合することができない可能性があった。排ガスと還元剤とを好適に混合することができないと、反応増値の脱硝効率が低減する可能性があった。

[0007] 本開示は、このような事情に鑑みてなされたものであって、脱硝効率を向上させることができる脱硝装置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

[0008] 上記課題を解決するために、本開示の脱硝装置は以下の手段を採用する。

本開示の一態様に係る脱硝装置は、排ガスが所定方向に流通するダクト内に設けられる脱硝装置であって、前記ダクト内を流通する前記排ガスに対して、前記排ガスに含まれる窒素酸化物を還元する作用を有する還元剤を注入する注入部と、前記注入部の下流側に設けられ、前記所定方向に延在する中心軸線を中心とする渦を形成することで前記ダクト内を流通する前記排ガスと前記還元剤とを混合する混合部と、前記混合部の下流側に設けられ、前記排ガスと前記還元剤とが混合された混合流体の流れに抵抗を与え、前記ダクトの流路断面の全域に亘って設けられる抵抗部と、を備え、前記注入部は、前記所定方向と交差する方向である交差方向に延在して内部に前記還元剤が流通する還元剤配管と、前記還元剤配管の側面に設けられ前記ダクト内に前記還元剤を噴射するノズルと、を有し、前記注入部から前記混合部までの距離は、前記還元剤配管の外径の10倍以上であって、且つ、30倍以下であって、前記混合部から前記抵抗部までの距離は、前記注入部から前記混合部

までの距離よりも長い。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、脱硝効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の実施形態に係る排熱回収ボイラを示す概略構成図である。

[図2]本開示の実施形態に係る脱硝装置を示す概略構成図である。

[図3]本開示の実施形態に係る混合器のセルを示す模式的な斜視図である。

[図4]本開示の実施形態に係る混合器を示す模式的な側面図である。

[図5]本開示の実施形態に係る混合器を示す模式的な正面図である。

[図6]アンモニア濃度とアンモニア注入部から混合器までの距離との関係を示すグラフである。

[図7]混合流体の流速の標準偏差と混合器から脱硝触媒までの距離との関係を示すグラフである。

[図8]本開示の実施形態の変形例に係る脱硝装置を示す概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の実施形態に係る脱硝装置について、図1から図8を用いて説明する。以下の説明及び図面において、上下方向をZ軸方向と称し、水平方向のうち排ガスが流通する方向をX軸方向と称し、X軸方向及びZ軸方向と直交する方向をY軸方向と称する。また、図2、図3、図5及び図8において排ガスの流通方向を矢印Eで示している。

[0012] まず、図1を参照して、本実施形態に係る排熱回収ボイラ2について説明する。

本実施形態に係る排熱回収ボイラ2は、図1に示すように、排ガスがX軸方向（所定方向）に流れる横型の排熱回収ボイラである。本実施形態では、排ガスが流れる方向であるX軸方向は水平方向とされている。

[0013] 本実施形態に係る排熱回収ボイラ2は、X軸方向に延設され内部を排ガスが流通するダクト3と、ダクト3の内部に設けられて排ガスに含まれる窒素酸化物（ NO_x ）を除去する脱硝装置10と、ダクト3の内部に設けられる

第1熱交換部4及び第2熱交換部5と、を備える。

- [0014] 第1熱交換部4及び第2熱交換部5は、排ガス流れ方向と交差するように鉛直方向（Z軸方向）に延設された複数の伝熱管（図示省略）を有する。第1熱交換部4及び第2熱交換部5は、伝熱管の内部を流通する熱媒体（例えば、水や蒸気）と排ガスとの熱交換により、排ガスの熱を回収する。

第1熱交換部4は、脱硝装置10よりも上流側に設けられている。第1熱交換部4は、例えば、伝熱管の内部を流通する熱媒体を過熱する過熱器であってもよい。第2熱交換部5は、脱硝装置10よりも下流側に設けられている。第2熱交換部5は、例えば、伝熱管の内部を流通する熱媒体を蒸発させる蒸発器であってもよい。

- [0015] 燃焼機関1から排出された高温の燃焼排ガス（排ガス）は、ダクト3の入口からダクト3内に導入され、第1熱交換部4、脱硝装置10及び第2熱交換部5を順次通過した後にダクト3の出口を介して煙突7から排出される。

- [0016] 次に、脱硝装置10について、図1から図5を用いて詳細に説明する。

脱硝装置10は、アンモニア、尿素水等の窒素酸化物を還元する作用を有する還元剤を、ダクト3内を流通する排ガスに供給し、還元剤が供給された排ガス中の窒素酸化物（ NO_x ）と還元剤との反応を脱硝触媒13の触媒作用により促進させることで、排ガス中の窒素酸化物を除去、低減するものである。以下の説明では、還元剤としてアンモニアガスを用いた例について説明する。なお、本開示に係る還元剤は、アンモニアガスに限定されない。例えば、液体状のアンモニアであってもよく、また、アンモニア以外であってもよい。

- [0017] 図1及び図2に示すように、脱硝装置10は、ダクト3内に排ガス流れの上流側から順番に配置されているアンモニア注入部（注入部）11と、混合器12と、脱硝触媒（抵抗部）13と、アンモニア分解触媒14と、を備えている。

- [0018] アンモニア注入部11は、Z軸方向に延在するアンモニア配管（還元剤配管）11aと、アンモニア配管11aの側面に設けられ複数の噴射ノズル（

ノズル) 11bを有する。アンモニア注入部11は、複数の噴射ノズル11bから、ダクト3内にX軸方向に沿ってアンモニアガスを噴射することで、ダクト3内を流通する排ガスに対してアンモニアを注入する。

アンモニア配管11aは、円管状を為している。アンモニア配管11aは、内部にアンモニアが流通している。アンモニア配管11aの外径dは、所定の長さとされている。

複数の噴射ノズル11bは、アンモニア配管11aの延在方向（すなわち、Z軸方向）に沿って所定の間隔で並んで配置されている。噴射ノズル11bは、アンモニア配管11aの側面に形成された丸穴であってもよい。噴射ノズル11bからは、所定の噴射圧力でアンモニアガスが噴射される。また、噴射ノズル11bの噴射孔の径は、例えば、3mm～6mmである。噴射ノズル11bは、アンモニアガスを円錐状に噴射する。なお、上記の噴射ノズル11bの噴射孔の径や、噴射態様は一例であり、これに限定されない。

[0019] 脱硝触媒13は、ダクト3の流路断面の略全域を覆うように配置されている。脱硝触媒13は、例えば、矩形筒状の矩形枠部（図示省略）と、矩形枠部の内部に設けられる複数の触媒（図示省略）と、を有する。触媒の形状としては、排ガスがX軸方向に通過可能なハニカム形状や波板形状のものが例示されるが、これらに限定されない。触媒は、内部を通過する排ガス（燃焼ガス）に含まれる NO_x （窒素酸化物）の還元反応を促して、 NO_x の少なくとも一部を除去する。触媒の成分は、例えば、酸化チタンがベースとされている。

[0020] アンモニア分解触媒14は、ダクト3の流路断面の略全域を覆うように配置されている。アンモニア分解触媒14は、排ガスに含まれるアンモニアを分解することで、排ガス中からアンモニアを除去する。本実施形態では、脱硝触媒13の下流側にアンモニア分解触媒14が設けられているので、脱硝触媒13で反応し切らなかった排ガス中のアンモニアをアンモニア分解触媒14によって分解することができる。

[0021] 混合器12は、ダクト3の流路断面の略全域を覆うように配置されている

。混合器 1 2 は、図 3 及び図 4 に示すように、X 軸方向に延在する中心軸線を中心として旋回する旋回流 S を形成する混合部 1 2 A を複数備えている。また、混合部 1 2 A は、複数（本実施形態では、一例として 4 つ）のセル 1 2 a を有している。すなわち、混合部 1 2 A は、複数のセル 1 2 a を組み合わせることで、1 つの旋回流（渦）S を形成している。旋回流 S は、混合部 1 2 A の略中心に形成される。

混合器 1 2 を通過した排ガス（詳細には、アンモニアを注入された排ガス）は、混合器 1 2 の下流側の空間において、複数の旋回流 S となり流通する。このように、混合器 1 2 は、旋回流 S を形成することでダクト内を流通する排ガスとアンモニアとを混合する。

[0022] 複数の混合部 1 2 A は、図 4 に示すように、Z 軸方向に複数（本実施形態では、一例として 2 つ）並んで配置されるとともに、Y 軸方向に複数（本実施形態では、一例として 2 つ）並んで配置されている。また、複数の混合部 1 2 A は、図 5 に示すように、X 軸方向にも複数（本実施形態では、一例として 2 つ）並んで配置されている。すなわち、混合部 1 2 A は、X 軸方向に 2 段となるように配置されている。なお、混合部 1 2 A の数は一例であって、本実施形態の数に限定されない。

混合部 1 2 A は、Z 軸方向（第 1 交差方向）及び Y 軸方向（第 2 交差方向）に複数（本実施形態では、一例として 2 つ）並んで配置されるセル 1 2 a を有している。セル 1 2 a は、規則的な形状をしている。

[0023] また、複数のセル 1 2 a は、図 4 に示すように、1 つの混合部 1 2 A に対して、Z 軸方向に複数（本実施形態では、一例として 2 つ）並んで配置されるとともに、Y 軸方向に複数（本実施形態では、一例として 2 つ）並んで配置されている。Z 軸方向及び Y 軸方向に隣接するセル 1 2 a 同士は、互いの向きが X 軸方向に延在する中心軸線を中心として 90 度回転した向きとなるように配置されている。図 2 に示すように、セル 1 2 a の Z 軸方向の長さは、長さ D とされている。また、セル 1 2 a の X 軸方向の長さは、長さ L とされている。セル 1 2 a の大きさは、混合器 1 2 の下流側に形成される渦の大

きさに影響を与える。すなわち、セル 1 2 a は、形成される渦の大きさを決定する。

[0024] セル 1 2 a は、図 3 に示すように、4 枚の三角形状であって、かつ、板状の板部 1 8 を有している。4 枚の板部 1 8 は、同形状を為している。4 枚の板部 1 8 は、セル 1 2 a の X 軸方向の中心点よりも上流側に配置される 2 枚の上流側板部 1 8 a と、中心点よりも下流側に配置される 2 枚の下流側板部 1 8 b と、を有する。

[0025] 2 枚の上流側板部 1 8 a は、下流側に頂点が配置される仮想上の四角錐の対向する 2 面となるように配置されている。2 枚の上流側板部 1 8 a 同士は、最も下流側に配置される頂点同士が接触するように配置されている。

2 枚の下流側板部 1 8 b は、上流側に頂点が配置される仮想上の四角錐の対向する 2 面となるように配置されている。2 枚の下流側板部 1 8 b 同士は、最も上流側に配置される頂点同士が接触するように配置されている。

[0026] 上流側板部 1 8 a の最も下流側に配置される頂点と、下流側板部 1 8 b の最も上流側に配置される頂点とは、接触している。また、上流側板部 1 8 a と下流側板部 1 8 b とは、互いの向きが X 軸方向に延在する中心軸線を中心として 90 度回転した向きとなるように配置されている。

[0027] なお、混合器 1 2 の構造は、上記の説明の構造に限定されない。混合器 1 2 は、複数の平面または曲面の組み合わせにより旋回流を生じさせる規則的な形状を並べて配置した構造であればよい。

また、板部 1 8 の形状は、三角形状に限定されず、例えば、台形状であってもよい。台形状である場合には、上流側板部 1 8 a は短辺（平行な一対の辺のうち、短い辺）が下流側に位置するように配置され、下流側板部 1 8 b は短辺が上流側に位置するように配置される。また、2 枚の上流側板部 1 8 a の短辺（平行な一対の辺のうち、短い辺）同士と、2 枚の下流側板部 1 8 b の短辺同士とが、正方形を為すように接続される。すなわち、4 つの板部 1 8 の短辺を全て接続する正方形の板部を有する。

[0028] 次に、脱硝装置 1 0 の各部の配置について説明する。

図2に示すように、混合器12から脱硝触媒13までの距離Bは、アンモニア注入部11から混合器12までの距離Aよりも長い。距離Bは、混合器12の下流端から脱硝触媒13の上流端までの距離である。また、距離Aは、アンモニア注入部11の下流端から混合器12の上流端までの距離である。

[0029] また、アンモニア注入部11（詳細には、アンモニア配管11aの下流端）から混合器12までの距離Aは、アンモニア配管11aの外径dの10倍以上であって、且つ、30倍以下の長さとしてされている。すなわち、以下の（1）式が成立する。

[0030] $10d \leq A \leq 30d \cdots (1)$

[0031] また、混合器12から脱硝触媒13までの距離Bは、セル12aのZ軸方向の長さDの5倍の長さよりも長い。すなわち、以下の（2）式が成立する。なお、本実施形態では、セル12aのY軸方向の長さと、セル12aのZ軸方向の長さとは同一であるので、セル12aのY軸方向の長さを長さDとしてもよい。

[0032] $B/D > 5 \cdots (2)$

[0033] 本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

混合器12を通過した流体（排ガスとアンモニアとが混合した混合流体）は、混合器12の下流側の空間で旋回流を形成する。したがって、アンモニア注入部11から混合器12までの空間よりも、旋回流が形成される混合器12から脱硝触媒13までの空間の方が、排ガスと還元剤とがより混合される。本実施形態では、混合器12から脱硝触媒13までの距離Bが、アンモニア注入部11から混合器12までの距離Aよりも長い。これにより、混合器12から脱硝触媒13までの空間の長さを長くすることができるので、排ガスとアンモニアとを好適に混合することができる。したがって、脱硝触媒13において好適に脱硝反応が起こるため、脱硝効率を向上させることができる。

[0034] 脱硝効率の向上効果について、図6のグラフを用いて詳細に説明する。図

6の縦軸は、アンモニア注入部11から60d（アンモニア配管11aの外径の長さdの60倍の長さ）離間した位置におけるアンモニア濃度の標準偏差を示し、図6の横軸は、アンモニア注入部11から混合器12までの距離Aをアンモニア配管11aの外径dに基づく長さとして示している。また、図6は、混合器12から脱硝触媒13までの距離Bが30dの場合について示している。

図6では、距離Aが30dよりも小さい場合において、距離Aの値が小さいほどアンモニア濃度の標準偏差が小さくなっている。すなわち、距離Aの値が小さいほどアンモニア濃度のバラつきが小さくなり、混合が進んでいる。特に、距離Aが30dから20dまでの範囲においては、急激に標準偏差が小さくなっていることが判断できる。

このように図6のグラフからも、混合器12から脱硝触媒13までの距離Bが、アンモニア注入部11から混合器12までの距離Aよりも長いことで、排ガスとアンモニアとを好適に混合可能であることが理解できる。

[0035] 旋回流が生じている状態では、ダクト内の流路断面の各位置において流速にばらつきが生じている。このため、旋回流が十分に減衰していない状態で、混合流体が脱硝触媒13に流入した場合、脱硝効率が低減する可能性がある。

一方、本実施形態では、混合器12から脱硝触媒13までの距離Bは、セル12aのZ軸方向の長さDの5倍の長さも長い。これにより、混合器12から脱硝触媒13までの距離Bを長くすることができるので、旋回流が十分に減衰した状態（十分に旋回力が弱くなった状態）の混合流体が脱硝触媒13に到達する。したがって、ダクト3の流路断面の各位置における流速のバラつきが抑制された状態で脱硝触媒13に混合流体を流入させることができる。よって、脱硝触媒13に均一化された状態の混合流体を供給することができる。よって、脱硝触媒13において好適に脱硝反応が起こるため、脱硝効率を向上させることができる。

[0036] 脱硝効率の向上効果について、図7のグラフを用いて詳細に説明する。図

7の縦軸は、混合流体の流速の標準偏差を示し、図7の横軸は B/D の値を示している。

図7では、 B/D が5よりも小さい場合には、 B/D の値が小さいほど混合流体の流速の標準偏差が大きくなっている。一方で、 B/D が5よりも大きい場合には、混合流体の流速の標準偏差が、混合器12がない場合と同程度となっている。このことから、 B/D が5よりも大きい場合には、混合器12で形成された旋回流が、混合器12がない場合と同程度まで減衰していることが判断できる。

このように図7のグラフからも、距離 B をセル12aの長さ D の5倍の長さも長くすることで、旋回流を十分に減衰させ、脱硝触媒13に均一化された状態の混合流体を供給することができることが理解できる。

[0037] また、本実施形態では、アンモニア注入部11から混合器12までの距離 A が、アンモニア配管11aの外径 d の10倍以上とされている。これにより、噴射ノズル11bから噴射されたアンモニアが好適に拡散した状態で混合器12に流入するため、混合器12で排ガスとアンモニアとを好適に混合することができる。したがって、脱硝効率を向上させることができる。また、本実施形態では、アンモニア注入部11から混合器12までの距離 A が、アンモニア配管11aの外径 d の30倍以下とされている。これにより、ダクト3の全長を短くすることができる。したがって、脱硝装置10を小型化することができる。このように、本実施形態では、混合器12における混合性能を向上させることができるとともに、脱硝装置10を小型化することができる。

[0038] [変形例1]

次に、本実施形態の変形例について図8を用いて説明する。

上記実施形態では、混合器12と脱硝触媒13との間に大きな抵抗体が設けられていない例について説明したが、本開示はこれに限定されない。例えば、図8に示すように、混合器12と脱硝触媒13との間に、抵抗体である高圧熱交換部（熱交換器）21が設けられていてもよい。本変形例では、脱

硝触媒 13 は、高圧熱交換部 21 の下流に設けられている。

高圧熱交換部 21 は、第 1 熱交換部 4 及び第 2 熱交換部 5 と同様に、内部に熱媒体が流通する伝熱管（図示省略）を有し、伝熱管内を流通する熱媒体と、伝熱管の外部を流通する排ガスとを熱交換させる。このような構造では、混合器 12 と高圧熱交換部 21 との距離が長さ B となる。すなわち、混合器 12 から高圧熱交換部 21 までの距離（距離 B）が、混合器 12 のセル 12 a の Z 軸方向の長さ D の 5 倍の長さよりも長く設定されている。

[0039] このように、本実施形態の距離 B は、混合器 12 と、混合器 12 よりも下流側であって最も上流に配置される抵抗体（例えば、脱硝触媒 13 や高圧熱交換部 21）との距離であればよい。抵抗体とは、ダクト 3 の流路面積の略全域を覆うように配置され、ダクト 3 内を流通する排ガス（詳細には、アンモニアが注入された排ガス）に抵抗を与える物体である。具体的には、抵抗体は、混合器 12 で発生した旋回流を大きく減衰させる物体である。抵抗体は、例えば、上記実施形態で説明した脱硝触媒 13 や高圧熱交換部 21 のほかに、アンモニアを分解するアンモニア分解触媒や、一酸化炭素を分解する CO 分解触媒であってもよい。

[0040] 本変形例によれば、以下の作用効果を奏する。

本実施形態では、バラつきが抑制された状態で高圧熱交換部 21 に混合流体が流入することから、高圧熱交換部 21 の下流側においても混合流体の流速のバラつきが十分に抑制された状態とすることができる。したがって、高圧熱交換部 21 の下流側に配置されている脱硝触媒 13 にも、均一化された状態の混合流体を流入させることができる。したがって、脱硝触媒 13 において好適に脱硝反応が起こるため、脱硝効率を向上させることができる。

[0041] なお、本開示は、上記各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、適宜変形が可能である。

[0042] 例えば、上記実施形態では、X 軸方向に混合部 12 A（セル 12 a）が 2 つ（2 段）設けられている例について説明したが、本開示はこれに限定されない。例えば、X 軸方向に混合部 12 A（セル 12 a）が 3 つ（3 段）以上

設けられていてもよく、また、X軸方向に混合部12A（セル12a）が1つ（1段）のみ設けられていてもよい。

[0043] また、上記実施形態では、排ガスが水平方向に流れる横型のダクト内に脱硝装置を設ける例について説明したが、本開示はこれに限定されない。例えば、脱硝装置は、排ガスが鉛直方向に流れる縦型のダクト内に設けられてもよい。

[0044] 以上説明した実施形態に記載の脱硝装置は、例えば以下のように把握される。

本開示の第1態様に係る脱硝装置は、排ガスが所定方向（X軸方向）に流通するダクト（3）内に設けられる脱硝装置（10）であって、前記ダクト内を流通する前記排ガスに対して、前記排ガスに含まれる窒素酸化物を還元する作用を有する還元剤を注入する注入部（11）と、前記注入部の下流側に設けられ、前記所定方向に延在する中心軸線を中心とする渦を形成することで前記ダクト内を流通する前記排ガスと前記還元剤とを混合する混合部（12）と、前記混合部の下流側に設けられ、前記排ガスと前記還元剤とが混合された混合流体の流れに抵抗を与え、前記ダクトの流路断面の全域に亘って設けられる抵抗部（13，21）と、を備え、前記注入部は、前記所定方向と交差する方向である交差方向に延在して内部に前記還元剤が流通する還元剤配管と、前記還元剤配管の側面に設けられ前記ダクト内に前記還元剤を噴射するノズルと、を有し、前記注入部から前記混合部までの距離（A）は、前記還元剤配管の外径（d）の10倍以上であって、且つ、30倍以下であって、前記混合部から前記抵抗部までの距離（B）は、前記注入部から前記混合部までの距離（A）よりも長い。

[0045] 混合部を通過した流体は、混合部の下流側の空間で渦を形成する。したがって、注入部から混合部までの空間よりも、渦が形成される混合部から抵抗部までの空間の方が、排ガスと還元剤とがより混合される。上記構成では、混合部から抵抗部までの距離は、注入部から混合部までの距離よりも長い。これにより、混合部から抵抗部までの距離を長くすることができるので、排

ガスと還元剤とを好適に混合することができる。したがって、脱硝触媒において好適に脱硝反応が起こるため、脱硝効率を向上させることができる。

また、バラつきが抑制された状態で抵抗部にガスが流入することから、抵抗部の下流側においても混合流体の流速のバラつきが十分に抑制された状態とすることができる。したがって、例えば、抵抗部が熱交換器等であって、且つ、熱交換器の下流側に脱硝触媒が設けられている場合であっても、熱交換器の下流側においても混合流体の流速のバラつきが十分に抑制された状態となるので、脱硝触媒に均一化された状態の混合流体が流入することとなる。よって、脱硝触媒において好適に脱硝反応が起こるため、脱硝効率を向上させることができる。

また、上記構成では、注入部から混合部までの距離が、還元剤配管の外径の10倍以上とされている。これにより、ノズルから噴射された還元剤が好適に拡散した状態で混合部に流入するため、混合器で排ガスと還元剤とを好適に混合することができる。したがって、脱硝効率を向上させることができる。また、上記構成では、注入部から混合部までの距離が、還元剤配管の外径の30倍以下とされている。これにより、ダクトの全長を短くすることができる。したがって、脱硝装置を小型化することができる。このように、上記構成では、混合部における混合性能を向上させることができるとともに、脱硝装置を小型化することができる。

[0046] また、本開示の第2態様に係る脱硝装置は、上記第1態様において、前記混合部は、形成される渦の大きさを決定するセル(12a)を複数有し、前記混合部から前記抵抗部までの距離(B)は、前記セルの前記所定方向と交差する方向である交差方向の長さ(D)の5倍の長さよりも長い。

[0047] 上記構成では、混合部から抵抗部までの距離は、セルの交差方向の長さの5倍よりも大きい。これにより、混合部から抵抗部までの距離を長くすることができるので、混合部で形成された渦が十分に減衰した状態の混合流体が抵抗部に到達する。したがって、流路断面の各位置における流速のバラつきが抑制された状態で抵抗部に混合流体を流入させることができる。よって、

例えば、抵抗部が脱硝触媒である場合には、脱硝触媒に均一化された状態の混合流体が流入することとなり、脱硝触媒において好適に脱硝反応が起こるため、脱硝効率を向上させることができる。

[0048] また、本開示の第3態様に係る脱硝装置は、上記第1態様または第2態様において、前記抵抗部は、前記混合流体が通過することで前記排ガスに含まれる窒素酸化物を除去する脱硝触媒（13）を有する。

[0049] 上記構成では、流路断面の各位置における流速のバラつきが抑制された状態で脱硝触媒に混合流体を流入させることができる。したがって、脱硝触媒に均一化された状態の混合流体が流入することとなり、脱硝触媒において好適に脱硝反応が起こるため、脱硝効率を向上させることができる。

[0050] また、本開示の第4態様に係る脱硝装置は、上記第1態様または第2態様において、前記抵抗部の下流側に配置され、前記混合流体が通過することで前記排ガスに含まれる窒素酸化物を除去する脱硝触媒（13）を備え、前記抵抗部は、内部に水又は蒸気が流通する伝熱管を具備するとともに前記伝熱管内を流通する水又は蒸気と前記ダクト内を流通する前記排ガスとを熱交換する熱交換器（21）を有する。

[0051] 上記構成では、抵抗部（熱交換器）の下流側においても混合流体の流速のバラつきが十分に抑制された状態とすることができるので、脱硝触媒に均一化された状態の混合流体を流入させることができる。したがって、脱硝触媒において好適に脱硝反応が起こるため、脱硝効率を向上させることができる。

符号の説明

- [0052] 1 : 燃焼機関
2 : 排熱回収ボイラ
3 : ダクト
4 : 第1熱交換部
5 : 第2熱交換部
7 : 煙突

- 1 0 : 脱硝装置
- 1 1 : アンモニア注入部
- 1 1 a : アンモニア配管
- 1 1 b : 噴射ノズル
- 1 2 : 混合器
- 1 2 A : 混合部
- 1 2 a : セル
- 1 3 : 脱硝触媒
- 1 4 : アンモニア分解触媒
- 1 8 : 板部
- 1 8 a : 上流側板部
- 1 8 b : 下流側板部
- 2 1 : 高圧熱交換部

請求の範囲

- [請求項1] 排ガスが所定方向に流通するダクト内に設けられる脱硝装置であって、
- 前記ダクト内を流通する前記排ガスに対して、前記排ガスに含まれる窒素酸化物を還元する作用を有する還元剤を注入する注入部と、
- 前記注入部の下流側に設けられ、前記所定方向に延在する中心軸線を中心とする渦を形成することで前記ダクト内を流通する前記排ガスと前記還元剤とを混合する混合部と、
- 前記混合部の下流側に設けられ、前記排ガスと前記還元剤とが混合された混合流体の流れに抵抗を与え、前記ダクトの流路断面の全域に亘って設けられる抵抗部と、を備え、
- 前記注入部は、前記所定方向と交差する方向である交差方向に延在して内部に前記還元剤が流通する還元剤配管と、前記還元剤配管の側面に設けられ前記ダクト内に前記還元剤を噴射するノズルと、を有し、
- 前記注入部から前記混合部までの距離は、前記還元剤配管の外径の10倍以上であって、且つ、30倍以下であって、
- 前記混合部から前記抵抗部までの距離は、前記注入部から前記混合部までの距離よりも長い脱硝装置。
- [請求項2] 前記混合部は、形成される渦の大きさを決定するセルを複数有し、
- 前記混合部から前記抵抗部までの距離は、前記セルの前記所定方向と交差する方向である交差方向の長さの5倍の長さよりも長い請求項1に記載の脱硝装置。
- [請求項3] 前記抵抗部は、前記混合流体が通過することで前記排ガスに含まれる窒素酸化物を除去する脱硝触媒を有する請求項1または請求項2に記載の脱硝装置。
- [請求項4] 前記抵抗部の下流側に配置され、前記混合流体が通過することで前記排ガスに含まれる窒素酸化物を除去する脱硝触媒を備え、

前記抵抗部は、内部に水又は蒸気が流通する伝熱管を具備するとともに前記伝熱管内を流通する水又は蒸気と前記ダクト内を流通する前記排ガスを熱交換する熱交換器を有する請求項 1 または請求項 2 に記載の脱硝装置。