

(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2004-361078

(P2004-361078A)

(43) 公開日 平成16年12月24日(2004.12.24)

(51) Int.Cl.⁷

F23C 11/00

B01D 53/56

F I

F23C 11/00

317

F23C 11/00

323

F23C 11/00

ZAB

B01D 53/34

129B

テーマコード (参考)

3K065

4D002

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-167139 (P2004-167139)
 (22) 出願日 平成16年6月4日 (2004.6.4)
 (31) 優先権主張番号 10/454,597
 (32) 優先日 平成15年6月5日 (2003.6.5)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 GENERAL ELECTRIC CO
 MPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100093908
 弁理士 松本 研一
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100106541
 弁理士 伊藤 信和
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

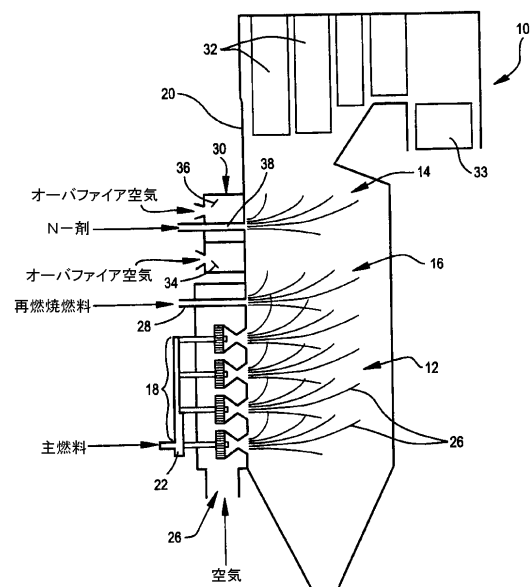
(54) 【発明の名称】 煙道ガス内の窒素酸化物を低減するための多重コンパートメント式オーバファイア空気・N-剤
 噴射システム及び方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、燃焼システムからの窒素酸化物の排出を低減することに関する。

【解決手段】 燃焼道管(11)は、燃焼ゾーン(12)と、該燃焼ゾーンの下流に位置するバーンアウトゾーン(14)と、該バーンアウトゾーンに隣接して設けられた、上流側空気インジェクタ(34)と下流側空気インジェクタ(36)とを有するオーバファイア空気チャンパ(30)と、下流側空気インジェクタを貫通して延びる、選択的還元剤をバーンアウトゾーン内に噴射するための薬剤インジェクタ(38)とを有する。インジェクタ(38)は、下流側コンパートメントを貫通して延びるランス(48)とランスの端部におけるノズル(38)とを含んでもよい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

道管（１１）を通して流れる燃焼ガス内の窒素酸化物濃度を低下させる方法であって、

a) 前記道管の燃焼ゾーン（１２）内で、窒素酸化物及び一酸化炭素を含む煙道ガス（２６）を生成する段階と、

b) 第１のオーバファイア空気インジェクタ（３４）から前記道管のバーンアウトゾーン（１４）内にオーバファイア空気を供給して前記煙道ガス内の一酸化炭素の少なくとも一部を酸化させる段階と、

c) 前記第１のオーバファイア空気インジェクタの下流に位置しかつ前記一酸化炭素の酸化の下流に位置する前記バーンアウトゾーン内の高さ位置において、前記オーバファイア空気（３６）と同時に選択的還元剤を噴射する（３８）段階と、

d) 前記選択的還元剤を前記煙道ガスと反応させて窒素酸化物を還元する段階と、を含む方法。

【請求項 2】

前記オーバファイア空気が前記道管に隣接したオーバファイアチャンバ（３０）から供給され、前記チャンバが、第１のオーバファイア空気インジェクタを形成する上流側インジェクタ（３４）と第２のオーバファイア空気インジェクタを形成する下流側インジェクタ（３６）とを有し、前記選択的還元剤を噴射するためのノズル（３８）が前記下流側インジェクタを貫通して延びている、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記オーバファイア空気が前記道管に隣接したオーバファイアチャンバ（３０）から供給され、前記チャンバが、第１のオーバファイア空気インジェクタを形成する複数の上流側インジェクタ（３４）と、それを貫通して前記選択的還元剤を噴射するためのノズル（３８）が延びる下流側インジェクタとを有する、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

分離プレート（４６）が、前記上流側インジェクタ（３４）を前記下流側インジェクタ（３６）から分離する、請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

燃焼ゾーン（１２）と、

前記燃焼ゾーンの下流に位置するバーンアウトゾーン（１４）と、

前記バーンアウトゾーンに隣接して道管壁（２０）上に設けられた、上流側空気インジェクタ（３４）と下流側空気インジェクタ（３６）とを含む空気コンパートメント（３０）と、

前記下流側空気インジェクタを貫通して延びる、選択的還元剤を前記バーンアウトゾーン内に噴射するための少なくとも 1 つの薬剤インジェクタ（３８）と、を含む燃焼道管（１１）。

【請求項 6】

前記インジェクタが、下流側コンパートメントを貫通して延びるランス（４８）と前記ランスの端部におけるノズル（３８）とを含む、請求項 5 記載の燃焼道管。

【請求項 7】

前記空気インジェクタがオーバファイア空気インジェクタ（３０）である、請求項 5 記載の燃焼道管。

【請求項 8】

前記下流側空気インジェクタ（３６）が前記上流側空気インジェクタ（３４）の垂直方向上方に位置し、燃焼ガス（２６）の下流方向が該道管を通る上向き方向である、請求項 5 記載の燃焼道管。

【請求項 9】

分離プレート（４６）が前記上流側インジェクタと前記下流側インジェクタとを分離している、請求項 5 記載の燃焼道管。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記上流側インジェクタ及び下流側インジェクタが各々、それぞれの調節可能なダンパ（４４）を有する、請求項５記載の燃焼道管。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、総括的にはボイラ、加熱炉及び焼却炉のような燃焼システムからの窒素酸化物の排出を低減することに関する。

【背景技術】

【０００２】

ボイラ及び加熱炉における燃焼によって発生する一群の空気汚染物質には、窒素の酸化物、主に NO 及び NO_2 が含まれる。窒素酸化物（ NO_x ）は、その毒性と酸性雨及び光化学スモッグ発生経過におけるその先駆物質としての作用とのために、関心が高まっている主題である。窒素酸化物の低減は、多くの技術開発努力の中心的課題である。

【０００３】

最新のボイラ、加熱炉及び他の類似の燃焼道管においては、オーバファイア空気（「 OFA 」）法によって窒素酸化物（ NO_x ）の排出が大幅に低減されてきている。この方法では、燃焼空気の大部分は燃料と共に燃焼室に供給されるが、燃焼空気の一部を加えるのを遅延させて、先ず酸素希薄状態を発生させ、その後 CO 及びあらゆる残留燃料の燃焼を促進するようにする。

【０００４】

選択的非触媒還元（「 SNCR 」）法は、アンモニア又は尿素のような窒素還元剤（「 N -剤」）をガス内に噴射することによって、燃焼ガス内の NO_x を低減する。 N -剤は、高温でかつ非触媒反応が選択的に NO_x を還元して窒素分子にするような条件下で噴射される。 NO_x は N -剤によって還元されるが燃焼ガス内の窒素分子は還元されないで、 NO_x の還元は選択的である。

【０００５】

N -剤は一般的に、 $930 \sim 1200$ （ $1700^\circ\text{F} \sim 2200^\circ\text{F}$ ）のような最適温度範囲又は枠内にある煙道ガス内に放出される。煙道ガスは、多くの場合、中程度から高程度までの一酸化炭素（ CO ）濃度（ $0.2 \sim 1.0$ パーセント）を有する。幾つかの SNCR の適用においては、煙道ガス内の CO は、 NO_x の還元が必要とされる N -剤内の活性種と化学的に競合する。この競合は、 SNCR プロセス及び NO_x 還元の有効性を低下させ、及び/又は最適温度枠を低温側に移動させる。

【０００６】

初期の SNCR 法は、煙道ガス内に噴射するオーバファイア空気内に N -剤の大きな液滴を噴霧することによって、 CO 問題を回避した。 OFA と煙道ガス蒸気とが混合するにつれて CO が酸化され、かつ液滴がボイラの低温領域に運ばれるにつれて液滴中の水が蒸発する。このプロセスにより、ガス温度が最適温度枠に到達し終わるまで、 N -剤の放出を遅延させることになる。

【０００７】

大液滴 N -剤システムは、煙道ガス内での長い液滴滞留時間と液滴に対する障害物を有する蛇行した流路と狭い N -剤放出温度枠とのような、その有効性を低下させるに足る困難性を有する。液滴が小さ過ぎる場合、煙道ガスがまだ高温過ぎて N -剤を無効にするような最適温度枠よりも上流位置で、液滴が N -剤を放出することになる。このような条件下では、 N -剤は NO_x を生成する（減少させるのではなく）可能性がある。一方、液滴が大き過ぎる場合、燃焼ガスが最適温度枠以下に冷却されてしまった後に N -剤の一部が放出されて、煙道ガス出口流における高いアンモニア濃度（アンモニアスリップ）を引き起こす。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

結局、液滴噴射位置近くの煙道ガス内の高いCO濃度によって引き起こされる問題を解決する一層良好なSNCR法に対する必要性が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

1つの実施形態では、本発明は、道管を通して流れる燃焼ガス内の窒素酸化物濃度を低下させる方法であり、本方法は、道管の燃焼ゾーン内で、部分的に窒素酸化物及び一酸化炭素から構成された煙道ガスを生成する段階と、第1のオーバファイア空気源から道管のバーンアウトゾーン内にオーバファイア空気を噴射して該煙道ガス内の一酸化炭素の少なくとも一部を酸化させる段階と、第1のオーバファイア空気源の下流に位置しかつ一酸化炭素の酸化の下流に位置するバーンアウトゾーン内に、オーバファイア空気と同時に選択的還元剤を噴霧する段階と、選択的還元剤を煙道ガスと反応させて窒素酸化物を還元する段階とを含む。

10

【0010】

第2の実施形態では、本発明は燃焼道管であり、本燃焼道管は、燃焼ゾーンと、該燃焼ゾーンの下流に位置するバーンアウトゾーンと、該バーンアウトゾーンに隣接した、上流側空気インジェクタと下流側空気インジェクタとを有するオーバファイア空気コンパートメントと、空気インジェクタ内に配置された、選択的還元剤をバーンアウトゾーン内に噴射するための少なくとも1つの薬剤インジェクタとを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

20

図1は、例えば石炭燃焼ボイラ又は加熱炉で使用する燃焼システムのような燃焼システム10の概略図である。燃焼システム10は、燃焼ゾーン12、バーンアウトゾーン14及び任意選択的な再燃焼ゾーン16を有する道管11を含む。燃焼ゾーン12は、道管11の少なくとも1つの壁20上に取付けられた1つ又はそれ以上の主バーナ18を含む。壁は、システム10の煙道ガス流内の燃焼ゾーン12、再燃焼ゾーン16、バーンアウトゾーン14及びその他の構成要素に対する垂直なチャンバを形成する。

【0012】

主バーナには、直接に又は燃料マニフォールド22を通して石炭のような主燃料が供給され、かつ直接に又は空気ボックス24を通して空気が供給される。空気ボックスは、道管内側の燃焼ゾーン12に対向して壁20の外側に取付けることができる。空気ボックスは、バーナの各々に空気を分配するマニフォールドである。

30

【0013】

主バーナ18によって噴射された燃料と空気ボックス24からの空気との燃焼は、道管の燃焼ゾーン12内で起こる。燃焼によって生成された煙道ガス26は、道管11内で燃焼ゾーン12からバーンアウトゾーン14に向かって上向き方向である下流方向に流れる。主バーナは、道管内に熱エネルギー入力を提供する。付加的な熱が、天然ガスのような再燃焼燃料を燃焼させる再燃焼ゾーン16において道管11内に放出されてもよい。再燃焼燃料は、再燃焼燃料インジェクタ28を通して道管11に入る。

【0014】

再燃焼ゾーン16の下流にはバーンアウトゾーン14が位置し、このバーンアウトゾーン14においてオーバファイア空気インジェクタ30を通してオーバファイア空気が道管11に流入する。道管11内のバーンアウトゾーンの下流において、煙道ガス26は任意選択的に一連の熱交換器32を通して流れる。煙道ガス内に残っている固体粒子は、静電集塵器(「ESP」)又はバグハウスのような粒子状物質制御装置33によって除去することができる。

40

【0015】

選択的還元剤(N-剤)は、オーバファイア空気と共にバーンアウトゾーン14内に噴霧される。N-剤インジェクタ(ノズル及びランス)は、オーバファイア空気チャンバ30内に配置され、オーバファイア空気と一緒に選択的還元剤をバーンアウトゾーン14内に噴射する。本明細書で使用する場合、「選択的還元剤」及び「N-剤」という用語は、

50

燃焼システム内で酸素が存在する状態で NO_x を選択的に還元することが可能なあらゆる種々の化学種を意味するのに同義で使用する。通常、好適な選択的還元剤には、尿素、アンモニア、シアヌル酸、ヒドラジン、タノラミン、ピウレット、トリウレット、アンメライド、有機酸のアンモニウム塩、無機酸のアンモニウム塩及びその他が含まれる。アンモニウム塩還元剤の具体的な例には、硫酸アンモニウム、重硫酸アンモニウム、重亜硫酸アンモニウム、蟻酸アンモニウム、炭酸アンモニウム、重炭酸アンモニウム、硝酸アンモニウム及びその他が含まれる。これらの選択的還元剤の混合物もまた使用可能である。選択的還元剤は、溶液、好ましくは水溶液の形、又は粉体の形態で供給される。1つの選択的還元剤は、水溶液の尿素である。

【0016】

図2に示すように、オーバファイア空気投入チャンバ30は、複数のOFAインジェクタ34、36を含む。これらのインジェクタは、チャンバ30の領域内にあり、該インジェクタからオーバファイア空気が壁20を通過して道管11のバーンアウトゾーン14内に流入する。オーバファイアチャンバ30は、道管の壁20に取付けられる。

【0017】

チャンバ30のOFAインジェクタは、垂直方向に重ねて道管の壁20上に配置される。チャンバ30の下方(煙道ガスにおける上流側)OFAインジェクタ34は、空気を例えば高流量でバーンアウトゾーン14内に供給する導管である。チャンバ30の上方(煙道ガスにおける下流側)OFAインジェクタ36もまた、空気をバーンアウトゾーンに供給する。下流側インジェクタによって供給されるオーバファイア空気は、上流側インジェクタを通して流れる空気よりも少ない流量とすることができる。OFAインジェクタの各々は、それを通して空気が道管の壁20に向かい、該壁の貫通孔を通して道管のバーンアウトゾーン14内に流入する空気導管を画成する壁を有することができる。

【0018】

チャンバ30内の分離プレート46は、上方OFAインジェクタと下方OFAインジェクタとを分離する壁を形成することができる。しかしながら、分離プレートは、OFAインジェクタが1つの空気投入チャンバ30内に含まれておらず道管の壁20の一部でOFAインジェクタ間が互いに分離されている場合には、必要でない場合もある。2つ以上のOFA空気インジェクタを設けることもできるが、最も下流側に位置するインジェクタは一般的にN-剤インジェクタを含むことになる。例えば、2つ又はそれ以上の上流側OFAインジェクタがバーンアウトゾーン14に空気を供給し、N-剤インジェクタを備えた最後の下流側OFAインジェクタが、オーバファイア空気及びN-剤の両方をバーンアウトゾーン14に供給するようにしてもよい。

【0019】

上流側インジェクタからの空気は、N-剤を放出する前に、バーンアウトゾーン14内のCO濃度を低下させる。下流側インジェクタ36からの空気は、N-剤を含む液滴と共にバーンアウトゾーン14内に流入する。1つ又は複数の上流側OFAインジェクタを通る空気の質量流量は、下流側OFAインジェクタを通る空気の質量流量よりも実質的に大きくすることができる。インジェクタの各々を通る空気の流量は、道管内に流入するオーバファイア空気量を調整するように制御される。インジェクタ34、36の各々内の調節可能なダンパ44を使用して、各インジェクタを通して流れる空気量を調整することができる。同様に、インジェクタの上流に位置するオーバファイアチャンバ30内にファンを配置し、このファンを使用して空気を制御流量でオーバファイアチャンバ内に移動させてもよい。

【0020】

N-剤ノズル38は、N-剤をバーンアウトゾーン内に噴霧する。各N-剤ノズル38は、オーバファイアチャンバ30内の下流側オーバファイア空気インジェクタを貫通して延びるランス48の端部に配置される。複数、例えば3つ又は4つの薬剤インジェクタ及びランスを、下流側OFAインジェクタ36を貫通して壁20内に配置してもよい。N-剤は、下流側OFAインジェクタ36を通して流れる空気と同時にN-剤ノズル38を通

10

20

30

40

50

してバーンアウトゾーン 1 4 内に導入される。O F A が燃焼ガス 2 6 と混合しながら、N - 剤は下流方向に流れる。N - 剤は、一旦放出されると、燃焼ガスと化学的に反応して NO_x の排出を低減する。

【0021】

中程度から高程度の CO 濃度を有する煙道ガス 2 6 は、燃焼ゾーンからバーンアウトゾーン 1 4 へと上向き方向に流れ、該バーンアウトゾーン 1 4 において、煙道ガスは、最初に下方コンパートメント 3 4 からのオーバファイア空気と混合し、その後上方コンパートメント 3 6 からの N - 剤及びオーバファイア空気と混合する。燃焼ゾーン 1 2 及び再燃焼ゾーン 1 6 から流れる煙道ガス内の一酸化炭素 (CO) は、オーバファイアチャンバ 3 0 の下方コンパートメント 3 4 から流れる空気によってバーンアウトゾーン 1 4 内で酸化される。空気内の酸素 (O_2) は、CO と反応して二酸化炭酸を形成する。CO の酸化は、N - 剤が噴射される高さ位置より上流側 (下方) のバーンアウトゾーン 1 4 内で起こる。

【0022】

N - 剤インジェクタ 3 8 の下方に位置する上流側インジェクタ 3 4 を通して道管内に空気を噴射することにより、煙道ガス 2 6 内の一酸化炭素の大部分が、該ガスが N - 剤と接触する前に酸化される。N - 剤噴射位置の上流で CO を酸化させることにより、煙道ガス内での液滴滞留時間を減少させるより小さい液滴径で N - 剤を煙道ガス内に噴霧することが可能となる。

【0023】

上方及び下方インジェクタ 3 6、3 4 内の空気流量は、煙道ガス内の十分な量の CO が下方コンパートメント 3 4 からの空気によって酸化されるまで、N - 剤を煙道ガスから遮蔽するように調整される。このことは通常、上流側インジェクタ 3 4 を通して下流側インジェクタ 3 6 よりも多い空気を流すことを必要とする。例えば、上流側インジェクタ 3 4 を通って流れる空気質量は、下流側インジェクタ 3 6 を通って流れる空気質量の 4 倍 ~ 10 倍とすることができる。N - 剤と接触する煙道ガス内の低い CO 濃度により、S N C R NO_x 還元化学反応に極めて重要な活性種に対する CO と NO_x との間の競合を減少させることによって、N - 剤の有効性が改善される。

【0024】

N - 剤インジェクタ 3 8 は、下流側インジェクタ 3 6 を貫通して延びるランス 4 8 の端部におけるノズルとすることができる。ノズル 3 8 の反対側にあるランスの入力端部は、N - 剤源に連結される。N - 剤インジェクタ用の多数の薬剤ノズル及びランスを、上方コンパートメント内にかつ道管 1 1 の壁 2 0 に沿って配置することができる。N - 剤インジェクタは、バーンアウトゾーン内の煙道ガスの所望の温度に対応する道管 1 1 の高さ位置に配置することができる。例えば、薬剤インジェクタ 3 8 は、煙道ガス温度が $1700 \sim 2500^\circ\text{F}$ の範囲内にある高さ位置とすることができる。N - 剤ノズル 3 8 は、N - 剤の小液滴又はガスをバーンアウトゾーン内に噴射することができる。小液滴は、大液滴の場合よりも迅速に N - 剤を燃焼ガスに放出する。

【0025】

パイロット規模のフィールドテストでは、燃焼ガス内の CO が S N C R NO_x 還元化学反応に与える悪影響が実証された。燃焼ガス内における 2000 ppm (100 万分の 1) の CO の存在は、N - 剤噴射で達成される NO_x 還元が事実上排除されることを示した。例えば 300 kW (キロワット) の円筒形石炭燃焼炉で実施したパイロット規模のフィールドテストでは、煙道ガス内に CO が存在しない場合には、N - 剤は燃焼ガス内の NO_x を 6 ~ 25 パーセントほど還元することを示した。しかしながら、煙道ガス内に CO が 2000 ppm 存在する場合には、N - 剤による NO_x 還元は無視できるほどになった。従って、燃焼ガス内の CO の低減は、S N C R 法を使用する場合の NO_x 還元を改善する因子である。

【0026】

典型的なボイラ燃焼加熱炉の数値流体力学 (CFD) コンピュータシミュレーションによると、オーバファイア空気内での N - 剤噴射によって NO_x を還元するためにはバーン

10

20

30

40

50

アウトゾーンに流入する燃焼ガスの温度は $1700^{\circ}\text{F} \sim 2500^{\circ}\text{F}$ の温度範囲内にあるべきであることを示した。N - 剤は小さな液滴としてガス内に噴射すべきであり、また分割流式オーバファイア空気チャンバ 30 は、上方コンパートメント 36 を通る空気質量流量よりも実質的に大きい下方コンパートメント 34 を通る空気質量流量を供給すべきである。オーバファイアチャンバにおける上流側及び下流側コンパートメント間の空気質量流量の分割比は 10 対 1 ほどの大きさとすることができ、この比率は、下方コンパートメントを通る空気質量流量は上方コンパートメント内の空気質量流量の 10 倍ほど多いことを意味する。CFD 結果は、空気質量分割比が 4 対 1 の場合には NO_x は 21 パーセントほど低減され、空気質量分割比が 10 対 1 の場合には NO_x は 35 パーセントほど低減されることを示した。空気流量の相対的調整は、上方及び下方インジェクタ内のダンパ 44 を移動させるか又は上方及び下方インジェクタ内に空気を送り込むファンの速度を調整することによって行うことができる。

10

【0027】

現在最も実用的かつ好ましい実施形態であると考えられるものに関連して本発明を説明してきたが、本発明は開示した実施形態に限定されるものではなく、また、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図 1】石炭燃焼式燃焼道管の概略図。

20

【図 2】図 1 に示す道管のための多重コンパートメント式オーバファイアチャンバの概略図。

【符号の説明】

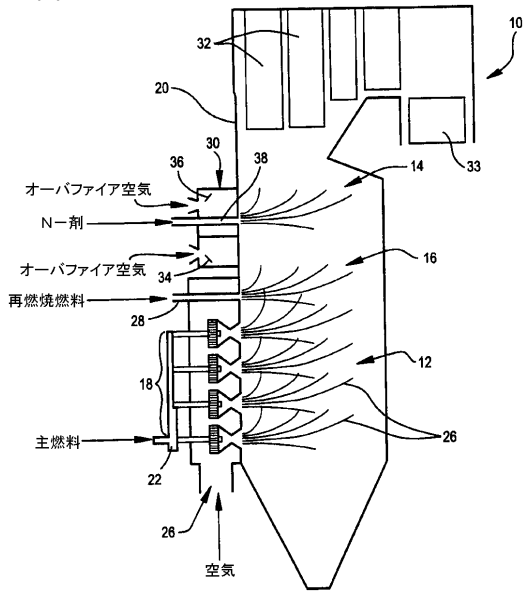
【0029】

- 10 燃焼システム
- 11 道管
- 12 燃焼ゾーン
- 14 バーンアウトゾーン
- 16 再燃焼ゾーン
- 18 主バーナ
- 20 道管の壁
- 22 燃料マニフォールド
- 26 煙道ガス
- 28 再燃焼燃料インジェクタ
- 30 オーバファイア空気チャンバ
- 32 熱交換器
- 33 粒子状物質制御装置
- 34 上流側インジェクタ
- 36 下流側インジェクタ
- 38 N - 剤インジェクタ

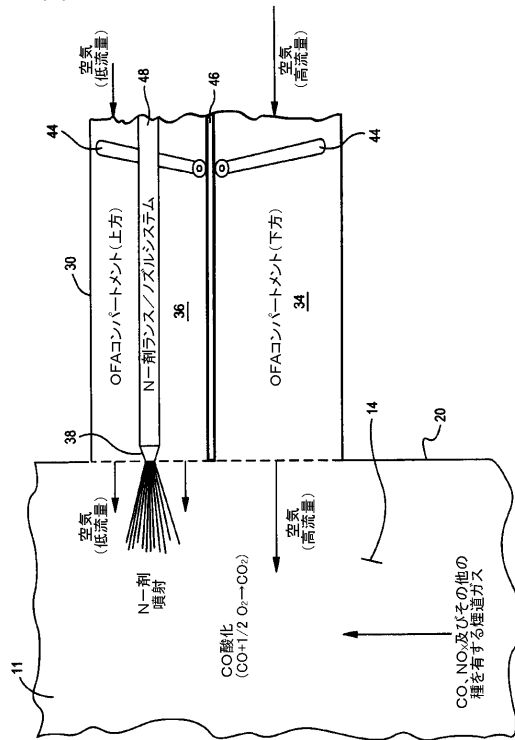
30

40

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 ラリー・ウィリアム・スワンソン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州、ラグナ・ヒルズ、ラ・セーラ、25832番

(72)発明者 ウェイ・チョウ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州、フットヒル・ランチ、モンセラート、5番

(72)発明者 デビッド・ケリー・モイエダ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州、ラグナ・ヒルズ、カミニート・マーシャル、23355番

(72)発明者 ロイ・ペイン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州、ミッション・ビエホ、サンタ・ポーラ、21752番

Fターム(参考) 3K065 TA01 TC01 TC03 TC04 TD07 TE02 TE09 TF09 TM03

4D002 AA12 BA06 DA07 DA57 EA01