

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4017521号

(P4017521)

(45) 発行日 平成19年12月5日(2007.12.5)

(24) 登録日 平成19年9月28日(2007.9.28)

(51) Int. Cl. F I
F 2 3 C 99/00 (2006.01) F 2 3 C 99/00 3 1 0
F 2 3 L 7/00 (2006.01) F 2 3 L 7/00 Z A B A

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-556548 (P2002-556548)	(73) 特許権者	392032409
(86) (22) 出願日	平成13年12月20日 (2001.12.20)		ブラクスエア・テクノロジー・インコーポ レイテッド
(65) 公表番号	特表2004-523717 (P2004-523717A)		アメリカ合衆国06810-5113コネ ティカット州ダンバリー、オールド・リッ ジバリー・ロード39
(43) 公表日	平成16年8月5日 (2004.8.5)	(74) 代理人	100067817
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/048713		弁理士 倉内 基弘
(87) 国際公開番号	W02002/055933	(74) 代理人	100085774
(87) 国際公開日	平成14年7月18日 (2002.7.18)		弁理士 風間 弘志
審査請求日	平成16年12月13日 (2004.12.13)	(72) 発明者	ヒサシ コバヤシ
(31) 優先権主張番号	09/757,611		アメリカ合衆国 10579 ニューヨー ク、パトナム バリー、バージャー ス トリート 170
(32) 優先日	平成13年1月11日 (2001.1.11)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸素強化されたNO_x低減燃焼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

単一燃焼段階中の燃料リッチ領域又は第一燃焼段階及び第二燃焼段階中の第一燃焼段階の燃料リッチ領域へ、1以上の窒素含有炭化水素化合物含有燃料及び21vol%酸素を超え、29vol%までの平均酸素濃度を有する気体状酸化剤を、その段階が空気のみを酸化剤として操作される場合と同量のNO_xを生成する化学量論的割合より低い割合で供給する工程、

単一燃焼段階又は第一燃焼段階で上記燃料を上記気体状酸化剤と燃焼させる工程、
燃焼生成物及び未燃焼燃料を生成させる工程、並びに

上記未燃焼燃料を、第二燃焼段階で追加の気体状酸化剤と共に燃焼させる工程
を含む炭化水素燃料の燃焼方法であり、

第一燃焼段階及び第二燃焼段階へ供給される酸化剤の平均酸素含有量が20.9~27.4vol%の範囲であり、

第一燃焼段階で生成する燃焼生成物及び未燃焼燃料から十分な熱を除去することにより、
第二燃焼段階における燃焼中のNO_xの更なる生成を最小化するのに十分な低温にする方法。

【請求項2】

更に第一燃焼段階へ供給される前に酸化剤を加熱する工程を含む請求項1の方法。

【請求項3】

第一燃焼段階の化学量論的割合は、その段階が空気を唯一の酸化剤として行われる場合

10

20

と同量の NO_x を生成する化学量論的割合より低く、かつそれより低い以外は同一の条件下で上記燃料を上記酸化剤と燃焼させた場合に同一の NO_x 量を生成する化学量論的割合以上である、請求項1又は2の方法。

【請求項4】

燃料が石炭である請求項1～3いずれか1項の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、炭化水素燃料、特に石炭の燃焼に関する。

【背景技術】

10

【0002】

米国及び世界中で、環境についての意識が高まり、ボイラー、焼却炉及び燃焼炉からの汚染物質の排出を減少させるための公的、規制的な圧力が増大している。特に重要な汚染物質の一つは、酸性雨、地表オゾン及び微粒子形成の原因の一つである NO_x (NO 、 NO_2 、 N_2O 、 N_2O_4 及びこれらの混合物である窒素酸化物それぞれを意味するがこれらに限定されるものではない。)である。

NO_x 排出を減少させるために、多くの技術が使用できる。これらの技術は、第1及び第2の2つの大きな種類に分けられる。第1の技術は、燃焼プロセスを制御して燃焼区域での NO_x 生成を最小化し又は防止する。第2の技術では、薬剤を使用して、燃焼区域で形成される NO_x を減少させて窒素分子とする。本発明は第1の制御技術に関する。

20

【0003】

一般に段階的燃焼法と呼ばれる第1の制御技術は、燃焼空気及び燃料の混合を慎重に制御して NO_x 生成を最小化する。燃料窒素からの NO_x の生成は、揮発性燃料及びチャー窒素中の窒素含有種からの、 NO_x の生成反応及び N_2 の生成反応間の競争に依存する。酸素リッチな条件では、競争は NO_x 生成に傾く。燃料リッチな条件では、反応は N_2 生成に傾く。上記第1の制御方法は、この現象を利用して空気及び燃料の混合を慎重に制御して、燃料リッチ領域を形成して NO_x 生成を防止する。 NO_x 排出を減少させるため、燃料リッチ領域は、 NO_x が減少する反応速度となるのに十分な温度(高温)でなければならない。一方、第二燃焼段階で NO_x が熱的に生成することを阻止するために、燃料リッチな第一燃焼段階から燃焼炉の熱伝導手段へ十分な熱が伝達されなければならない。

30

【0004】

第1の制御装置として最も一般的な種類は、低 NO_x 燃焼器(LNB)である。この装置中で、空気は、通常空気力学的に段階づけられて燃料リッチ領域及びその次の完全燃焼領域を形成する。従来の低 NO_x 燃焼器は、供給口近傍に、第1空気及び燃料により制御され、非常に燃料リッチな第一(燃焼)領域を有する。次に第二(燃焼)領域中で、第2空気及び残りの第3空気が、燃料窒素が化学的に処理されて N_2 を形成し続けるように働き、局所的な化学量論的量が厳格に制御される。この(第二燃焼)領域中で炭化水素及びチャーは完全燃焼される。LNBは NO_x 減少のためにはかなり低廉な方法ではあるが、現在利用可能な種類では、将来予定される規制の排出限界を達成することはできない。(従来のLNBの)他の問題として、灰中の炭素の増加と燃焼炎の不安定性がある。

40

低 NO_x 燃焼器はかなり成熟した技術であり、広く特許や技術文献で検討されている。LNBの効率を上げ、かつ燃焼炎の不安定性や灰中の炭素の増加等の欠点を最小化するために、多くの着想が検討された。これら着想の中で、第一(燃焼)段階への空気の予備加熱、及びオキシ燃料燃焼用への燃焼器(combustor)の変更の2つが特に適切である。

【0005】

空気の予備加熱及びオキシ燃料燃焼の両方は、第1(燃焼)領域内の化学量論的割合を増加させずに温度を上昇させて、段階的燃焼効率を増大させる。オキシ燃料燃焼は、遅いガス流による燃料リッチ領域内での長い滞留時間という、 NO_x 排出を減少させることが明らかな利点が更に加わる。上記の通り、段階的燃焼は燃料リッチな段階を使用して、 NO_x の生成よりも N_2 の生成を促進する。 N_2 生成反応は反応速度論的に制御できるため、

50

温度及び炭化水素ラジカル濃度の両方が NO_x 生成の減少に重要である。例えば、段階的でない又は緩やかな段階的条件下での、温度が高くラジカル濃度が低い場合、 NO_x 生成は増加する。非常にはっきり段階づけられた条件下での、ラジカル濃度が高く温度が低い場合、 HCN 等の中間体から N_2 への変換は阻害される。完全燃焼を行なうために空気が添加される場合、中間体は酸化して NO_x を形成し、最終的な NO_x 生成が増加する。Saro fim et al.「窒素含有燃料の燃焼中の窒素酸化物排出の制御方法」(A I C h E 第69年次会議、シカゴ、イリノイ、1976年11月)では、燃焼空気をかなり高温に予備加熱することにより、第一燃焼段階の反応速度を増大できることが示された。一方、小林ら(「工業的燃焼器の NO_x 排出特性及び酸素リッチな燃焼条件下での制御方法」国際燃焼研究協会9メンバー会議、Noordwijkerhout、1989年5月)は、空気の代わりに酸素を燃焼用を使用すると反応速度が増大することを示した。この両方のケースでは、最終的には、ラジカル濃度を同一に保持しながら第一燃焼段階中のガス温度を増加させ、その結果 NO_x 生成を減少させる。更に、空気の予備加熱及びオキシ燃料燃焼の両方を採用することにより、第一燃焼段階は、燃焼炎安定性を損なうことなく非常に段階づけられる。これは、更に NO_x 生成を減少させる。

10

【0006】

オキシ燃料燃焼は、更にLNBへ利点を付与する。Timothy et al.「単一石炭粒子の燃焼特性」、19回国際燃焼討論会、燃焼学会、1983)は、石炭が酸素リッチな条件下で燃焼される時、液化(揮発分留去)時間は非常に減少し、揮発性成分収率は増加することを示した。しかし、これらの試験は、非常に燃料が希薄な条件下で行なわれた単一の粒子燃焼試験であり、どの程度の酸素量がより現実的な燃焼条件下でこれを達成するために必要とされるかについての情報を提供するものではない。揮発性成分収率が高いことは、基準線に比べて気相中の可燃物が増加するために揮発性窒素種からの NO_x 生成を抑えるようなより燃料リッチな気相へと導く。更に、燃料揮発性成分は急速に発火し、燃焼炎を燃焼器(バーナー)に定着させるために、 NO_x 生成がより低くなる。揮発性成分収率が増加すると、チャーの残存が少ないため完全燃焼時間が短くなる。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来技術は段階的燃焼及びLNBに関して幾つかの優れた機能向上効果を示しているが、幾つかの実践的な問題があるためその適用は限られていた。第一に、反応速度増加のために必要なレベルまで燃焼空気を予備加熱することは、システム及び空気配管両方に何らかの改良が必要である。空気加熱器及び燃料節約装置区域は、流入空気をより高い温度へ加熱するため改良される必要があり、それは蒸気循環構成部分の残りの改良も必要とする。管路及びウィンドボックス、並びに燃焼器自体も同様に高温の空気を処理するために改良される必要がある。これらの改良は、全て費用がかかりボイラーの操作上に悪影響を及ぼす。

30

【0008】

ボイラー中でオキシ燃料を燃焼させる第一の問題は、酸素の価格である。酸素使用を経済的にするためには、プロセス効率の上昇により達成される燃料の節約額は、供給される酸素の費用より大きい必要がある。十分な熱回収のない燃焼炉等の高温操作の場合、これは容易に達成できる。しかし、ボイラー等をさらに効率的に操作する場合、オキシ燃料燃焼により達成できる燃料節約は、酸素費用よりも通常は低くなる。例えば通常の石炭燃料用ボイラーを空気燃焼型から酸素燃焼型へ変換する場合、ボイラーから排出されるパワーの約15~20%が必要酸素を製造するために必要である。従ってオキシ燃料の燃焼は、殆どのボイラーにとって非経済的である。

40

このように、1以上の窒素化合物を含有する燃料(特に石炭)の燃焼における NO_x 排出の減少を達成する方法が求められており、特に、既存の燃焼炉で大幅な構造的改造の必要なく行なうことのできる方法が求められている。

【課題を解決するための手段】

50

【0009】

本発明は、1以上の窒素化合物を含有する燃料の燃焼方法であり；
第一燃焼段階へ燃料及び21vol%を超え、好ましくは21.8~29vol%の範囲の酸素を含有する気体状酸化剤を、その段階が空気のみを酸化剤として操作される場合と同量のNO_xを生成する化学量論的割合より低い割合で供給し、
第一燃焼段階でその燃料を気体状酸化剤と燃焼させ、燃焼生成物及び未燃焼燃料を生成する燃焼方法に係るものである。

好ましくは、第二燃焼段階中で上記未燃焼燃料を追加酸化剤流を使用して燃焼させる段階を含み、第一燃焼段階へ供給されるものを含む全ての酸化剤の平均酸素含有量が20.9~27.4vol%の範囲であり、第一燃焼段階からの燃焼生成物及び未燃焼燃料から
10
十分な熱を蒸気発生管による熱交換等で除去して、第二燃焼段階での燃焼中のNO_xの更なる生成を最小化するのに十分な低温にする方法に係る。

又、本発明の目的は、燃焼炉で生成するNO_x量を減少させるために、その中で炭化水素燃料が空気を唯一の酸化剤として燃焼される既存の燃焼炉を適用（装置改造）することを可能とするものである。中で炭化水素燃料が燃焼される燃焼炉を、上記燃焼炉内での上記燃料と唯一の酸化剤としての空気との燃焼により生成されるNO_x量と比べて、燃焼炉により生成されるNO_x量を減少させるための操作方法であり、例えば、上記燃焼炉の第一燃焼段階へ、上記燃料及び21vol%を超える酸素を含有する気体状酸化剤を、その段階が空気のみを酸化剤として操作される場合と同量のNO_xを生成する化学量論的割合より低い割合で供給し、上記燃焼段階でその燃料を気体状酸化剤と燃焼させ、燃焼生成物
20
及び未燃焼燃料を生成する。

上記例のいずれでも、酸素は、純粋酸素又は十分に酸素リッチな空気の単一流、又は純粋酸素及び/又は十分に酸素リッチな空気の複数流のいずれの形で供給できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明は、段階的燃焼の効率を上げて上記問題を解決する。又、本発明は、単一燃焼段階の燃焼器（バーナー）に使用できる。本発明は、石炭、燃料油（重油を含む）及び瀝青等の炭化水素燃料の燃焼に適用できる。これらの燃料は、一般的に少量の原始的に存在する窒素系炭化水素化合物、通常複素環化合物を含有している。

下記記載で、燃焼装置の1の燃焼段階へ供給される酸化剤の酸素含有量は、たとえ、その燃焼段階中で酸素含有量が異なる場所では変化するとしても、その燃焼段階を全体とした場合の全平均酸素含有量を表すものである。
30

【0011】

本発明は、酸素及び燃料の特定範囲及び割合内では、驚くほど少量の酸素の使用がNO_xの生成を非常に減少させるため、NO_x生成の減少のための大幅なボイラー改造又は純粋なオキシ燃料の燃焼にかかる費用の必要性を除去することを発見してなされた。

詳細には、関連する従来技術から予測されることとして、空気中での段階的燃焼の第一燃焼段階として観測された従来の化学量論的割合において、空気中の酸素含有量を上げることはNO_xの生成を上昇させるとされていた。ここで使用される「化学量論的割合」とは、供給される酸素の、供給分を含む物質材料中に存在する全ての炭素、イオウ及び水素を二酸化炭素、二酸化イオウ及び水へ完全に変換するのに必要な合計酸素量に対する割合を表す。
40

ところが驚くべきことに、より低い化学量論的割合での燃焼は、酸化剤ガス中の全酸素含有量が比較的わずかに増加すると、NO_xの生成を非常に減少させる結果を生じるという特性を有することが見いだされた。

【0012】

設定された一連の燃焼条件の、酸化剤ガス中で空気のそれより多少高く設定された全酸素含有量の特定の化学量論的割合値をとる特定の時点で、投入燃料単位に対する量（mass）で表されるNO_x生成（量）は、燃焼が空気又は酸化剤ガスのいずれで行われても同一となる。この点は、ここで「変曲点」として表される。この言葉は、ここで本発明の
50

記載の理解を助けるため使用されるものであり、特に「変曲」に更に他の意味を持たせるものではない。変曲点における特定の化学量論的割合値は、例えば燃料組成や酸化剤の全酸素含有量によってその場合場合で変えることができる。本発明は、第一燃焼段階では（又は段階的燃焼器の燃料リッチ部分中では）その（変曲）点の化学量論的割合よりも下の化学量論的割合で、燃焼を行う。

【0013】

NO_x生成への酸素添加の影響の例を、図1に概略的に示す。この図は、体積及び第1のゾーンからの熱除去を一定にして化学的反應速度を計算して得られたものである。図1で示される2つの曲線は、酸化剤が空気である場合と、燃料の完全燃焼に必要な酸素の10%が純粋な酸素により供給され、この酸素が第一（燃料リッチな）燃焼段階へ供給された場合の、第一燃焼段階の化学量論的割合の関数であるNO_x生成を表す。これら計算に使用される燃料は、34%揮発性成分を含有する通常の瀝青炭である。図1には、2つの曲線が交差する点Aが表される。点Aでは、燃焼が空気又は生成した気体状酸化剤のいずれで行なわれてもNO_x生成が同じであり、燃料の完全燃焼に必要な酸素の一部（この例では10%）が純粋な酸素として供給され、残りは空気として供給されている。点Aは、上記「変曲点」である。図の例では、点Aにおける化学量論的割合は、約0.585であり、石炭の約52wt%が蒸気相中において反応に参加したと考えられる。従って、全化学量論的割合は1に及ばないが、気相はこの変曲点ではわずかに燃料リッチなだけである。

10

【0014】

図の例では、第1の燃焼段階で化学量論的割合が約0.585を超えて気相が燃料希薄となる場合、酸素添加は非常にNO_x生成を増加させる効果がある。しかし、本発明において、（例えば、純粋酸素又は十分に酸素リッチとしている空気を比較的適量で添加することにより得られる）第一燃焼段階の酸化剤の全酸素含有量の適度な増加の効果が、劇的にNO_x生成を減少させるような、より低い化学量論的割合（この例では、2つの曲線の交差する点での化学量論的割合である約0.585未満）が存在することが見いだされた。本発明は、第一燃焼段階（又は段階的燃焼器中の燃料リッチな部分）中で、この点（変曲点）での化学量論的割合より低い化学量論的割合で燃焼を行なう。

20

【0015】

本発明の好ましい態様は、段階的燃焼を促進し、かつ材料的又は経済的限界の範囲内とする組み合わせにより定まる。上記のとおり、本発明の主な目的はNO_x生成の減少であるが、他の目的はもちろん燃焼の開始及び持続が可能なことである。化学量論的割合が非常に低い場合、例えば図1の例で約0.4未満である場合、第一燃焼段階での点火及び燃焼は困難である。この低い方の限界は、第一燃焼段階で発生した揮発性成分の量等の燃料特性及び酸化剤特性に非常に影響される。上記記載された例では、最適範囲は、全石炭を基準として約0.4～0.585の化学量論的割合である。これは、気相中での想定燃料基準で0.575～0.85の範囲に相当する。他の例では、非常に予備加熱した、純粋酸素又は十分に酸素リッチな空気流は、低温での等価の酸素流よりもかなり低い化学量論的割合での燃焼を可能とする。しかし、どの場合でも化学量論的割合がある臨界値（上記例では約0.4）より低い領域のNO_x生成は、本発明による酸素添加及び化学量論的割合の制御なしで達成される値を超えてしまう。

30

【0016】

この点を考慮すると、一連の設定燃焼条件（空気のそれよりも多少大きい全酸素含有量を有する設定された酸化剤流を含む）下でNO_x生成の減少を確実に達成するために、空気又は設定された酸化剤ガス中の燃焼で同量のNO_xが生成されるような上記変曲点での化学量論的割合よりも低く、かつ（設定された酸化剤流により得られた）NO_x生成が再度上昇して上記変曲点でのNO_x生成量と同じになる、低い方の化学量論的割合以上である化学量論的割合で操作することが好ましい。

40

【0017】

換言すれば、図1において、点A（即ち、変曲点）でのNO_x生成は、燃焼に必要な酸

50

素の10%が純粋酸素で残りは空気で供給された空気又は気体状酸化剤中での燃焼と同じであり、点BでのNO_x生成は、点AでのNO_x生成と同じである。そして、点Aでの化学量論的割合より低く、点Bでの化学量論的割合以上である化学量論的割合で燃焼を行なうことが好ましい。

【0018】

操作に最適な化学量論的割合は、燃料特性、燃焼装置の種類、燃焼に必要であり、純粋酸素又は十分にリッチとなるように酸素添加された空気により供給された酸素成分、及び酸化剤平均温度に非常に影響される。最適な操作様式を決定するために、数種の方法が使用できる。この方法として、反応速度論的限界の重要な情報を与える上記記載の反応速度論的計算が挙げられる。この計算において、酸素への燃料割合、従って蒸気相中でのNO_x生成を適切に記載するため蒸気相中の燃料リッチな条件下での燃料の量に注意する必要がある。

10

燃焼空気の一部が酸素で置き換わる燃焼装置中の空気力学的段階付けの影響を考慮するために、計算流体力学(CFD)計算が使用できる。従って、最終的な装置の設置前に、モデリング結果を確認するための実験を行なうことができる。

【0019】

上記のとおり、ここで発見され記載された効果は、酸化剤の全酸素含有量の増加を基礎にしている。その増加は、酸素による文字通りの空気の置換、又は酸素リッチな空気の添加、酸素リッチな空気による空気の置換、純粋酸素又は殆ど純粋な酸素の添加、純粋酸素又は殆ど純粋な酸素による空気の置換等の方法により行なうことができる。ここでは便宜上、酸化剤中の増加した全酸素含有量は、純粋酸素による空気の置換で表してもよい。即ち同量の酸素を保持するように、純粋な酸素で一部置換された空気と等価の酸化剤である。空気が約20.9vol%の酸素を含有するものであるから、下記表に従って、空気を設定した割合で酸素により種々に置換して、より高い全酸素含有量を有する酸化剤を生成できる。

20

【0020】

【表1】

酸素による空気の 置換割合(vol%)	置換により生成する 酸化剤の酸素(vol%)
0	20.9
5	21.8
10	22.7
15	23.7
20	24.8
25	26.1
30	27.4
35	28.9
40	30.6

30

40

【0021】

純粋酸素又は他のガスによる空気の置換により影響される可能性のある酸化剤ガスの実際の全酸素含有量の範囲は、酸素を使用しても十分な影響が生じなくなる限界を下限とし

50

、費用が非常に高価となるか、ボイラー又は燃焼炉バランスの維持が困難となる限界を上
限とする。純粋酸素又は十分に酸素リッチな酸化剤流が、燃焼に必要な化学量論的酸素の
25%以上、又は30%以上までも供給に使用される場合、従来の酸素費用及びNO_x制
御の反応速度に基づく計算により、21.8vol%~24.8vol%の酸素を含有す
る気体状酸化剤の使用(即ち、合計燃焼空気の5~20%又は上記表中に示された5%及
び20%間の任意の値を酸素と置換することに対応する)が最適であることが明らかとな
った。全ての酸素が第一燃焼段階燃焼領域中で使用され、第二燃焼段階燃焼領域中で酸素
が全く使用されない場合、第一燃焼段階の燃焼空気を酸素で置換する最適範囲は、第一燃
焼段階燃焼領域の化学量論的割合に影響され、上記範囲より高くなる。

【0022】

燃焼空気及び燃焼酸素並びに酸素リッチな空気は、1つのフローとして供給されてもよ
く、複数のフローとして供給されてもよい。酸素又は十分に酸化剤リッチなフローを供給
する最適な方法は、NO_x減少を最大化して、装置改造及びシステムの複雑さを最小化す
るものである。これらの要件に適合させるため、酸素は、燃焼器を通して第一燃焼段階ま
で伸びているランスを通して供給されるか、燃焼器に隣接する壁を通して供給されること
により、第一燃焼領域へ導入できる。この方法は、第一燃焼領域中で増大した酸素濃度の
影響を最大にし、配置されるランスの構成を単純にできる。更に、この方法により、局
部的酸素濃度を、プロセスに使用される酸素純度と同じほど高くできる。それは、燃料粒子
又は液滴の液化を促進し、更に燃焼炎の安定した固着を助ける。又この方法により、予備
加熱された酸素を早点火又は燃料軟化の問題なしに注入できる。

【0023】

本発明の一の実施例は、当業者が熟知しており、容易に実施できる従来法により行なう
ことができる。燃焼される石炭は、最初に、ガス圧で供給できるように微粒子サイズまで
微粉化され、バーナーヘッドの供給口から燃焼炉又は燃焼装置類へガス圧で供給されても
よい。本発明に好ましく使用できる石炭燃焼には、従来公知のバーナーヘッド、微粉化石
炭の供給技術、並びに燃焼炉及び他の燃焼装置が使用できる。燃焼領域へ供給される気
体状酸化剤の化学量論的割合及び酸素含有量は、当業者に公知の制御手段により制御でき
る。本発明による燃料の燃焼は、発電用熱回収又は加熱の目的に有用である。

【0024】

本発明の実施をする簡単な方法は、酸素を低NO_x燃焼器(LNB)のウィンドボック
スへ注入して、目的とする増大した酸素含有量を有する酸化剤ガスを調製し、生じた酸化
剤ガスを第一燃焼燃焼段階を含む燃焼炉全体へ供給し、第一燃焼段階への空気又は燃料流
を調整して第一燃焼段階を更に燃料リッチとする。これは、低窒素燃焼器(LNB)全体
が燃料リッチに運転され、オーバーファイアエアが更にボイラーの下流で添加されて燃料
を完全に燃焼させる段階的燃焼のために有用である。他の方法では、第1の又は燃料リッ
ちな段階へ酸素の大部分を供給し、N₂生成反応を促進させる。残存酸素は、低窒素燃焼
器(LNB)の次の燃焼段階又はオーバーファイアエアのいずれかへ供給され、完全燃焼
を促進する。最も好ましい構成は、全ての酸素を第一燃焼段階へランスを通して適切な量
で供給し、第一段階燃焼空気の流速を減少させることである。

【0025】

酸素リッチ化は、多くの方法で達成できる。例えば単にボイラーウィンドボックス中に
スパージャーを設置して、それが燃焼器に入る前に目的とする量の酸素を全ての燃焼空気
と混合できる。この方法は最も単純であるが、NO_x減少効率は第一燃焼領域への直接注
入に比べて低い。多少酸素リッチな空気を燃焼器へ供給する他の方法としては、予備混合
された(空気-酸素)混合物を直接的に第一燃焼領域へ注入することが挙げられる。この
方式はウィンドボックス中での単純な混合よりもNO_x減少をもたらすが、更なる配管及
びウィンドボックス改造が必要であるため、上記最適な例より好ましいとはいえない。

【0026】

酸素リッチ化の程度は、(使用される)位置による固有の要件に応じて変化できる。化
学量論的酸素の15%を超えて酸素の置換が増大すると、更にNO_xの減少が大きくなる

10

20

30

40

50

ことが認められた。一方、空気の40%を超える置換は、他のNO_x制御法に比べて、その酸素費用のために非経済的となる。更に本発明が既存の(従来型)ボイラー及び燃焼炉の装置改造で使用された場合、又は新しい従来型燃焼炉に設置された場合、ボイラーバランス(熱平衡)が悪影響を受ける前に空気の代わりに供給される酸素の量には上限がある。この限界は、燃料及び位置により限定されるものであり、通常20~30%(合計燃焼空気及び酸素の混合物の24.8%~27.4%の全酸素含有量に相当する。)である。

【0027】

本発明の他の好ましい例は、流入酸素又は十分に酸素リッチな酸化剤を予備加熱することである。予備加熱(1800°F(982℃)まで又は3000°F(1649℃)までの温度に加熱)された酸化剤は、燃料の点火を加速し、この領域内での燃焼を促進し、揮発性成分収率を増加させる。この(予備加熱)温度の上限は、プロセス配管の材質により定まる。

10

又、本発明により、NO_x及び非燃焼炭素の大部分を生成することが示されたボイラー内バーナー(燃焼器)を選択的に(燃料)リッチとすることにより、ボイラー内のNO_xを減少できる。

【0028】

本発明は、同様に、ボイラーが1つの燃料から発熱量のより低い燃料へ変更される場合などのボイラーバランス(熱平衡)問題により失われたボイラー能力を回復するためにも使用できる。例えば、ボイラーが瀝青炭から亜瀝青炭へ変更された時、亜瀝青炭に関するより高い煙道ガス体積は、輻射部を通過し、伝達部で吸収される熱が多すぎるという問題を通常生じる。これは、しばしばボイラーの出力低下を引き起こす。しかし、本発明の範囲内で、合計燃焼空気のわずか5%が酸素と置換された場合、煙道ガス体積は瀝青炭が燃焼したのと同じになり、失われたボイラー能力が回復できる。

20

【0029】

本発明の方法が第二の燃焼段階を有する段階的燃焼装置の第一燃焼段階として行なわれた場合、第一燃焼段階からの燃焼生成物(未燃焼燃料及び煙道ガスを含む)は、第二燃焼段階へ進む。更なる空気又は酸素はこの(第二燃焼)段階へ供給され、第一燃焼段階からの未燃焼燃料が燃焼される。この段階の燃焼は、NO_x生成を抑制し、好ましくはNO_x生成を最小化するように行なわれるべきである。この段階でのNO_xの生成を抑制又は最小化するために可能な最大の範囲で十分な空気又は酸素が、未燃焼燃料の燃焼を達成するために供給される。

30

本発明の他の利点としては、段階的燃焼装置の第一燃焼段階中(又は段階的燃焼器の燃料リッチ領域中)でここに記載された条件下での燃焼が燃料からの揮発性成分の液化(揮発分留去)を増加させ、これら条件下で生じるチャーの量を劇的に低下させ、従来の段階的装置中よりもより完全燃焼が可能となることである。

【0030】

更に本発明の他の利点は、第一(又は単一の)燃焼段階中の燃焼炎が燃焼器(バーナー)口に設けられていることである。この構成は、燃焼炎が燃焼器から離れている、即ち燃焼炎のベースが燃焼器口からある程度距離のある構成に比べ、NO_x生成がより減少する利点がある。更に燃焼空気の一部を酸素と置換すること及び第一燃焼段階のより燃料リッチな操作は、この段階でのより長い滞留時間を達成し、その結果更にNO_x生成を減少させる。

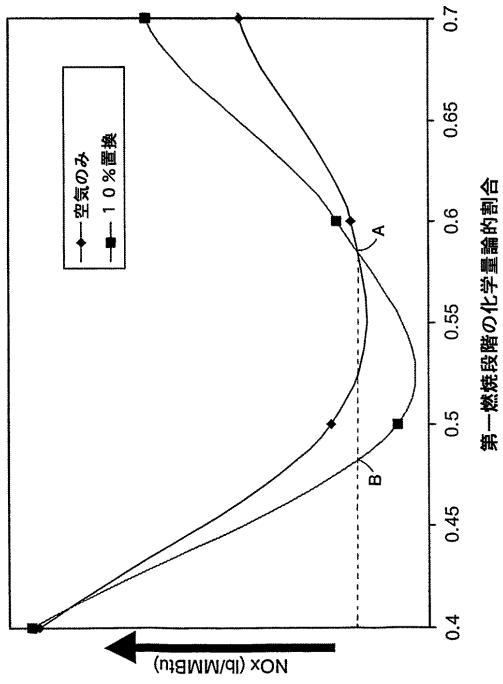
40

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】図1は、段階的燃焼炉の第一段階での化学量論的割合に対するNO_xの生成量の関係を示すグラフである。

【 図 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 ロレンス イー プール ザ サード
アメリカ合衆国 1 2 5 3 3 ニューヨーク、ホープウェル ジャンクション、フィッシュキル
フック ロード 9 5

審査官 川端 修

(56)参考文献 特表2000-506255(JP,A)
米国特許第04629413(US,A)
米国特許第04388062(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F23C 99/00
F23L 7/00