

(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2010-25443

(P2010-25443A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.
F23C 99/00 (2006.01)F1
F23C 99/00 314テーマコード (参考)
3K065

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

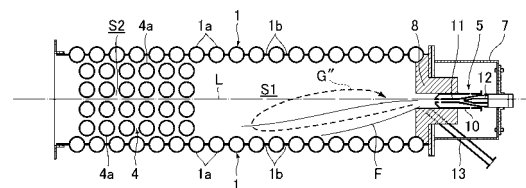
(21) 出願番号 特願2008-187409 (P2008-187409)
(22) 出願日 平成20年7月18日 (2008.7.18)(71) 出願人 505229472
株式会社日本サーモエナー
東京都港区芝大門1-3-2
(74) 代理人 100082474
弁理士 杉本 丈夫
(74) 代理人 100129540
弁理士 谷田 龍一
(72) 発明者 林本 伸章
京都府京都市南区久世殿城町600番地の
1 株式会社日本サーモエナー内
(72) 発明者 小西 博規
京都府京都市南区久世殿城町600番地の
1 株式会社日本サーモエナー内
Fターム(参考) 3K065 TA01 TA15 TB01 TB02 TC01
TD05 TE00 TG02 TH01 TH14(54) 【発明の名称】 低NO_x 燃焼装置及びこれに用いるバーナ

(57) 【要約】

【課題】 小型ボイラ等の高負荷燃焼条件下において燃料を低空気比で燃焼させても、NO_x及びCOの発生を抑制できるようにする。

【解決手段】 複数の水管1a及びヒレ1bから成る水冷壁1構造の伝熱面又は水冷ジャケット構造の伝熱面で囲まれた横断面形状が長方形の縦長の燃焼室S1と、燃焼室S1の一端部に燃焼室S1の幅方向中央位置Lから偏芯させた位置に設けられ、燃料Gと燃焼用空気Aの予混合気G'を燃焼室S1内に高速で噴射して燃焼させる縦長細幅のバーナ5とを具備した燃焼装置であって、前記バーナ5は、予混合気G'を縦横比が50:1以上になる縦長薄膜状の形態で且つ50m/sec以上の高速で噴射し、縦長薄膜状の火炎Fがバーナ5を偏芯させた側の燃焼室S1の伝熱面に沿って形成されるようにする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の水管及びヒレから成る水冷壁構造の伝熱面又は水冷ジャケット構造の伝熱面で囲まれた横断面形状が長方形の縦長の燃焼室と、燃焼室の一端部に燃焼室の幅方向中央位置から偏芯させた位置に設けられ、燃料と燃焼用空気の予混合気を燃焼室内に高速で噴射して燃焼させる縦長細幅のバーナとを具備した燃焼装置であって、前記バーナは、予混合気を縦横比が 50 : 1 以上になる縦長薄膜状の形態で且つ 50 m / s e c 以上の高速で噴射し、縦長薄膜状の火炎がバーナを偏芯させた側の燃焼室の伝熱面に沿って形成されるようにしたことを特徴とする低 N O x 燃焼装置。

【請求項 2】

燃焼室の幅とバーナから高速で噴射される縦長薄膜状の予混合気の幅の比率を 25 : 1 以上としたことを特徴とする請求項 1 に記載の低 N O x 燃焼装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の低 N O x 燃焼装置に用いるバーナであって、前記バーナは、先端を開放した縦長の偏平な長方体形状に形成されて燃焼用空気の一部が二次燃焼用空気として流入する燃焼筒と、横断面形状が先細り状に形成されて燃焼用空気の一部が一次燃焼用空気として流入する縦長の入口部及び入口部に連設されて縦向きのスリット状の噴出通路を形成すると共に先端部側両側面に燃焼筒内へ流入した二次燃焼用空気の一部を前記噴出通路内へ吸入する吸入穴を形成した縦長の噴出部を備え、前記噴出部先端が燃焼筒の先端側開口内に位置する状態で燃焼筒内に配設された予混合気の噴射ノズルと、噴射ノズルの入口部内に配設されて燃料を入口部内の一次燃焼用空気の流れに交差する状態で噴射するガスマニホールドとから成り、燃料と燃焼用空気の予混合気を縦横比が 50 : 1 以上になる縦長薄膜状の形態で且つ 50 m / s e c 以上の高速で噴射できる構成としたことを特徴とするバーナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主に小型の多管式貫流ボイラ等を使用されるものであり、特に、燃料と燃焼用空気を混合させて成る予混合気を縦長薄膜状の形態で高速噴射して燃焼させ、縦長薄膜状の火炎を燃焼室の片方の伝熱面に沿って形成することによって、高負荷燃焼条件下において燃料を低空気比で燃焼させても、N O x 及び C O の発生を大幅に抑制できるようにした低 N O x 燃焼装置及びこれに用いるバーナに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、ガスや油を燃料とするボイラ等においては、大気汚染等の問題により有害な燃焼廃棄物として N O x 、C O 等の排出低減が求められて来た。近年では、C O₂の温室効果ガスによる地球温暖化が問題になっており、C O₂の排出低減も強く求められている。

【0003】

そのため、国内の C O₂全排出量の約 1 割を占める小型ボイラ等の小型燃焼機器においても、C O₂の排出量を削減できて低 N O x 化及び低 C O 化を図れるようにした燃焼機器が求められている。

【0004】

一般的に、小型ボイラ（例えば、小型の多管式貫流ボイラ）等においては、小型化が益々進んで燃焼室が非常にコンパクトであり、炉負荷が 1000 kW / m³ ~ 10000 kW / m³ の非常に高負荷な燃焼条件となっている。そのため、低空気比の燃焼では、C O の発生を抑えることができないので、空気比は 1.25 ~ 1.4 程度に設定されている。

【0005】

従来の低 N O x 化技術としては、分割火炎による拡散燃焼方式や予混合燃焼方式等が挙げられる（例えば、特許文献 1、特許文献 2 及び特許文献 3 等参照）。

【0006】

ところで、空気比が 1.25 以上の高空気比領域では、予混合燃焼方式は拡散燃焼方式よりも火炎冷却効果が優れているために NO_x の発生を抑えることができる。

しかし、空気比が 1.25 以下の低空気比領域では、予混合燃焼方式は拡散燃焼方式よりも燃焼速度が増加して火炎温度が上がるために NO_x の発生を抑えることができない。

【0007】

従って、小型ボイラ等においては、上述したように高負荷燃焼条件下での低空気比燃焼では CO が発生する理由から、燃料を低空気比で燃焼させることができないので、予混合燃焼方式が一般的に最も優れた低 NO_x 燃焼方式である。

【0008】

小型ボイラ等において低空気比燃焼が可能になると、排ガス熱損失を抑えてボイラを高効率化して燃料消費量を抑えることができるため、その分の CO_2 排出量の低減が可能となる。

しかし、従来の技術では、高負荷燃焼条件下にて CO の発生を抑え、且つ NO_x の発生を抑えることは非常に困難であった。

【0009】

【特許文献 1】特開 2003 - 302012 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 120839 号公報

【特許文献 3】特開 2007 - 309578 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、このような問題点に鑑みて為されたものであり、その目的は、小型ボイラ等の高負荷燃焼条件下において燃料を低空気比で燃焼させても、 NO_x 及び CO の発生を大幅に抑制できるようにした低 NO_x 燃焼装置及びこれに用いるバーナを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の請求項 1 の発明は、複数の水管及びヒレから成る水冷壁構造の伝熱面又は水冷ジャケット構造の伝熱面で囲まれた横断面形状が長方形の縦長の燃焼室と、燃焼室の一端部に燃焼室の幅方向中央位置から偏芯させた位置に設けられ、燃料と燃焼用空気の予混合気を燃焼室内に高速で噴射して燃焼させる縦長細幅のバーナとを具備した燃焼装置であって、前記バーナは、予混合気を縦横比が 50 : 1 以上になる縦長薄膜状の形態で且つ 50 m / sec 以上の高速で噴射し、縦長薄膜状の火炎がバーナを偏芯させた側の燃焼室の伝熱面に沿って形成されるようにしたことに特徴がある。

【0012】

本発明の請求項 2 の発明は、燃焼室の幅とバーナから高速で噴射される縦長薄膜状の予混合気の幅の比率を 25 : 1 以上としたことに特徴がある。

【0013】

本発明の請求項 3 の発明は、低 NO_x 燃焼装置に用いるバーナであって、前記バーナは、先端を開放した縦長の偏平な長方形形状に形成されて燃焼用空気の一部が二次燃焼用空気として流入する燃焼筒と、横断面形状が先細り状に形成されて燃焼用空気の一部が一次燃焼用空気として流入する縦長の入口部及び入口部に連設されて縦向きのスリット状の噴出通路を形成すると共に先端部側両側面に燃焼筒内へ流入した二次燃焼用空気の一部を前記噴出通路内へ吸入する吸入穴を形成した縦長の噴出部を備え、前記噴出部先端が燃焼筒の先端側開口内に位置する状態で燃焼筒内に配設された予混合気の噴射ノズルと、噴射ノズルの入口部内に配設されて燃料を入口部内の一次燃焼用空気の流れに交差する状態で噴射するガスマニホールドとから成り、燃料と燃焼用空気の予混合気を縦横比が 50 : 1 以上になる縦長薄膜状の形態で且つ 50 m / sec 以上の高速で噴射できる構成としたことに特徴がある。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

本発明の低 NO_x 燃焼装置は、複数の水管及びヒレから成る水冷壁構造の伝熱面又は水冷ジャケット構造の伝熱面で囲まれた横断面形状が長方形に形成された縦長の燃焼室の一端部に、燃焼室の幅方向中央位置から偏芯させた位置に縦長細幅のバーナを配設し、当該バーナから燃料と燃焼用空気の予混合気を縦横比が $50:1$ 以上になる縦長薄膜状の形態で且つ 50 m/sec 以上の高速で噴射し、縦長薄膜状の火炎がバーナを偏芯させた側の燃焼室の伝熱面に沿って形成されるようにしているため、燃焼室の伝熱面に沿って形成された縦長薄膜状の火炎の上流側では、予混合気の高速噴射によるブローオフ寸前の緩慢燃焼になっていると共に、熱放散の良い縦長薄膜状の火炎になっているので、火炎温度の上昇が抑えられてサーマル NO_x の発生を抑制することができ、又、縦長薄膜状の火炎の下流側では、予混合気の高速噴射流により乱流度が高くなっているため、燃焼ガスの混合が促進されて CO から CO_2 への酸化を素早く完結できる。

10

その結果、本発明の低 NO_x 燃焼装置は、高負荷燃焼条件下において燃料を空気比が $1.1 \sim 1.2$ の低空気比で燃焼させても、 NO_x 及び CO の発生を大幅に抑制することができる。

又、本発明の低 NO_x 燃焼装置は、燃焼室の幅とバーナから高速で噴射される縦長薄膜状の予混合気の幅の比率を $25:1$ 以上としているため、コアンダ効果により縦長薄膜状の火炎がバーナを偏芯させた側の燃焼室の伝熱面に沿って確実且つ良好に形成されることになり、上述した効果をより確実に発揮することができる。

20

【 0 0 1 5 】

本発明のバーナは、燃料と燃焼用空気の予混合気を縦横比が $50:1$ 以上になる縦長薄膜状の形態で且つ 50 m/sec 以上の高速で噴射できる構成としているため、縦長薄膜状で表面積の広い火炎が形成されて輻射放熱性が良くなり、火炎の温度を抑えることができるうえ、燃焼排ガスの引き込み効果が大きくなって NO_x の低減効果が大きくなる。

又、本発明のバーナは、燃焼用空気を一次燃焼用空気及び二次燃焼用空気に分割して燃料と多段混合させているため、燃焼初期の反応速度を抑えて低 NO_x 化を図ることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

30

図1及び図2は本発明の実施の形態に係る低 NO_x 燃焼装置を示し、当該低 NO_x 燃焼装置は、対向状に配設されて燃焼室 S_1 及び熱交換室 S_2 を形成する一対の水冷壁1と、両水冷壁1の上方位置及び下方位置に配設されて両水冷壁1の各水管1aの上端部及び下端部が夫々連通状に接続される上部ヘッダー2及び下部ヘッダー3と、熱交換室 S_2 内に配設されて上端部及び下端部が上部ヘッダー2及び下部ヘッダー3に夫々連通状に接続される複数本の伝熱水管4aから成る伝熱水管群4と、燃焼室 S_1 の一端部（燃焼室 S_1 の上流側端部）に燃焼室 S_1 の幅方向中央位置 L から偏芯させた位置に設けられ、燃料 G と燃焼用空気 A を混合して成る予混合気 G' を燃焼室 S_1 内に縦長薄膜状に高速で噴射して燃焼させる縦長細幅のバーナ5と、バーナ5全体を覆う状態で設けられ、空気供給ダクト6から供給された燃焼用空気 A をバーナ5へ供給する風箱7とを具備する蒸気ボイラ（多管式貫流ボイラ）の構造に構成されている。

40

【 0 0 1 7 】

前記一対の水冷壁1は、図1に示す如く、複数本の水管1aを直線状に並列配置して隣接する水管1aを上下方向へ延びる帯板状のヒレ1bで連結することにより形成されており、対向状に配置されて両水冷壁1の内壁面（伝熱面）間に横断面形状が長方形に形成された縦長の燃焼室 S_1 とこれに連通する熱交換室 S_2 を形成するようになっている。

又、両水冷壁1の上流側端部（図1の右側端部）には、バーナ5が挿着される耐火壁8が設けられている。

【 0 0 1 8 】

前記上部ヘッダー2及び下部ヘッダー3は、図2に示す如く、何れも矩形箱状に形成さ

50

れており、上部ヘッダー 2 には、両水冷壁 1 の各水管 1 a の上端部が、又、下部ヘッダー 3 には、両水冷壁 1 の各水管 1 a の下端部が夫々連通状に接続されている。

尚、上部ヘッダー 2 には、発生した蒸気を気水分離器（図示省略）へ導くための蒸気管が接続されていると共に、下部ヘッダー 3 には、給水管（図示省略）が接続されている。又、上部ヘッダー 2 の下面側及び下部ヘッダー 3 の上面側には、耐火物 9 が夫々内張りされており、上部ヘッダー 2 及び下部ヘッダー 3 を高温の燃焼ガスから保護すると共に、燃焼室 S 1 及び熱交換室 S 2 の上面側及び下面側を閉塞するようになっている。

【 0 0 1 9 】

前記伝熱水管群 4 は、図 1 に示す如く、熱交換室 S 2 内に配設されており、上端部及び下端部が上部ヘッダー 2 及び下部ヘッダー 3 に夫々連通状に接続された複数本の伝熱水管 4 a から成る。この伝熱水管群 4 を形成する複数の伝熱水管 4 a は、熱交換室 S 2 内に一定のピッチで配設されている。従って、伝熱水管群 4 と両水冷壁 1 との隙間及び伝熱水管群 4 の隙間には、燃焼室 S 1 からの燃焼ガスが通過する燃焼ガス通路が形成されることになる。

【 0 0 2 0 】

前記バーナ 5 は、図 1 に示す如く、燃焼室 S 1 の一端部（上流側端部）に燃焼室 S 1 の幅方向中央位置 L から偏芯させた位置に設けられて耐火壁 8 に挿着されており、燃料 G と燃焼用空気 A の予混合気 G ' を縦長薄膜状に高速で噴射させ、縦長薄膜状の火炎 F が偏芯させた側の燃焼室 S 1 内の伝熱面に沿って形成されるようにしている。

この現象は、コアンダ効果（流体が物体の表面を流れるとき、物体の表面外形へ貼り付くように沿って流れる現象）と呼ばれ、薄膜状の予混合気 G ' の噴流幅と燃焼室 S 1 の幅の比及び予混合気 G ' の噴出速度に左右される。

そのため、このバーナ 5 は、予混合気 G ' を縦横比が 5 0 : 1 以上になる縦長薄膜状の形態で且つ 5 0 m / s e c 以上の高速で噴射させる構成となっている。又、このバーナ 5 は、燃焼室 S 1 の幅と高速で噴射する縦長薄膜状の予混合気 G ' の幅との比が 2 5 : 1 以上になるように構成されている。

【 0 0 2 1 】

具体的には、前記バーナ 5 は、図 1 に示す如く、耐火壁 8 に挿着されて燃焼用空気 A の一部が二次燃焼用空気 A 2 として流入する縦長長方形の燃焼筒 1 0 と、燃焼筒 1 0 内に配設されて燃料 G と燃焼用空気 A とを混合して成る予混合気 G ' を燃焼室 S 1 内へ噴射する噴射ノズル 1 1 と、噴射ノズル 1 1 の入口内に配設されて燃料 G を噴射ノズル 1 1 内に噴出するガスマニホールド 1 2 とを具備しており、予混合気 G ' を縦横比が 5 0 : 1 以上になる縦長薄膜状の形態で且つ 5 0 m / s e c 以上の高速で噴射すると共に、燃焼室 S 1 の幅と高速で噴射する縦長薄膜状の予混合気 G ' の幅との比が 2 5 : 1 以上になるようにし、燃焼室 S 1 内に縦長薄膜状の火炎 F を形成するようにしたものである。

【 0 0 2 2 】

前記燃焼筒 1 0 は、図 3 に示す如く、先端（図 3（A）の左端端）を開放した横断面形状が長方形の縦長の偏平な長方体形状に形成されており、その両側面には、送風機（図示省略）から空気供給ダクト 6 を経て風箱 7 内に供給された燃焼用空気 A の一部を二次燃焼用空気 A 2 として燃焼筒 1 0 内に供給する二次空気穴 1 0 a が縦方向に一定の間隔で形成されている。

【 0 0 2 3 】

噴射ノズル 1 1 は、図 3 に示す如く、横断面形状が先細り状に形成された縦長の入口部 1 1 a と、入口部 1 1 a に連設されて縦向きのスリット状の噴出通路を形成する縦長の噴出部 1 1 b と、入口部 1 1 a の開口側端に連設されたフランジ部 1 1 c とから成り、フランジ部 1 1 c が燃焼筒 1 0 の後端に当接し、噴出部 1 1 b の先端が燃焼筒 1 0 の先端側開口に位置する状態で燃焼筒 1 0 内の中心位置に配設されている。

又、噴射ノズル 1 1 の噴出部 1 1 b の先端部側両側面には、二次空気穴 1 0 a から燃焼筒 1 0 内に供給された二次燃焼用空気 A 2 の一部を噴出部 1 1 b のスリット状の噴出通路内へ吸入するための縦長の吸入穴 1 1 d が縦方向に一定間隔ごとに形成されている。

更に、噴射ノズル 11 の噴出部 11b の先端と燃焼筒 10 の先端との間には、二次空気穴 10a から燃焼筒 10 内に供給された二次燃焼用空気 A2 の一部を前方へ噴出するスリット状の間隙が形成されていると共に、燃焼筒 10 体と噴射ノズル 11 との間に形成された二次燃焼用空気 A2 の流通路内には、整流板 11e が縦方向に一定間隔ごとに配置されている。

【0024】

ガスマニホールド 12 は、図 3 に示す如く、先端部を尖らせた偏平な縦長のボックス状に形成されており、先端部側が噴射ノズル 11 の入口部 11a 内に挿入され、又、後端部側に燃料ガス供給源（図示省略）と接続される燃料ガス供給管（図示省略）が接続されている

10

このガスマニホールド 12 の先端部の両側面には、噴射ノズル 11 の入口部 11a 内面とガスマニホールド 12 の先端部外面との間に形成される一次燃焼用空気 A1 の流入路に交差する向きの燃料噴出孔 12a が形成されている。

又、ガスマニホールド 12 は、その先端部外面と噴射ノズル 11 の入口部 11a 内面との間隙を燃料噴出孔 12a からの燃料 G の噴出で一次燃焼用空気 A1 の吸引を効果的に与える距離をとって配置されている。

【0025】

そして、前記バーナ 5 の近傍位置には、バーナ 5 から噴出された予混合気 G' に着火させるパイロットバーナ 13 がそのパイロット炎をバーナ 5 の先端に臨むように設けられている。このパイロットバーナ 13 は、予混合気 G' の着火後に停止されるものである。

20

【0026】

前記バーナ 5 によれば、送風機（図示省略）から空気供給ダクト 6 を経て風箱 7 内に供給された燃焼用空気 A の一部が一次燃焼用空気 A1 として噴射ノズル 11 の入口部 11a 内に流入し、燃料ガス供給管（図示省略）からガスマニホールド 12 に供給された燃料 G がガスマニホールド 12 の燃料噴出孔 12a から噴射ノズル 11 の入口部 11a 内を流動している一次燃焼用空気 A1 内へ交差する状態で噴射されて燃料 G と一次燃焼用空気 A1 が混合され、この予混合気 G' が噴射ノズル 11 の噴出部 11b 先端の開口から縦長薄膜状の形態で噴出されてパイロットバーナ 13 により着火されて燃焼し、縦長細幅の火炎 F を形成する。

又、このバーナ 5 によれば、風箱 7 内に供給された燃焼用空気 A の一部が燃焼筒 10 の二次空気穴 10a から燃焼筒 10 内に二次燃焼用空気 A2 として流入し、燃焼筒 10 体と噴射ノズル 11 との間に形成された二次燃焼用空気 A2 の流通路内を燃焼筒 10 の先端開口へ向って流れて行き、その途中において一部の二次燃焼用空気 A2 が噴射ノズル 11 の吸入穴 11d から噴射ノズル 11 内に吸入されて予混合気 G' と混合され、残りの二次燃焼用空気 A2 が噴射ノズル 11 の噴出部 11b 先端と燃焼筒 10 の先端との間に形成されたスリット状の間隙から燃焼室 S1 内に噴射される。このバーナ 5 は、燃焼用空気 A を分割して燃料 G と多段混合させているため、燃焼初期の反応速度が抑えられて低 NOx 化を図ることができる。又、このバーナ 5 は、燃焼筒 10 内の二次燃焼用空気 A2 が噴射ノズル 11 の噴出部 11b 先端と燃焼筒 10 の先端との間に形成されたスリット状の間隙から噴射されるため、火炎 F の拡散が抑制されることになる。

30

40

【0027】

以上のように構成された低 NOx 燃焼装置は、燃料 G としてガス燃料 G を用い、これをバーナ 5 へ供給し、又、空気比が 1.1 ~ 1.2 となるように流量制御される燃焼用空気 A をバーナ 5 へ供給して前記ガス燃料 G と混合させて燃焼させるようになっている。

【0028】

前記低 NOx 燃焼装置によれば、バーナ 5 から噴出されたガス燃料 G と燃焼用空気 A の予混合気 G' は、縦長薄膜状に高速で燃焼室 S1 内に噴射され、パイロットバーナ 13 により着火されて燃焼する。

このとき、バーナ 5 が、燃焼室 S1 の一端部に燃焼室 S1 の幅方向中央位置 L から偏芯させた位置に設けられ、予混合気 G' を縦横比が 50 : 1 以上になる縦長薄膜状の形態で

50

且つ 50 m/s 以上の高速で噴射させていると共に、燃焼室 S_1 の幅と高速で噴射する縦長薄膜状の予混合気 G' の幅との比が $25:1$ 以上になるようにしているため、燃焼室 S_1 内に形成された縦長薄膜状の火炎 F がコアンダ効果により偏芯させた側の燃焼室 S_1 内の伝熱面に沿うように形成される。

【0029】

燃焼室 S_1 内の伝熱面に沿って形成される火炎 F においては、噴射ノズル 11 近傍では、予混合気 G' が火炎伝播速度を超える高速度で噴射されるために主流では炎が形成されず、流速の遅い側流から緩慢に火炎 F が伝播して行く、いわばブローオフ（吹き消え）寸前の燃焼である。

又、火炎 F は、縦長薄膜状で表面積の広い火炎 F であるために輻射放熱性が良く、然も、火炎 F が燃焼室 S_1 の伝熱面に沿うことから接触放熱性も良く、これらによっても火炎 F の温度を抑えることができる。

更に、火炎 F が燃焼室 S_1 の片方の水冷壁 1 面（伝熱面）に片寄ることにより、もう片方の水冷壁 1 面と火炎 F との間の燃焼室 S_1 空間には燃焼ガスの再循環流 G'' が発生する。この燃焼ガスの再循環流 G'' がバーナ 5 の先端部近傍に戻って主流と合流して燃焼を緩慢にする効果がある。

【0030】

このように、低 NO_x 燃焼装置においては、火炎 F の上流側では、高速噴射流であるが故に緩慢な燃焼が起こり、又、火炎 F の下流側では、高速噴射流であるが故に乱流度が高くなって燃焼ガスの混合促進が良くなり、 CO から CO_2 への変化を素早く完結できる効果がある。

従って、この低 NO_x 燃焼装置では、燃料 G を空気比が $1.1 \sim 1.2$ の低空気比で燃やしても、火炎 F の上流側では、通常の予混合燃焼方式よりも燃焼速度を抑えることができるため、火炎 F の温度上昇が緩和されてサーマル NO_x の発生を抑えることができ、又、火炎 F の下流側では、燃焼を素早く完結できるために CO の残留を抑えることができる。

【0031】

そして、燃焼室 S_1 内に発生した燃焼ガスは、燃焼室 S_1 から熱交換室 S_2 内に流入し、伝熱水管群 4 と両水冷壁 1 に接触しながら燃焼ガス通路内を下流側へ向かって流れ、その間に接触伝熱により両水冷壁 1 と伝熱水管群 4 を形成する複数の伝熱水管 4a とに熱を与え、その後熱交換室 S_2 に接続された煙道（図示省略）を通してボイラ外部へ排出される。

【0032】

図 4 のグラフは、本願発明の低 NO_x 燃焼装置を用いた蒸気ボイラと本願発明のバーナと本件出願人が先に開発した従来の予混合燃焼方式を採用した蒸気ボイラの燃焼性能を比較したグラフである。尚、本願発明の低 NO_x 燃焼装置を用いた蒸気ボイラと本願発明のバーナと従来の予混合燃焼方式を採用した蒸気ボイラは、同じ条件下で運転し、使用燃料 G には、天然ガス・LPG を使用した。

図 4 のグラフからも明らかなように、本願発明の低 NO_x 燃焼装置を用いた蒸気ボイラと本願発明のバーナは、従来の予混合燃焼方式を採用した蒸気ボイラに比較して NO_x 及び CO の発生を大幅に抑制することができた。

【0033】

尚、上記の実施の形態に於いては、水冷壁 1 構造の伝熱面で燃焼室 S_1 を形成するようにしたが、他の実施の形態に於いては、水冷ジャケット構造の伝熱面で燃焼室 S_1 を形成するようにしても良い（図示省略）。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】本発明の実施の形態に係る低 NO_x 燃焼装置の概略横断面図である。

【図 2】同じく低 NO_x 燃焼装置の一部切欠側面図である。

【図 3】低 NO_x 燃焼装置のバーナを示し、（A）はバーナの横断面図、（B）はバーナ

10

20

30

40

50

の部分側面図である。

【図 4】本願発明の低 NO_x 燃焼装置を用いた蒸気ボイラと本願発明のバーナと本件出願人が先に開発した従来の予混合燃焼方式を採用した蒸気ボイラの燃焼性能を比較したグラフである。

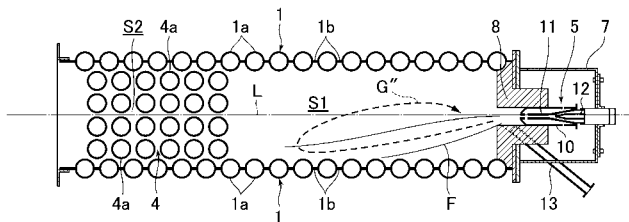
【符号の説明】

【0035】

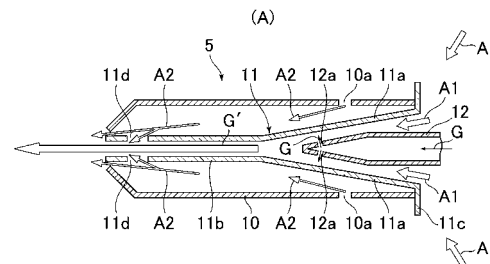
1 は水冷壁、1 a は水管、1 b はヒレ、5 はバーナ、10 は燃焼筒、11 は噴射ノズル、11 a は入口部、11 b は噴出部、11 d は吸入穴、12 はガスマニホールド、A は燃焼用空気、A1 は一次燃焼用空気、A2 は二次燃焼用空気、F は火炎、G は燃料、G' は予混合気、L は燃焼室の幅方向中央位置、S1 は燃焼室。

10

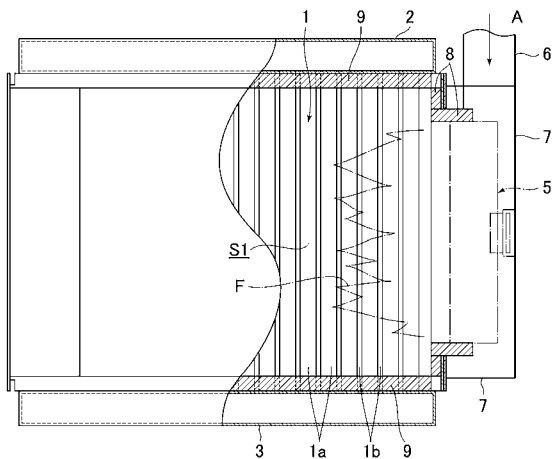
【図 1】



【図 3】



【図 2】



【図 4】

