

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 側壁を備えるハウジングと、

(b) 前記ハウジング内に配置された燃焼ゾーンを画成する少なくとも 1 つのバーナであって、複数の垂直レーンが前記側壁と前記燃焼ゾーンの両側との間の空間によって画成されるようなバーナと、

(c) 前記ハウジング内において前記燃焼ゾーンの上方に配置された複数のオーバファイアエア (OFA) ポートであって、前記 OFA ポートは上側列と下側列を含む複数の列に配置され、前記上側列は前記下側列よりも多くの前記 OFA ポートを有し、前記上側列は垂直方向において前記下側列よりも前記燃焼ゾーンから遠い距離の位置に配置され、前記下側列の前記 OFA ポートの少なくとも 1 つは前記垂直レーンの少なくとも 1 つに配置されるような OFA ポートと、
を備えている炉。

10

【請求項 2】

前記燃焼ゾーンから空気を回収し、このような空気を前記炉内の前記燃焼ゾーンの上方に OFA として噴射するために、前記複数の OFA ポートに分配する空気回収および分配手段をさらに備えていることを特徴とする、請求項 1 に記載の炉。

【請求項 3】

前記複数の垂直レーンは第 1 垂直レーンおよび第 2 垂直レーンを備え、前記下側列の前記 OFA ポートの少なくとも 1 つは前記第 1 垂直レーンにあり、前記下側列の前記 OFA ポートの少なくとも 1 つは前記第 2 垂直レーンにあることを特徴とする、請求項 1 に記載の炉。

20

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つのバーナは、少なくとも 1 つの列に配置される複数のバーナ出口を備え、前記燃焼ゾーンは前記少なくとも 1 つの列のバーナ出口によって画成されていることを特徴とする、請求項 3 に記載の炉。

【請求項 5】

前記ハウジングは、CO のような燃焼による副生成物が流通可能な出口通路をさらに備え、前記出口通路は前記 OFA ポートの上側列の上方に配置され、前記燃焼ゾーンの上方に噴射された OFA は前記燃焼ゾーン内において生成された CO を酸化し、その CO を CO₂ に変換し、それにより前記出口通路内を流れる CO の量を低減させるようになっていることを特徴とする、請求項 3 に記載の炉。

30

【請求項 6】

炉内において用いられるオーバファイアエア (OFA) ポートであって、

(a) 入口端および出口端を有する内筒であって、前記入口端および前記出口端の間に延在する空気が流通可能な内側通路を画成する内筒と、

(b) 入口端および出口端を有する外筒であって、前記内筒の少なくとも一部を包囲し、前記入口端および前記出口端の間に延在する空気が流通可能な外側通路を画成する外筒と、

(c) 前記内筒および前記外筒の間に配置され、前記外筒の前記出口端から流出する空気の流れを妨げる少なくとも 1 つのバッフルと、
を備えている OFA ポート。

40

【請求項 7】

前記バッフルは、前記外筒の前記入口端よりも前記出口端に近接して配置されていることを特徴とする、請求項 6 に記載の OFA ポート。

【請求項 8】

前記バッフルは、前記外筒に取り付けられることを特徴とする、請求項 6 に記載の OFA ポート。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つのバッフルは、複数のバッフルを備えていることを特徴とする、請

50

求項 6 に記載の O F A ポート。

【請求項 1 0】

前記外筒の前記入口端は、前記外筒の前記出口端とは異なった幾何学的形状を有していることを特徴とする、請求項 6 に記載の O F A ポート。

【請求項 1 1】

前記外筒の前記出口端は楕円形状を有していることを特徴とする、請求項 1 0 に記載の O F A ポート。

【請求項 1 2】

前記外筒の前記入口端の幾何学的形状は円形状であることを特徴とする、請求項 1 1 に記載の O F A ポート。

10

【請求項 1 3】

前記内筒の入口端は、前記内筒の出口端と異なる幾何学的形状を有していることを特徴とする、請求項 6 に記載の O F A ポート。

【請求項 1 4】

前記内筒の前記出口端の幾何学的形状は楕円形状であることを特徴とする、請求項 1 3 に記載の O F A ポート。

【請求項 1 5】

前記内筒の前記入口端の幾何学的形状は円形状であることを特徴とする、請求項 1 3 に記載の O F A ポート。

【請求項 1 6】

前記内筒の前記入口端は前記内筒の前記出口端と異なる幾何学的形状を有し、前記外筒の前記入口端は前記外筒の前記出口端と異なる幾何学的形状を有していることを特徴とする、請求項 6 に記載の O F A ポート。

20

【請求項 1 7】

前記内筒および前記外筒の出口端は楕円形状を有していることを特徴とする、請求項 1 6 に記載の O F A ポート。

【請求項 1 8】

炉内において用いられる O F A ポートであって、

(a) 入口端および出口端を有する内筒であって、前記入口端および前記出口端の間に延在する空気が流通可能な内側通路を画成し、さらに内側入口部、内側遷移部および幾何学的部を備える内筒と、

30

(b) 入口端および出口端を有する外筒であって、前記内筒の少なくとも一部を包囲し、前記入口端および前記出口端の間に延在する空気が流通可能な外側通路を画成し、さらに外側入口部および外側遷移部を備える外筒と、

(c) 前記内筒および前記外筒の間に配置され、前記外筒の前記出口端から流出する空気の流れを妨げる少なくとも 1 つのバッフルと、
を備えている O F A ポート。

【請求項 1 9】

前記外筒の前記外側遷移部は、遷移入口端と遷移出口端をさらに備え、各々は直径を有し、前記遷移入口端の前記直径は前記遷移出口端の前記直径よりも小さいことを特徴とする、請求項 1 8 に記載の O F A ポート。

40

【請求項 2 0】

前記外側入口部と前記外側遷移部とは同じ長さを有していることを特徴とする、請求項 1 8 に記載の O F A ポート。

【請求項 2 1】

前記外筒の前記出口端から流出する空気の流れを妨げる少なくとも 2 つのバッフルが、前記内筒および前記外筒の間に配置されていることを特徴とする、請求項 1 8 に記載の O F A ポート。

【請求項 2 2】

前記外筒の前記入口端は、前記外筒の前記出口端とは異なった幾何学的形状を有してい

50

ることを特徴とする、請求項 18 に記載の O F A ポート。

【請求項 23】

前記外筒の前記出口端は楕円形状を有していることを特徴とする、請求項 18 に記載の O F A ポート。

【請求項 24】

前記内筒の前記入口端は円形状を有していることを特徴とする、請求項 18 に記載の O F A ポート。

【請求項 25】

(a) 燃焼ゾーンを画成する少なくとも 1 つのバーナと、

(b) 少なくとも 1 つのオーバファイアエア (O F A) ポートと、

を備える炉であって、前記 O F A ポートは

(i) 入口端および出口端を有する内筒であって、前記入口端および前記出口端の間に延在する空気流が流通可能な内側通路を画成する内筒と、

(i i) 入口端および出口端を有する外筒であって、前記内筒の少なくとも一部を包囲し、前記入口端および前記出口端の間に延在する空気が流通可能な外側通路を画成する外筒と、

(i i i) 前記内筒および前記外筒の間に配置され、前記外筒の前記出口端から流出する空気の流れを妨げる少なくとも 1 つのバッフルと、
を備えていることを特徴とする炉。

【請求項 26】

前記外筒の前記入口端に配置され、前記少なくとも 1 つの O F A ポート内を流れる O F A の量を調節するスリーブダンパをさらに備えていることを特徴とする、請求項 25 に記載の炉。

【請求項 27】

(a) ハウジングと、

(b) 燃焼ゾーンを構成する少なくとも 1 つのバーナと、

(c) 前記ハウジング内において前記燃焼ゾーンの上に配置される複数のオーバファイアエア (O F A) ポートであって、前記 O F A ポートは上側列と下側列を含む複数の列に配置され、前記上側列は前記下側列よりも多くの O F A ポートを有し、前記上側列は垂直方向において前記下側列よりも前記燃焼ゾーンから遠い距離の位置に配置され、前記下側列の前記 O F A ポートの少なくとも 1 つは前記垂直レーンの少なくとも 1 つに配置されるような O F A ポートと、

(d) 少なくとも 1 つの O F A ポートであって、

(i) 入口端および出口端を有する内筒であって、前記入口端および前記出口端の間に延在する空気流を流通させる内側通路を画成する内筒と、

(i i) 入口端および出口端を有する外筒であって、前記内筒の少なくとも一部を包囲し、前記入口端および前記出口端の間に延在する空気が流通可能な外側通路を画成する外筒と、

(i i i) 前記内筒および前記外筒の間に配置され、前記外筒の前記出口端から流出する空気の流れを妨げる少なくとも 1 つのバッフルと、
を有しているような O F A ポートと、
を備えている炉。

【請求項 28】

炉を効率的に操作する方法であって、

(a) オーバファイアエア (O F A) システムを用いて燃焼ゾーンから燃焼空気の一部を回収する段階と、

(b) 前記燃焼ゾーンの上に配置された少なくとも 1 つの上側列と少なくとも 1 つの下側列内に配置される O F A ポート内に前記燃焼空気の一部を導くことによって炉内の前記燃焼ゾーンの上に前記燃焼空気の一部を再噴射する段階と、

(c) 前記燃焼ゾーンの最外端と炉の側壁との間に配置された少なくとも 1 つの垂直レ

10

20

30

40

50

ーンにおいて、前記燃焼ゾーンに最も近くに配置された少なくとも1つのOFAポート内に空気をさらに導く段階と、を含む方法。

【請求項29】

前記燃焼ゾーンの両側に配置された2つの垂直レーン内において、前記燃焼ゾーンに最も近く配置される列内に配置されたOFAポート内に前記燃焼空気の一部を導くことによって、前記燃焼ゾーンの上方に位置するOFAポート内に前記燃焼空気の一部を再噴射する段階をさらに含んでいることを特徴とする、請求項24に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

[関連出願の相互参照]

本出願は、2002年2月7日に提出された米国仮特許出願第60/355,674号の利益を主張し、その開示内容は参照することによってここに含まれるものとする。

【0002】

本発明は炉システムに関し、さらに詳細にはCO、NOx、および未燃炭素生成物のような有害な副生成物を低減させるためのオーバファイアエア(OFA)プロセスを用いる炉システムに関する。

【背景技術】

【0003】

20

炉内において化石燃料または他の有機および化学燃料を完全に燃焼させるには、すでによく知られている値である所定の量の燃焼空気が必要である。空気と燃料との関係は、化学量論的な燃焼条件として知られている。燃料を燃焼させ、次いで消費させるのに化学量論的な量の空気を供給するのが理論的に最も好ましいが、このような完全な燃焼を達成させるには無限の寸法を有する炉が必要である。既存の炉においては、理論的な量よりも多い量の空気が供給されている。この余分な量の空気は過剰空気と呼ばれている。

【0004】

このような過剰空気が存在しないと、不完全な燃焼によって著しい量の副生成物が生じてしまう。このような副生成物として、炭化水素(HC)と一酸化炭素(CO)が挙げられる。しかし、過剰空気はバーナによる燃焼中に望ましくないHCおよびCOなどの副生成物をなくするのに有用であるが、過剰なO₂が燃料粒子から脱離した窒素(N)と結合して、炉の出口から大気中に広がる有害な汚染物質である酸化窒素(NOx)を生成することになる。

30

【0005】

オーバファイアエア(OFA)プロセスは、NOxの放出を低減させるために1950年代に開発されたものである。OFAプロセスは、空気を段階的に供給することによって、燃焼プロセスを完遂するのに必要な空気の供給を調整するプロセスである。代表的には、OFAプロセスは2段階で行われている。

【0006】

第1段階において、バーナが配置されている燃焼ゾーンから燃焼空気の一部を回収する。燃焼空気の一部を回収することによって、燃焼プロセスを燃料がリッチな条件下において開始することができる。このような条件下における燃焼によって、NOxの生成を著しく低減させ、あるいは防ぐことも可能となるが、同時に高レベルの一酸化炭素(CO)と未燃の炭素生成物(UBC)の生成をもたらすことになる。

40

【0007】

OFAプロセスの第2段階において、この欠点を修正する。すなわち、この段階において、回収した空気を燃焼ゾーンの上方、すなわち、COが燃焼によって生成しているゾーンに配置されたOFAポート内に噴射する。COが燃焼によって生成しているゾーン内に回収した空気を噴射することによって、完全な燃焼に必要な理論量の空気を供給することが可能となる。こうして、COは酸化して、CO₂を形成することになる。

50

【 0 0 0 8 】

従って、O F A プロセスを用いることによって、有害な N O x と C O の生成を低減させるのに必要な均衡の取れた燃焼を得ることができる。

【 0 0 0 9 】

燃焼効率は、種々の因子、例えば、燃料源が火炎に晒される時間、温度、および乱流（すなわち、空気と燃料粒子の混合）の状態によって影響される。有効な燃焼に必要な時間、温度、および混合に影響を与える O F A ポートおよび他の特徴的構造を備える種々の従来技術による炉システムが知られている。これらの影響を与える因子として、O F A ポートの数、燃焼ゾーンに対するこのようなポートの位置、O F A ポートの設計（例えば、一段または二段ポートの設計）、および種々の混合法などが挙げられる。

10

【 0 0 1 0 】

O F A と炉ガスとの不十分な混合の問題を解消するために、「２段式」、すなわち、「二重通路式」の O F A ポート設計が実施されている。このような O F A ポートの設計は、噴射壁の近傍において O F A の流れを炉ガスと迅速に混合させる「近位ゾーン」流動域を形成することを意図している。これは通常外側段、すなわち、外側通路における空気を旋回させることによって得られる。一方、内側段、すなわち、内側通路から軸方向に流れる高速の流れによって、O F A を炉内の奥まで十分に浸透させ、炉の内部における混合を促進するようになっている。

【 0 0 1 1 】

従来の２段式 O F A ポートは種々の問題を有している。外側の流れを旋回させる構成がもたらす欠点の１つは、流れが回転するので、ポートの片側に沿って上向きの流れが生じ、ポートの他の側において下向きの流れが生じる点にある。この場合、混合はポートの縦方向の中心線に沿って対称的ではないので、未混合の炉ガスがポートの近傍を通過し、望ましくない量の不完全な燃焼による C O および他の副生成物を生じ、これらの副生成物が炉から流出することになる。

20

【 発明の開示 】

【 0 0 1 2 】

本発明は、O F A ポートの配置と設計に関して進歩性を有する新規のシステムと方法を提供することによって、従来技術による O F A ポートを備える炉システムの種々の欠点を解消するものである。

30

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、O F A ポートを独自に配置した炉が開示されている。この炉は、側壁を有するハウジングを備えている。燃焼ゾーンを画成する少なくとも１つのバーナは、側壁間のハウジング内に配置されている。また、好ましい一実施態様によれば、複数のバーナが用いられている。空間によって画成される複数の垂直レーンは、側壁と燃焼ゾーンの両側との間に存在している。複数の O F A ポートは、ハウジング内において燃焼ゾーンの上方に配置されている。O F A ポートは複数の列内に配置されている。燃焼ゾーンから最も遠くに配置された列（上側列）は、燃焼ゾーンに最も近い列（下側列）における O F A ポートの数よりも多い数の O F A ポートを備えている。炉の側壁とバーナの燃焼ゾーンの（側壁に最も近い）最外端との間の空間は複数の垂直レーンを画成し、下側列はそのレーンに配置される少なくとも１つの O F A ポートを備えている。一実施態様において、下側列は２つの O F A ポートのみを備え、１つの O F A ポートは第１レーンに位置し、他の O F A ポートは第２レーンに位置している。他の実施態様として、下側列は２つ以上の O F A ポートを有していてもよい。

40

【 0 0 1 4 】

本発明の炉の設計は、N O x の放出を実質的に低減させると共に、炉から放出される C O の量を低減させることを意図して開発されている。燃焼ゾーンから燃焼空気の一部を回収し、そのような空気を燃焼ゾーンの上方においてその燃焼ゾーンの最外端と炉壁との間のレーンに配置された O F A ポート内に噴射することによって、O F A 内の酸素を炉内に噴射し、レーン内において上昇する C O を酸化して C O₂ に変換している。さらに、O F

50

Aポートを燃焼ゾーンの端部におけるバーナと炉壁との間のレーン内に配置することによって、OFAをレーン内において上昇するCOと十分に混合させて、COの大部分を炉から流出する前に可能な限りCO₂に変換することを許容している。従って、OFAポートを上記のように配置することによって、大気に放出される炉内のCOの量を低減させることが可能となる。

【0015】

本発明の他の態様によれば、有害な酸化物の大気への放出を低減させるように炉を効率的に操作する方法が開示されている。OFAシステムを用いて、燃焼空気の一部を燃焼ゾーンから回収し、このような燃焼空気の一部を燃焼ゾーンの上部に配置されたOFAポート内に再噴射している。本発明の方法によれば、OFAは燃焼ゾーンの上方に配置された少なくとも2列のOFAポート内に再噴射される。さらに、OFAは、燃焼ゾーンと炉の側壁間の空間によって画成されるレーン内において燃焼ゾーンに最も近くに配置される列内に位置する少なくとも1つのOFAポート内に再噴射している。

10

【0016】

本発明の他の態様によれば、炉内において用いられるOFAポートの設計が提供される。OFAポートは内筒と外筒を備えており、これら内筒と外筒はいずれも入口端と出口端を有している。なお、内筒および外筒は、いずれも円形直径に制限されず、種々の幾何学的なポート形状、例えば、円形、楕円、正方形、三角形などを有することが可能である。内筒は、その入口端と出口端との間に延在する内側通路を画成している。内筒を設ける目的は空気の流れを通過させることにある。

20

【0017】

外筒は、内筒の入口端および出口端の間において、内筒の少なくとも一部を包囲してその内筒と同軸に延在し、これによって外側通路が内筒および外筒の間に形成されている。この外側通路にも空気の流れが通過するようになっている。

【0018】

本発明の新規の態様によれば、従来技術によって開示された方法よりもUBCやCOを空力学的に多く低減させるために、バッフルが外側通路内に配置されている。バッフルの上方を流れる空気は、各バッフルの下流側に低圧ゾーンを生成するようになっている。空気がバッフルを超えて流れると、低圧ゾーンは空気流を外側通路から側方に引き込まれるようにして流出させる。従って、内部筒から流出する軸方向のOFAの流れの周囲には大きな再循環領域が生じることになる。その結果、混合を著しく促進することになる。実際、バッフルを設けることによって、旋回羽根または空気の混合を促進する混合装置を設ける必要性をなくすことが可能となる。

30

【0019】

所望の結果を達成するために、少なくとも1つのバッフルが外側通路内に配置されるとよい。好ましい一実施態様において、最も大きい結果をもたらすために、2つのバッフルは外側通路の両側に配置されている。さらに好ましくは、それらのバッフルは外筒の出口端に最近接して配置されているとよい。

【0020】

本発明の他の新規の態様によれば、内筒と外筒の両方または片方の入口端と出口端の形状を互いに異ならしめている。入口端と出口端の各々はどのような幾何学的形状、例えば、特に制限するわけではないが、円形、楕円、正方形または三角形であるとよい。ただし、入口端と出口端の形状は、好ましくは異なっているとよい。好ましい一実施態様によれば、内筒と外筒の入口端は円形で、出口端は楕円であるとよい。外筒の出口端の楕円は長軸と短軸を有し、長軸は楕円の最も長い部分であり、水平軸上に位置しているとよい。従って、短軸は楕円のより短い部分であり、垂直軸上に位置しているとよい。

40

【0021】

本発明のさらに他の態様によれば、内筒の出口端の楕円は長軸および短軸を有し、楕円の最も短い部分が短軸をなし、楕円の最も長い部分が長軸をなしている。本発明の新規の態様によれば、内筒の長軸は好ましくは外筒の短軸内に位置しているとよい。従って、内

50

筒の楕円のより長い部分は、外筒のより短い部分の垂直軸に沿って同軸に位置していることになる。

【 0 0 2 2 】

他の実施態様において、内筒は3つの部分、具体的には、入口部と、遷移部と、幾何学的部から構成されている。入口部は好ましくは円形であり、O F A 空気の流れを受けている。遷移部において、ポートの幾何学的形状は円形から好ましくは楕円に変化している。遷移領域も好ましくは入口端と出口端との間に延在するにつれ、内筒の直径を低減させるようなテーパが付されているとよい。このような形状によって、O F A が移動する速度は遷移領域内において増大することになる。また、内筒の幾何学的部は、遷移部の幾何学的形状を保ち、O F A 空気を流出させる部分である。好ましくは、炉内へのO F A の軸方向における浸透を大きくするために、内筒の楕円形状はO F A ポートの全長にわたって保たれているとよい。

10

【 0 0 2 3 】

上記の好ましい実施態様において、外筒は2つの部分、具体的には、入口部と遷移部から構成されている。入口部は好ましくは円形のポート形状を有し、O F A の流れを受けている。遷移部は遷移入口端と遷移出口端をさらに有している。好ましい一実施態様において、遷移部の直径は遷移入口端から遷移出口端に向かって大きくなっているとよい。遷移部は、O F A がポートから流出する領域を備えているとよい。

【 0 0 2 4 】

他の好ましい実施態様において、遷移部のポートの幾何学的形状は円形から好ましくは楕円に変化しているとよい。

20

【 0 0 2 5 】

好ましくは、内側通路の流れは、炉室における深い浸透を促進させるために軸方向に沿った流れであり、外側通路の流れは内側流れに対して横方向に混合するように設計されているとよい。

【 0 0 2 6 】

本発明の他の態様は、燃焼室とU B CおよびC Oを低減させるための全O F A システムの一部を構成するO F A ポートを備えた炉の全体構成に関するものである。本発明のこの態様によるO F A ポートは、前述した特徴の一部または全部を含むことが可能である。

【 0 0 2 7 】

本発明の好ましい一実施態様において、スリーブダンパは、入口端と出口端との間にいて外筒を少なくとも部分的に包囲するように設けられている。特に好ましい一実施態様において、スリーブダンパは外筒の入口端に配置されている。このスリーブダンパは、O F A ポートへのO F A 流れの量を調節するのに特に有効である。

30

【 0 0 2 8 】

本発明の他の実施態様において、O F A ポートは内筒の入口端に配置された円錐体または中心体を備えている。円錐体は、径方向に沿った空気流を軸方向に沿った非乱流コヒーレント流れに効果的に変換することになる。また、この円錐体は、圧力の上昇を可能な限り小さくしている。

【 0 0 2 9 】

本発明のさらに他の実施態様によれば、外筒の入口端と出口端の間には外筒の少なくとも一部を包囲する分配板が設けられている。この分配板は、空気をレジスタ（空気流量の調整体）の周囲に沿って均一に分配するものである。

40

【 0 0 3 0 】

本発明の他の実施態様によれば、O F A ポート内における圧力降下を低下させると共に乱流の程度を空力学的に低減させるような幾何学的構造をさらに用いて構成されている。具体的に、面取りコーナが分配板と外筒との接続部に形成されている。

【 0 0 3 1 】

本発明のさらに他の態様によれば、炉システムは、ハウジング、燃焼ゾーン、本発明によるO F A ポートの配置構成、および本発明によるO F A ポートの設計を備えている。

50

【 0 0 3 2 】

従って、本発明の目的は、燃焼によって生じる U B C と C O の量を低減させる O F A ポートの配置構成を提供することにある。

【 0 0 3 3 】

本発明の他の目的は安価に製造できる O F A ポートの設計を提供することにある。

【 0 0 3 4 】

本発明のさらに他の目的は、内筒および外筒の入口端と出口端の形状を変化させ、調整可能な旋回羽根または混合装置を設けることなく、U B C と C O の量を空力学的に低減させることにある。

【 0 0 3 5 】

本発明のさらに他の目的は、O F A ポートの垂直方向の中心線の周りの非対称な混合によって未混合の炉ガスを生じさせ、その結果として不完全な燃焼による多量の C O および他の生成物を炉の出口に流出させる問題を解消する O F A ポートを提供することにある。

【 0 0 3 6 】

本発明の上記の目的、特徴、および利点は以下の好適な実施態様の詳細な説明と添付の図面によってさらに十分に理解されるであろう。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 7 】

図 1 および図 2 に示すように、本発明によるオーバファイアエア (O F A) ポート 1 0 は、出口端 1 1 と入口端 1 2 を備えている。図 1 の好ましい実施形態において、O F A ポート 1 0 は、出口端 1 1 における比較的大きな楕円直径から入口端 1 2 における比較的円形直径に向かって略テーパが付されている。O F A ポートの材料は従来から用いられているものでよく、高熱に耐えることができる種々の材料、例えば、鉄、鋼、セラミックなどであるとよい。

【 0 0 3 8 】

図 2 に示すように、O F A ポート 1 0 は、内側通路 5 8 を画成する細長内筒 5 0 と、内筒 5 0 を包囲してその内筒 5 0 と実質的に同軸に延在する細長外筒 5 2 を備えている。

【 0 0 3 9 】

内筒 5 0 と外筒 5 2 との間には、外側通路 5 4 が形成されている。内側通路 5 8 および外側通路 5 4 はいずれも略環状であり、対応する炉内に O F A を再噴射する流路として用いられている。

【 0 0 4 0 】

図 2 および図 3 に示されるように、外筒 5 2 の遷移領域 6 0 は、O F A ポート 1 0 の入口端 1 2 と出口端 1 1 との間に位置している。遷移領域 6 0 は、空気流の方向に沿って直径が大きくなるようなテーパが付されている。図 1、図 2 および図 3 の実施形態において、領域 6 0 は外側の円形ダクト 6 3 の円形状から楕円ダクト 6 4 の楕円形状に遷移している。

【 0 0 4 1 】

外側通路 5 4 の出口端 1 1 の近くには、バッフル (邪魔板) 6 1 , 6 2 が O F A の均一な混合を容易にするために配置されている。1 つのみのバッフルまたは 2 つ以上のバッフルを用いてもよい。さらに、本発明によれば、種々の形状および寸法のバッフルを用いてもよい。バッフルを用いることによって、炉内における効率的な混合を達成し、従来技術による設計を改善することが可能となる。

【 0 0 4 2 】

また、内筒 5 0 は、円形ダクト 6 5 から楕円ダクト 6 6 に遷移する遷移領域 5 1 を有している。図 3 に示すように、楕円ダクト 6 6 は外側の楕円形状をなす水平方向の楕円ダクト 6 4 内において垂直方向に配置されている。

【 0 0 4 3 】

図 1、図 2 および図 3 に示すように、外筒 5 2 の直径は、入口端 1 2 における比較的小さい直径から出口端 1 1 における比較的大きい直径に向かって大きくなっている。好まし

10

20

30

40

50

い一実施形態によれば、このテーパは 1° から 15° の範囲内にあるとよい。しかし、本発明の変更例として、どのようなテーパ、例えば、 15° よりも大きいテーパであってもよい。

【0044】

本発明の変更例によれば、OFAポート10の入口端12における外側円形ダクト63の半径および具体的な寸法と形状は変更することが可能である。好ましい一実施形態において、内筒50の内側円形ダクト65の直径は約17インチ(約43.18センチ)で、外筒52の外側円形ダクト63の直径は約26インチ(約66.04センチ)である。

【0045】

本発明の変更例によれば、内筒50の内側楕円ダクト66および外筒52の水平方向の楕円ダクト64の具体的な寸法と形状も変更することが可能である。一実施形態において、水平方向の楕円ダクト64の長軸の長さは約 $(33 + 1/2)$ インチ[約 $(83.82 + 1.27)$ センチ]で、短軸の長さは $(22 + 1/3)$ インチ[$55.88 + 0.85$ センチ]であるとよい。内筒50の内側楕円ダクト66の長軸の長さは21インチ(53.34センチ)で、短軸は14インチ(35.56センチ)であるとよい。

【0046】

本発明の変更例によれば、バッフル61, 62の具体的な寸法、形状および位置も変更可能である。好ましい一実施形態において、バッフル61, 62は外筒52の内側壁53に取り付けられている。これらバッフルは、外筒51の出口端11から数インチ離れて配置されていてもよい。外筒52の内側壁53に最近接するバッフル61, 62の最外端は、外筒52の形状を倣った形状であるとよい。すなわち、外筒52が楕円形状を有する好ましい一実施形態において、バッフル61, 62の最外端も楕円形状を有しているとよい。バッフルは、種々の方法によってOFAポートに取付け可能であり、外筒に取付けられる構成に制限されるものではない。一変更例として、バッフルは内筒に取り付けられていてもよい。

【0047】

図3、図4、図8および図9に示すように、OFAポート10は、全OFAシステムの一部を構成する単一の部品である。

【0048】

図4に示すように、外筒52の入口端12と出口端11の間には、スリーブダンパ70が配置されている。スリーブダンパ70は平行移動して、外側通路54の開口の大きさを変更している。この構成は、OFAポート内の全空気流を制御するのに有効である。アクチュエータを用いて、ダンパを遠隔制御してもよい。円錐体73はレジスタ(空気流量の調整体)の中心に配置されており、空気流が円錐領域に流入するとき、その空気流を半径方向の流れから軸方向の流れに変換するようになっている。また、円錐体73は、OFAポート内における空気の圧力降下を可能な限り小さくする機能も有している。

【0049】

分配板71は、スリーブダンパ70の近傍において外筒52を部分的に包囲するようにして、その外筒52に接続されている。好ましい一実施形態において、分配板71は外筒52の一部を全体的に包囲するように構成されている。この分配板71は、溶接または他の種々の取付け手段(たとえば、クランプ、リベット、ネジ、接着など)によって外筒52に接続されていてもよい。分配板71は、空気をレジスタの周方向に均一に分布させるものである。好ましい一実施形態において、分配板71は穴付きステンレス鋼板から構成されている。

【0050】

分配板71に隣接する面取りコーナ74によって、そのコーナを通過するときに生じる空気流の乱流と圧力降下を低減させるようになっている。

【0051】

OFAポート10の様々な空気流の速度に関するコンピュータシミュレーションによって、本発明によるOFAポート・アセンブリの利点を実証することが可能である。図6は

、全空気流の60%を内側通路の空気流としたコンピュータシミュレーションモデルにおける空気流のシミュレーション結果を示している。図7は、図6の開口の近傍ゾーンを拡大して示す詳細図である。内筒50の通路58から空気流は軸方向に沿って炉内に浸透している。一方、外筒52の通路54における空気流は、パッフル61, 62に妨げられている。その結果、空気流は炉内において横方向に分散し、大きな混合域を生成することになる。

【0052】

内側通路58の空気流が増えるにつれて、空気流の軸方向における浸透深さが増え、近位ゾーンの再循環も大きくなる。内側通路の空気流が低減すると、空気流の浸透深さは小さくなるが、壁から離れる方向における混合領域は広がることになる。

10

【0053】

従って、本発明によれば、外側の空気流に対する内側の空気流の比率を変化させることによって、オーバファイアエア流れの浸透性と広がりを最適化させ、(OFAプロセスを用いるNOx還元において必然的に生じる)燃焼によるCOおよび他の部分生成物を可能な限り少なくさせることができる。さらに、本発明によるOFAポートの設計は、OFAポートの縦軸を中心とする空気と炉ガスとの対称的な混合を促進し、炉の出口に向かう未混合の流路をなくすことができる。

【0054】

図8は、本発明による炉内におけるOFAポートの好ましい配置を説明するための正面図である。炉は複数のバーナ100~131によって画成された燃焼ゾーンを有している。バーナ100~131は4つの水平列に配置されている。具体的には、バーナ100~107が列200に配置され、バーナ108~115が列201に配置され、バーナ116~123が列202に配置され、バーナ124~131が列203に配置されている。

20

【0055】

OFAポートが配置された2つの列204および205は、垂直方向において燃焼シリンダの上方に配置されている。下側列204は、炉内において互いに対向する垂直レーン206および207に配置された1対のOFAポート210および211を備えている。具体的に、炉は離間された壁208および209を有するボイラーを備えているが、垂直レーン206は、このボイラー壁208と、垂直に配置されたバーナ100, 108, 116, 124との間の空間として画成されている。同様に、垂直レーン207は、ボイラー壁209と、垂直に配置されたバーナ107, 115, 123, 131との間の空間として画成されている。垂直レーン206および207は、ボイラー側壁に沿って燃焼ゾーンの上方まで延在している。

30

【0056】

OFAポート210および211は、垂直レーン206および207内に配置されているので、「翼ポート」と呼ばれている。これらのOFAポートは、上側列205における最外端のOFAポートの外側に位置している。上側列205は、下側列204の翼ポート210および211よりも燃焼ゾーンから垂直方向において大きく離れた8つのOFAポート149~156を備えている。

【0057】

OFAポートの下側列204は、図8において翼ポート210および211のみを含むように示されているが、変更例として、追加的なOFAポートがこの列に配置されていてもよい。さらに、本発明の範囲内において、追加的なOFA列が炉内に配置されていてもよい。しかし、このような配置は、システムのコストを増大させるという不都合を有している。

40

【0058】

列204にはどのような数のOFAポートが配置されてもよいが、好ましくは、列204(バーナに最も近い列)のOFAポートの数は列205のOFAポートの数よりも少ないとよい。

【0059】

50

図9は本発明によるOFAポートの設計と共に本発明によるOFAポートの配置構成を示す炉システムの側面図である。燃焼ゾーンは、列200～203のバーナによって構成されている。OFAポートは2つの列204および205に配置されているが、さらに多くの列を設けてもよい。垂直レーン（図示せず）のOFAポート210および211（すなわち、翼ポート）は、燃焼ゾーンに最も近い下側列204に配置されている。

【0060】

本発明を具体的な実施形態に基づいて説明したが、これらの実施形態は本発明の原理と用途を単に例示しているにすぎない。すなわち、例示した実施形態に基づいて多くの変更例をなすことが可能であり、また請求の範囲によって定義される本発明の精神と範囲から逸脱することなく、他の構成を考案することも可能であると理解されるべきである。

10

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明のオーバファイアエア（OFA）ポートの斜視図である。

【図2】本発明のOFAポートの概略側断面図である。

【図3】本発明のOFAポートの概略正面図である。

【図4】本発明のOFAポートの概略側面図である。

【図5】本発明のOFAポートを簡素化して示す概略正面図である。

【図6】本発明のOFAポートの使用時の状態を説明するためのコンピュータシミュレートによる空気流を示す図である。

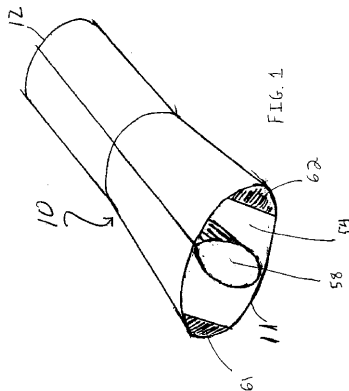
【図7】本発明のOFAポートの使用時の状態を説明するための他のコンピュータシミュレートによる空気流を示す図である。

20

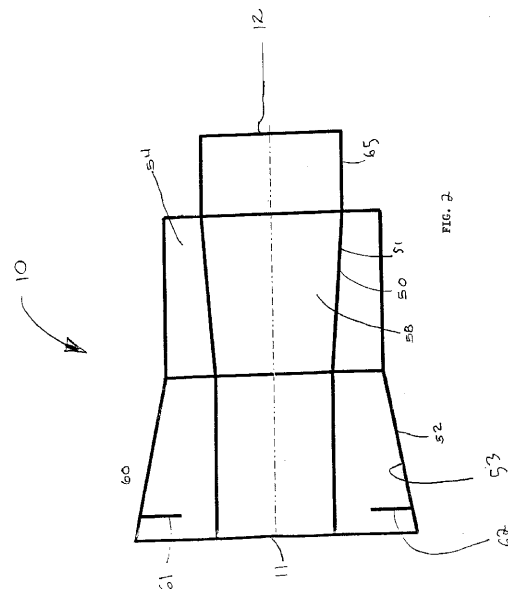
【図8】本発明の炉システムにおけるOFAポートの配置を説明するための概略図である。

【図9】本発明の炉システムにおけるOFAポートの配置を示す概略平面図である。

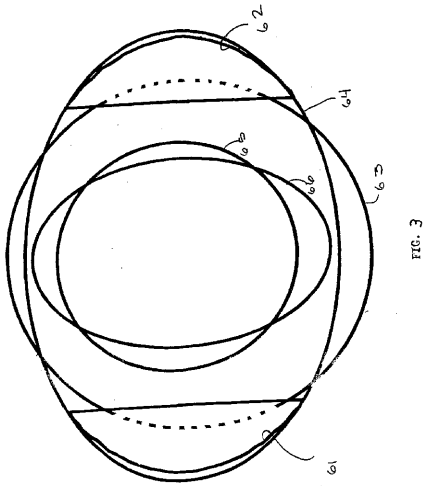
【図1】



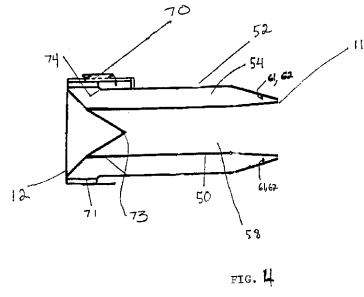
【図2】



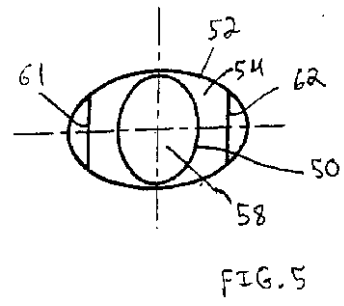
【 図 3 】



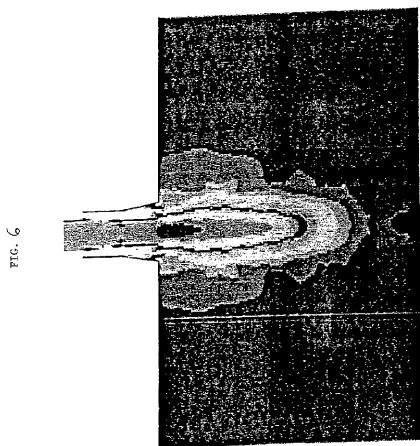
【 図 4 】



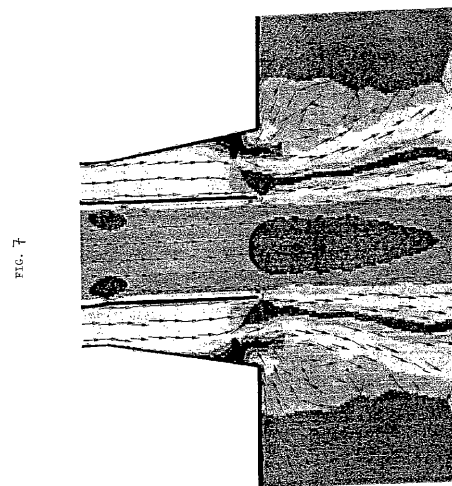
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【図 9】

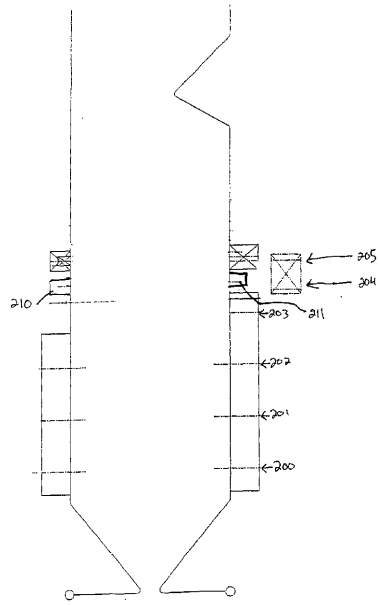


FIG. 9

【図 8】

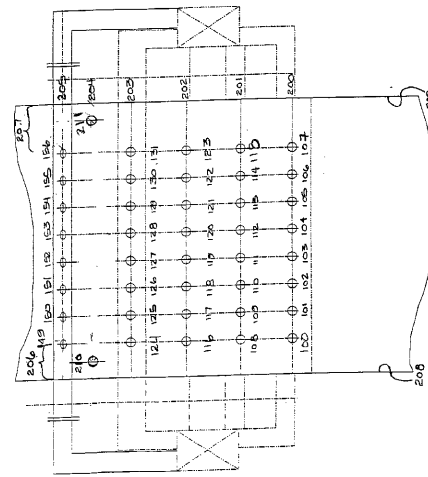


FIG. 8

【 国際調査報告 】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | International application No. PCT/US03/03900 | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|--|---|--|--|---|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | | | | | | | | | | | |
| IPC(7) : F23J 15/00 US CL : 110/345 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | | | | | | | | | | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | | | | | | | | | | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 110/342, 345, 203, 210, 214; 431/174, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 187, 188 | | | | | | | | | | | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | | | | | | | | | | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | | | | | | | | | | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | | | | | | | | | | | |
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. | | | | | | | | | | |
| X | US 6,318,277 B1 (KOKKINOS) 20 November 2001 (20.11.2001), see figures 1, 2, and 3. | 1, 3, 4, 5, 28, 29 | | | | | | | | | | |
| --- | | ----- | | | | | | | | | | |
| Y | | 2, 27 | | | | | | | | | | |
| Y | US 5,727,480 A (GARCIA-MALLOL) 17 March 1998 (17.03.1998), see figure 1. | 27 | | | | | | | | | | |
| X | US 6,490,985 B2 (YAMAMOTO et al) 10 December 2002 (10.12.2002), see figure 7, 12. | 1, 3, 4, 5, 28, 29 | | | | | | | | | | |
| --- | | ----- | | | | | | | | | | |
| Y | | 2, 27 | | | | | | | | | | |
| Y | US 4,722,287 A (ANDERSON et al) 02 February 1988 (02.02.1988), see figure 1. | 2 | | | | | | | | | | |
| Y | US 5,020,454 A (HELLEWELL et al) 04 June 1991 (04.06.1991), see figure 1. | 2 | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | | | | | | | | | | | |
| * Special categories of cited documents: <table border="0"> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent published on or after the international filing date</td> <td>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table> | | | "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention | "E" earlier application or patent published on or after the international filing date | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone | "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art | "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | "&" document member of the same patent family | "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention | | | | | | | | | | | |
| "E" earlier application or patent published on or after the international filing date | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone | | | | | | | | | | | |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art | | | | | | | | | | | |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | "&" document member of the same patent family | | | | | | | | | | | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | | | | | | | | | | | |
| Date of the actual completion of the international search 30 May 2003 (30.05.2003) | | Date of mailing of the international search report 07 AUG 2003 | | | | | | | | | | |
| Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703)305-3230 | | Authorized officer Kenneth Rinchart <i>Diane Russell for</i> Telephone No. 703-308-1722 | | | | | | | | | | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US03/03900

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)

This international report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claim Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claim Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
Please See Continuation Sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-5, 27-29

Remark on Protest
☐
☐

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/US03/03900

BOX II. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I, claim(s) 1-5, 27-29, drawn to a method and apparatus.

Group II, claim(s) 6-26, drawn to an OFA port.

The inventions listed as Groups I and II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: Group II lacks the arrangement of ports that Group I possesses. Group I lacks the structure that Group II possesses.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN, GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC, EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,M X,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

Fターム(参考) 3K023 KA01 KB01 KB10 KC07 KD01
3K065 TA01 TA04 TB06 TB08 TE08 TF02 TH02 TH05 TH12
4K063 CA01 CA02 DA14 DA15 DA26