

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5460850号  
(P5460850)

(45) 発行日 平成26年4月2日(2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日(2014.1.24)

(51) Int.Cl.

F 1

F23R 3/28 (2006.01)  
FO2C 3/30 (2006.01)  
F23R 3/10 (2006.01)

F23R 3/28  
FO2C 3/30  
FO2C 3/30  
F23R 3/10

D  
D  
Z

請求項の数 16 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-500211 (P2012-500211)  
 (86) (22) 出願日 平成22年3月16日 (2010.3.16)  
 (65) 公表番号 特表2012-520984 (P2012-520984A)  
 (43) 公表日 平成24年9月10日 (2012.9.10)  
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2010/053325  
 (87) 國際公開番号 WO2010/106034  
 (87) 國際公開日 平成22年9月23日 (2010.9.23)  
 審査請求日 平成24年1月20日 (2012.1.20)  
 (31) 優先権主張番号 09155341.2  
 (32) 優先日 平成21年3月17日 (2009.3.17)  
 (33) 優先権主張国 歐州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 390039413  
 シーメンス アクチエンゲゼルシヤフト  
 S i e m e n s A k t i e n g e s e l  
 l s c h a f t  
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュ  
 ンヘン ヴィッテルスバッハ-プラッツ  
 2  
 W i t t e l s b a c h e r p l a t z  
 2, D-80333 Muenchen  
 , Germany  
 (74) 代理人 100075166  
 弁理士 山口 巍  
 (74) 代理人 100133167  
 弁理士 山本 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ガスターイン用のバーナとその運転方法及びガスターイン

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

1つのバーナ軸(4)と少なくとも1つの噴射ノズル(2)とを含むバーナ(1)の運転方法であって、この少なくとも1つの噴射ノズル(2)が中心軸(5)と、1つの噴射ノズル出口(9)と、前記中心軸(5)から半径方向で前記バーナ軸(4)側であって、その内側に軸方向に延在する空気導入管(13)を有する壁部(7)とを含み、燃料を含んだ流体質量流がこの少なくとも1つの噴射ノズル(2)を通って噴射ノズル出口(9)へ向かって流れるバーナ(1)において、

前記空気導入管(13)から前記噴射ノズル(2)の内部に空気又は不活性ガスを供給する複数の開口(14)を前記軸方向に沿って前記壁部(7)に設け、

前記空気又は不活性ガスを、前記複数の開口(14)から前記噴射ノズル(2)に吹き込むことにより、前記軸方向で前記壁部(7)に沿って前記噴射ノズル出口(9)へ向つて、燃料を含んだ流体質量流と前記壁部(7)との間に空気膜又は不活性ガス膜を形成することを特徴とするバーナの運転方法。

## 【請求項 2】

前記噴射ノズルがその中心軸(5)を中心とする円周方向を有し、空気又は不活性ガスが円周方向に、バーナの中心軸(4)と噴射ノズルの中心軸(5)を半径方向に結ぶ直線(26)を基準として、少なくとも±15°の角度範囲で噴射ノズル(2)に吹き込まれることを特徴とする請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

10

20

前記噴射ノズルがその中心軸(5)を中心とする円周方向を有し、空気又は不活性ガスが円周方向に、バーナの中心軸(4)と噴射ノズルの中心軸(5)を半径方向に結ぶ直線(26)を基準として、最大で±135°の角度範囲で噴射ノズル(2)に吹き込まれることを特徴とする請求項2に記載の方法。

**【請求項4】**

前記噴射ノズルがその中心軸(5)を中心とする円周方向を有し、空気又は不活性ガスが円周方向に、バーナの中心軸(4)と噴射ノズルの中心軸(5)を半径方向に結ぶ直線(26)を基準として、最大で±90°の角度範囲で噴射ノズル(2)に吹き込まれることを特徴とする請求項3に記載の方法。

**【請求項5】**

前記噴射ノズルがその中心軸(5)を中心とする円周方向を有し、空気又は不活性ガスが円周方向に、バーナの中心軸(4)と噴射ノズルの中心軸(5)を半径方向に結ぶ直線(26)を基準として、最大で±45°の角度範囲で噴射ノズル(2)に吹き込まれることを特徴とする請求項4に記載の方法。

**【請求項6】**

前記噴射ノズルがその中心軸(5)を中心とする円周方向を有し、空気又は不活性ガスがその中心軸(5)を中心に、バーナの中心軸(4)と噴射ノズルの中心軸(5)を半径方向に結ぶ直線(26)を基準として、最大で-135°～+45°、あるいは最大で-45°～+135°の角度範囲で噴射ノズル(2)に吹き込まれることを特徴とする請求項3に記載の方法。

**【請求項7】**

空気又は不活性ガスが中心軸(5)に対して0°～60°の角度( )で噴射ノズル(2)に吹き込まれることを特徴とする請求項1から6の1つに記載の方法。

**【請求項8】**

1つのバーナ軸(4)と少なくとも1つの噴射ノズル(2)とを含むバーナ(1)であって、この少なくとも1つの噴射ノズル(2)が中心軸(5)と1つの壁部(7)とを含み、この壁部(7)が、バーナの中心軸(4)と噴射ノズルの中心軸(5)を半径方向に結ぶ直線(26)を基準として、最大で-135°～+135°、且つ、最小で-15°～+15°の角度範囲で噴射ノズルの中心軸(5)を中心にして広がっているバーナにおいて、

前記壁部(7)の軸方向における所定の部位に、前記噴射ノズル(2)の内部に空気又は不活性ガスを供給する少なくとも1つの流れ通路(14)を設けることを特徴とするバーナ。

**【請求項9】**

前記流れ通路が孔(14)又は部分環状空隙(28)として形成されていることを特徴とする請求項8に記載のバーナ。

**【請求項10】**

前記孔(14)が1つの中心軸(27)を含み、この中心軸(27)が噴射ノズル(2)の中心軸(5)と0°～60°の範囲の角度( )で交わり、あるいは、前記部分環状空隙(28)が仮想の部分円錐状の外被(29)を含み、この部分円錐状の外被(29)が噴射ノズル(2)の中心軸(5)と0°～60°の範囲の角度( )で交わることを特徴とする請求項9に記載のバーナ。

**【請求項11】**

前記孔(14)が円形または橢円形の断面を有し、あるいは、前記部分環状空隙(28)が複数の部分環状空隙セグメントを含むことを特徴とする請求項9又は10に記載のバーナ。

**【請求項12】**

前記孔(14)が膜冷却用開口と同じ形状の出口断面を有することを特徴とする請求項9から11の1つに記載のバーナ。

**【請求項13】**

10

20

30

40

50

前記部分環状空隙（28）が運転条件に応じて閉じたり、開いたりするように構成されていることを特徴とする請求項9から11の1つに記載のバーナ。

【請求項14】

前記部分環状空隙（28）が構成要素の熱膨張により閉じたり、開いたりするように構成されていることを特徴とする請求項13に記載のバーナ。

【請求項15】

前記バーナ（1）が1つのパイロット燃料ノズルを含み、且つ、前記部分環状空隙（28）が該パイロット燃料ノズルの温度に応じて閉じたり、開いたりするように構成されていることを特徴とする請求項13又は14に記載のバーナ。

【請求項16】

請求項8から15のいずれか1つに記載のバーナ（1）を少なくとも1つ含むガスタービン。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バーナの運転方法とバーナ及びガスタービンに関する。

【背景技術】

【0002】

予混合された噴射火炎に基づく燃焼システムは、分散された熱放出域を有し、且つ、旋回により誘引される渦流がないことにより、特に熱音響の観点から、旋回流で安定化されたシステムに対して有利である。噴射パルスを適切に選ぶことにより小規模な流れ構造を発生することができ、この小さな流れ構造は音響的に誘発された熱放出の変動を消散させ、これにより、旋回流で安定化された火炎で一般的に生じる圧力脈動を抑制する。

20

【0003】

噴射火炎は高温の循環ガスの混入により安定化される。新鮮ガス混合気の遅延された点火と分散された熱放出という利点を有するDOCで規定された燃焼状態を調整するためには、予混合通路における燃料分布は1つの重要なパラメータである。予混合通路における燃料分布は使用された燃料分配器に依存するだけでなく、負荷にも依存することがある噴射ノズルへの空気導入にも依存するので、所望の燃料分布パターンを確実に調節するためには、付加的な対策が必要である。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この背景から本発明の第1の課題はバーナの有利な運転方法を提供することである。第2の課題は有利なバーナを提供することである。第3の課題は有利なガスタービンを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

第1の課題は請求項1の方法により、第2の課題は請求項8のバーナにより、第3の課題は請求項16のガスタービンにより解決される。従属請求項は本発明の更なる有利な形態を含む。

40

【0006】

本発明によるバーナ運転方法は、1つのバーナ軸と少なくとも1つの噴射ノズルとを有するバーナに関する。しかし一般的にはそのバーナ軸の周りに複数の噴射ノズルが配置されている。その少なくとも1つの噴射ノズルは1つの中心軸と、1つの噴射ノズル出口と、このノズルの中心軸から半径方向にバーナ軸側に在る1つの壁部とを含む。燃料を含んだ流体質量流は少なくとも1つの噴射ノズルを貫流して噴射ノズル出口へ流れる。本発明による方法は次の特徴を有する。すなわち、空気又は不活性ガスがバーナ軸側の壁部に沿って少なくとも1つの噴射ノズルに吹き込まれることにより、噴射ノズル出口において燃料を含んだ流体質量流とバーナ軸側の壁部との間に空気膜又は不活性ガス膜が形成される

50

ことを特徴とする。

【0007】

本発明においては、噴射ノズル中心軸とバーナ軸との間に有する噴射ノズルの壁部分をここではバーナ軸側の壁部と呼ぶ。

【0008】

本発明による方法において、噴射ノズル出口におけるバーナ軸側の部分に燃料が全くないか、非常に僅かしかないことが特に有利である。すなわち、この部分に多すぎる燃料があると、火炎の早期点火が生じ、これは望ましくない。本発明の方法ではこの部分に燃料が全くないか、非常に僅かしかないので、点火が遅延される。遅延された点火により混合長がより大きくなり、これにより窒素酸化物の量が減少する。他方、遅延された点火により分散された熱放出が可能となり、このことは熱音響の観点から有利である。10

【0009】

本発明により基本的に、噴射ノズルにおける膜形成のために空気ないしは不活性ガスを的確に吹き込むことによって、燃料分布パターンが、例えばこの燃料分布パターンのバーナ軸側部分が燃料を全く含まないか、あるいはほんの僅かしか含まないように変えられる。この場合の目標は、この燃料パターンを形成するためにできるだけ少量の空気ないしは不活性ガスしか使用しないことである。

【0010】

少なくとも1つの噴射ノズルがその中心軸を中心とする円周方向を有するとよい。この場合に空気あるいは不活性ガスは、バーナ軸と噴射ノズル中心軸とを半径方向に結ぶ直線を基準として、少なくとも $\pm 15^\circ$ の角度の範囲で噴射ノズルに円周方向に注入されるとよい。この方法により、この燃料分布パターンのバーナ軸側部分が燃料を全く含まないか、あるいはほんの僅かしか含まないようにすることが達成される。20

【0011】

更に、空気あるいは不活性ガスは、バーナ軸と噴射ノズル中心軸とを半径方向に結ぶ直線を基準として、最大でも $\pm 135^\circ$ の範囲で、好ましくは最大 $\pm 90^\circ$ の範囲で、さらに好ましくは最大 $\pm 45^\circ$ の角度の範囲で噴射ノズルに円周方向に注入されるとよい。この場合、隣接して複数の噴射ノズルが在る時には、空気あるいは不活性ガスを隣接する噴射側においても注入するとよい。この空気あるいは不活性ガスは噴射火炎が一体化成長するのを妨げ、これにより、噴射火炎方式のバーナシステムで求められている有利な熱放出ゾーンを形成することが可能となる。隣接する噴射へのこの空気あるいは不活性ガスの注入は両側でも、あるいは片側だけで行なってもよい。30

【0012】

また、空気又は不活性ガスは噴射ノズル中心軸の円周方向に、バーナ軸と噴射ノズル中心軸とを半径方向に結ぶ直線を基準にして、最大で $-135^\circ \sim +45^\circ$ 、あるいは最大で $-45^\circ \sim +135^\circ$ の非対称な角度範囲で噴射ノズルに注入してもよい。これにより、空気あるいは不活性ガスの隣接する噴射へのそれぞれ片側の注入が達成される。

【0013】

基本的には、少なくとも1つの噴射ノズルが1つの中心軸を有するとよい。空気あるいは不活性ガスがこの中心軸に対して $0^\circ \sim 60^\circ$ の範囲で噴射ノズルに注入されるのが好ましい。40

【0014】

本発明によるバーナは1つのバーナ軸と少なくとも1つの噴射ノズルを有する。しかし、このバーナ軸を取り囲んで配置された複数の噴射ノズルを有することもできる。この少なくとも1つの噴射ノズルは1つの中心軸と1つの壁部とを有し、この壁部は、バーナの中心軸4と噴射ノズルの中心軸5を半径方向に結ぶ直線を基準として、最大で $-135^\circ \sim +135^\circ$ 、最小で $-15^\circ \sim +15^\circ$ の範囲で、この中心軸を中心として広がっている(以降、バーナ軸側の壁部と呼ぶ)。本発明によるバーナは、この噴射ノズル中心軸を中心として最大で $-135^\circ \sim +135^\circ$ 、最小で $-15^\circ \sim +15^\circ$ の範囲で取囲んで広がっているこの壁部のみが、空気あるいは不活性ガス導入のためにこの噴射ノズルに合流す50

る少なくとも 1 つの流路を有することを特徴とする。本発明によるバーナは、上述した本発明による方法を実施するのに適している。この流れ通路は特に空気槽または不活性ガス源と接続することができる。

#### 【0015】

噴射ノズルに合流する少なくとも 1 つの流れ通路を含むこの壁部が噴射ノズル中心軸を中心として、最大で  $\pm 90^\circ$  の角度範囲、特に最大で  $\pm 45^\circ$  、または、最大で  $-45^\circ \sim +135^\circ$  、あるいは最大で  $-135^\circ \sim +45^\circ$  の範囲で取囲んで広がっているといい。後者の 2 つの場合にはそれぞれ隣接する火炎側への空気または不活性ガスの片側の注入が達成される。

#### 【0016】

前記流れ通路は孔または部分的な環状空隙として形成されるのが好ましい。この孔は特に 1 つの中心軸を有することができ、この中心軸は噴射ノズルの中心軸と  $0^\circ \sim 60^\circ$  の角度、特に  $20^\circ \sim 40^\circ$  の角度をなす。中央流により噴射ノズル中で押し流される注入された空気ないし不活性ガスは、特に有効な膜を形成する。この孔は例えば円形、橢円形または他の任意の断面を有することができる。この孔が膜冷却用開口と同じ形状の出口断面を有すると特に有利である。注入された空気ないし注入された不活性ガスに対する基準は、膜冷却用空気の場合と同様に、空気ないし不活性ガスができるだけ中央流と混ざり合わないことである。

#### 【0017】

この流れ通路を部分的環状空隙として形成する場合には、この部分的環状空隙が噴射ノズル中心軸と  $0^\circ \sim 60^\circ$  の角度、特に  $20^\circ \sim 40^\circ$  の角度で交わる仮想の部分円錐状の外被を形成するのがよい。この部分的環状空隙は好適には複数の部分的環状空隙セグメントを含むことができる。

#### 【0018】

さらに、この部分的環状空隙は運転条件に応じて閉じたり開いたりするように構成することができる。例えばこの部分的環状空隙を、構造部品の熱膨張により、特に境界をなす部品の熱膨張により閉じたり開いたりするように構成することができる。例えばバーナがパイロット燃料ノズルを有することができ、この部分的環状空隙をパイロット燃料ノズルの温度に応じて閉じたり開いたりするように構成することができる。特に部分負荷領域でパイロット燃料ノズルが熱い場合にはこの空隙が閉じるようにし、他方、非常に少ないパイロットガスの場合には、すなわち部分負荷領域に比べて冷たいパイロット燃料ノズルの場合、基底負荷近傍では、最大となるようにすることができる。

#### 【0019】

本発明によるバーナにより空気膜あるいは不活性ガス膜の使用が可能となり、これにより、噴射式バーナにおける混合パターンを運転に最適となるように形作ることができる。

#### 【0020】

本発明によるガスタービンは少なくとも 1 つの前述したバーナを含む。このガスタービンの特性と長所は既述の本発明によるバーナの特性から明らかである。総合すると、本発明は空気膜あるいは不活性ガス膜の利用により、噴射式バーナにおける混合パターンを運転に最適となるように形作ることができる。

#### 【0021】

本発明の更なる特徴、特性および利点を実施例をもとに、添付図を参照して詳述する。ここで記載された複数の特徴は個別でも、それらを組合せても利点を有する。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0022】

#### 【図 1】ガスタービンの模式図

#### 【図 2】噴射式バーナの長手方向に垂直な断面の模式図

#### 【図 3】他の噴射式バーナの長手方向に垂直な断面の模式図

#### 【図 4】噴射式バーナの長手方向の部分断面の模式図

#### 【図 5】噴射ノズル出口の不利な燃料分布パターンの模式図

- 【図6】噴射ノズル出口の有利な燃料分布パターンの模式図  
 【図7】噴射ノズル出口の他の有利な燃料分布パターンの模式図  
 【図8】噴射ノズル出口の他の有利な燃料分布パターンの模式図  
 【図9】噴射ノズル出口の他の有利な燃料分布パターンの模式図  
 【図10】噴射ノズル出口の他の有利な燃料分布パターンの模式図  
 【図11】噴射ノズル出口の他の有利な燃料分布パターンの模式図  
 【図12】噴射ノズルの長手方向の部分断面の模式図  
 【図13】図12に示された噴射ノズルのXIII-XIII断面の模式図

## 【発明を実施するための形態】

## 【0023】

10

以下、本発明の実施例を図1から図13に基づいて詳細に説明する。

図1はガスタービンの模式図である。ガスタービンは軸107と回転軸の周りを回転可能に支持されたロータを内部に有する。これはタービンロータとも呼ばれる。このロータに沿って、吸込みハウジング109、圧縮機101、複数の噴射式バーナ1を備えた燃焼システム151、タービン105および排ガスハウジング190が順次設けられている。

## 【0024】

20

この燃焼システム151は環状の高温ガス通路と繋がっている。そこでは相前後して接続された複数のタービン段がタービン105を形成している。各タービン段は翼輪で形成されている。作動媒体の流れ方向に見て高温ガス通路に静翼輪117の後方に複数の動翼115で形成された動翼輪が設けられている。これらの静翼117はステータの内部ハウジングに固定されており、動翼輪の複数の動翼115は例えばタービン円板により列状にロータに取付けられている。このロータに発電機または作業機械が結合されている。

## 【0025】

ガスタービンの運転中に吸込みハウジング109を通って圧縮機101から空気が吸込まれ、圧縮される。圧縮機101のタービン側端部に供給される圧縮空気は燃焼システム151に導かれ、そこで燃料と混合される。次いでこの混合気は噴射式バーナ1により燃焼システム151で燃焼され、この間に作動媒体を形成する。この作動媒体はそこから高温ガス通路に沿って静翼117に流れ、そして動翼115を通り抜ける。動翼115において作動媒体は衝動を伝達しつつ膨張し、これにより、動翼115はロータを駆動し、ロータがそれに連結された(図示されていない)作業機械ないし発電機を駆動する。

30

## 【0026】

燃焼システム151は少なくとも1つの本発明によるバーナを含み、基本的には1つの環状燃焼器または複数の管状燃焼器を含むことができる。

## 【0027】

図2は噴射式バーナ1の中心軸4に垂直な断面の模式図である。このバーナ1はほぼ円形断面のケーシング6を含む。ケーシング6の内部には特定の数の噴射ノズル2がほぼ環状に配置されている。ここで各噴射ノズル2はほぼ円形の断面を有する。さらにバーナ1が1つのパイロットバーナを含むことができる。

## 【0028】

40

図3は別の噴射バーナ1aの断面図であり、この断面はバーナ1aの中心軸に垂直である。このバーナ1aも同様に円形断面を有するケーシング6を有し、このケーシング内に複数の内側噴射ノズル3と複数の外側噴射ノズル2が配置されている。噴射ノズル2と3はそれぞれ円形の断面を有し、外側噴射ノズル2の断面は内側噴射ノズル3の断面と同じか、それよりも大きい。複数の外側噴射ノズル2はケーシング6の内部にほぼ環状に配置されており、1つの外側リングを形成している。複数の内側噴射ノズル3も同様にケーシング6の内部にほぼ環状に配置されている。これらの内側噴射ノズル3は1つの内側リングを形成し、この内側リングは外側リングと同心的に配置されている。

## 【0029】

図2と3は単に噴射バーナ1、1aの内部における噴射ノズル2、3の配置の例を示したに過ぎない。異なる数の噴射ノズル2、3を使用するような他の配置案も当然ながら可

50

能である。

**【0030】**

図4は本発明による噴射式バーナ1の一部の長手方向断面、すなわち、バーナ1の中心軸4に沿った断面の模式図である。このバーナ1はケーシング6の内部に配置された少なくとも1つの噴射ノズル2を有する。この噴射ノズルの中心軸は符号5で示されている。噴射ノズル2は1つの噴射ノズル入口8と1つの噴射ノズル出口9とを有する。噴射ノズル出口9に燃焼室18が接続されている。また、噴射ノズル2は、噴射ノズル入口8がバーナ1の背面壁24側を向いているように配置されている。ケーシング6はさらにバーナ1の中心軸4の半径方向に1つのケーシング外側部127を含む。

**【0031】**

この噴射ノズル2は流体技術的に1つの圧縮機と接続されている。この圧縮機から送られてくる圧縮空気は環状空隙22aを通って噴射ノズル入口8に導かれ、及び/又は、空気入口開口23を通って噴射ノズル2の中心軸5の半径方向に噴射ノズル入口8に導かれる。圧縮空気が環状空隙22aを通って噴射ノズル入口8に導かれる場合には、圧縮された空気は環状空隙22aを通って符号15の矢印の方向に、すなわち噴射ノズル2の中心軸5と平行に流れる。矢印15の方向に流れる空気はバーナ1の背面壁24で180°方向転換し、次いで噴射ノズル入口8を通って噴射ノズル2に流入する。噴射ノズル2の内部の空気の流れ方向が矢印10で示されている。

**【0032】**

圧縮空気を環状空隙22aを通って導入する方法に替えて、あるいはこれに加えて、圧縮機から送られてくる圧縮空気を、噴射ノズル2の中心軸5の半径方向に配置された開口23を通って導入することもできる。開口23を通って流れる圧縮空気の流れ方向が矢印16で示されている。この場合には圧縮空気は90°方向転換され、次いで噴射ノズル入口8を通って噴射ノズル2に流入する。

**【0033】**

さらに、噴射ノズル入口8に1つの燃料ノズル19が設けられており、これを通して燃料12が噴射ノズル2に吹き込まれる。この燃料の流れ方向が符号17で示されている。これに加えて、あるいはこれに替えて、燃料ノズル19はその周囲に複数の燃料出口開口119を有することができ、これらの開口を介して燃料を図4の破線で示された矢印117の方向に導くことができる。

**【0034】**

噴射ノズル2はさらにバーナ軸4の側の壁部7を含む。このバーナ軸側の壁部はここでは、噴射ノズル2の中心軸5とバーナ軸4との間に在る噴射ノズル壁部を意味する。このバーナ軸側の壁部7は特に中心軸5を中心とし、バーナの中心軸4と噴射ノズルの中心軸5を半径方向に結ぶ直線26を基準として、最大で-135°～+135°、最小で-15°～+15°の角度範囲で広がっていると良い。

**【0035】**

バーナ軸側の壁部7には、ケーシング6の内側に圧縮機と接続している空気導入管13がある。この空気導入管13から出発して複数の空気吹き込み開口14が噴射ノズル2の内部に通じている。これらの空気吹き込み開口14はこの実施例では円形断面の孔として形成されている。これらはそれぞれ中心軸27を有し、この中心軸27は噴射ノズルの中心軸5と角度で交わっており、この角度は例えば0°～60°、特に20°～40°とするとよい。

**【0036】**

空気の代わりに導入管を通って不活性ガスを導くこともできる。この場合には導入管13は圧縮機とは接続されず、不活性ガス貯蔵槽ないしは不活性ガス源と接続される。

**【0037】**

空気導入管13と複数の空気吹き込み開口14とを通った空気は、矢印10で示された中央流により押し流され、したがってバーナ軸側の壁部7に沿って空気膜を形成するように噴射ノズルに吹き込まれる。この吹き込まれた空気の流れ方向が符号20で示されている

10

20

30

40

50

。

**【0038】**

本発明によるバーナ1は基本的にはケーシング外側部127なしでも、あるいは外部ケーシング127なしでも構成可能である。この場合には圧縮空気は「プレナム」すなわち背面壁24と噴射ノズル入口8との間の領域に直接流入する。

本発明によるバーナ1はさらに背面壁24なしの構成とすることも可能である。

**【0039】**

図5はバーナ軸側の壁部での本発明による空気膜が形成されない状態で噴射ノズル出口に形成される燃料分布パターンの模式図である。方向の基準として噴射ノズル2の中心軸5とバーナの中心軸4とを半径方向に結ぶ直線が符号26で示されている。10

**【0040】**

図5で模式的に示された燃料分布パターンは、噴射ノズル2の外側領域、すなわち噴射ノズル壁部において燃料濃縮領域が形成される特徴を有する。さらに2つの燃料濃縮領域25が噴射ノズル中心軸5の近傍に存在している。さらに、噴射ノズル中心軸5の近傍に燃料の無い、ないしは燃料希薄領域21ならびに所望の空気・燃料混合気が支配的な領域22が存在している。図5で模式的に示された燃料分布パターンは、バーナ軸側の壁部7において燃料が支配的であるので、不利である。この燃料濃縮領域25は噴射ノズル2への空気の流入に起因する。

**【0041】**

本発明による方法によって、すなわちバーナ軸側の壁部7に沿って空気を吹き込み空気膜を形成することによって、図6に模式的に示された燃料分布パターンが得られる。このパターンは、バーナ軸側の壁部7では燃料の無い領域21が支配的であるという特徴を有する。この領域21は理想的には燃料が無いのが望ましいが、燃料が希薄であってもよい。図6に模式的に示された燃料分布パターンは、空気膜21がバーナ軸側の壁部7における噴射火炎の早期点火を妨げ、分散された熱放射を可能にするので、有利である。20

**【0042】**

図7から図12は、特に本発明によるバーナを用いた本発明による方法によって生じる燃料分布パターンを模式的に示したものである。図7に示された燃料分布パターンは、燃料の無い領域ないしは燃料の希薄な領域がバーナ軸側の壁部7に沿って、バーナの中心軸4と噴射ノズルの中心軸5を半径方向に結ぶ直線26を基準として、噴射ノズル2の中心軸5を中心として-~+の角度の間に形成される、という特徴を有する。この角度は図7では約45°である。この燃料の無い領域ないしは燃料の希薄な領域21は、上記の連結直線26を基準とし、噴射ノズル2の中心軸5を中心として、-~+の角度内に空気を吹き込むことにより形成される。この角度は、図8では90°、図9では15°、図10では135°である。30

**【0043】**

図10に示された燃料分布パターンは図7および図9のパターンとは異なり、バーナ軸4の方向での空気膜による燃料の遮蔽に加えて、それぞれの隣接する複数の噴射ノズルへの遮蔽もでき、これにより火炎の一体化成長を防ぐことができる、という特徴を有する。

**【0044】**

図11に示された燃料分布パターンは、燃料の無い領域ないしは燃料の希薄な領域21が、連結直線26を基準として、噴射ノズル2の中心軸5を中心として、-135°~+45°の非対称な角度内に広がっている、という特徴を有する。図11に示されたパターンにより、隣接する1つの噴射ノズルへの片側の遮蔽とバーナ中心軸4の方向の遮蔽ができる。この構成は使用される空気量ないしは不活性ガス量をできるだけ少なくするのに有效である。40

**【0045】**

図12と図13は部分的な環状空隙による本発明によるバーナの別の構成を示す。図12は噴射ノズルの一部の長手方向断面の模式図である。図13は図12に示された噴射ノズルの中心軸5と垂直な断面を示す。50

**【0046】**

図12と図13に示された噴射ノズル2は部分的環状空隙28を含む。この部分的環状空隙28を通って空気が流れ方向20に沿って吹き込まれる。噴射ノズル2を貫流する空気・燃料混合気の流れ22によりバーナ軸側の壁部7に沿って空気膜が形成される。

**【0047】**

この部分的環状空隙28は符号29で示された仮想の部分円錐状の外被を形成し、この部分円錐状の外被は噴射ノズル2の中心軸5と角度 $\theta$ をなし、 $\theta$ は $0^\circ \sim 60^\circ$ 、特に $20^\circ \sim 40^\circ$ である。

**【0048】**

図13は図12に示された噴射ノズルのXIII-XIII断面の模式図である。図13に示された部分的環状空隙28は複数の部分的環状空隙セグメントを含み、この実施例では3つの部分的環状空隙セグメント30を含んでいる。部分的環状空隙28を複数の部分的環状空隙セグメント30で構成することにより、空隙の大きさの制御性、特に形成される空気膜の角度範囲 $\theta$ の制御性と調整性が向上する。さらに、部分的環状空隙セグメント30の構成により部分的環状空隙28部分での噴射ノズル2の強度が向上する。

10

**【0049】**

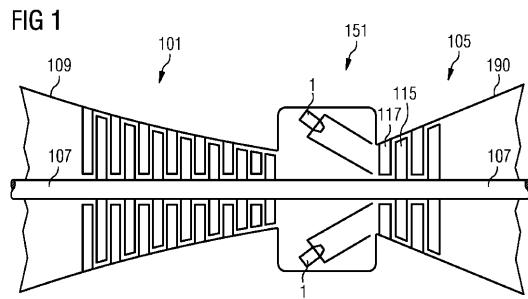
この部分的環状空隙28は運転条件、例えば構成要素の熱膨張に応じて閉じたり、開いたりするように構成することができる。このバーナ1は少なくとも1つのパイロット燃料ノズルを含むことができ、この部分的環状空隙28は、パイロット燃料ノズルと熱的に接触し、パイロット燃料ノズルの温度に応じて閉じたり、開いたりするように構成することができる。例えば部分負荷運転中にパイロット燃料ノズルが高温になると部分的環状空隙28が閉じ、他方、基底負荷近傍で非常に少量のパイロットガスの場合には、すなわちパイロット燃料ノズルがより低温の場合には部分的環状空隙28は最大となる。

20

**【符号の説明】****【0050】**

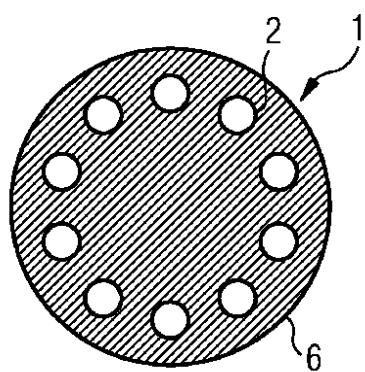
1	噴射式バーナ	
2、3	噴射ノズル	
4	バーナの中心軸	
5	噴射ノズルの中心軸	
6	バーナケーシング	30
7	噴射ノズルにおけるバーナ軸側の壁部	
8	噴射ノズル入口	
9	噴射ノズル出口	
12	燃料	
13	空気導入管	
14	空気吹き込み開口	
18	燃焼室	
19	燃料ノズル	
20	吹き込まれた空気流の方向	
21	燃料の無い領域、あるいは希薄な領域	40
22	所望の混合気	
23	空気入口開口	
24	背面壁	
26	バーナの中心軸4と噴射ノズルの中心軸5を半径方向に結ぶ直線	
28	部分的環状空隙	
30	部分的環状空隙セグメント	

【 四 1 】

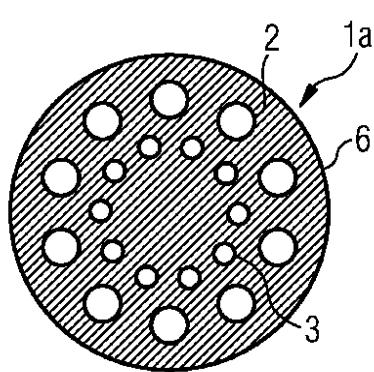


【図2】

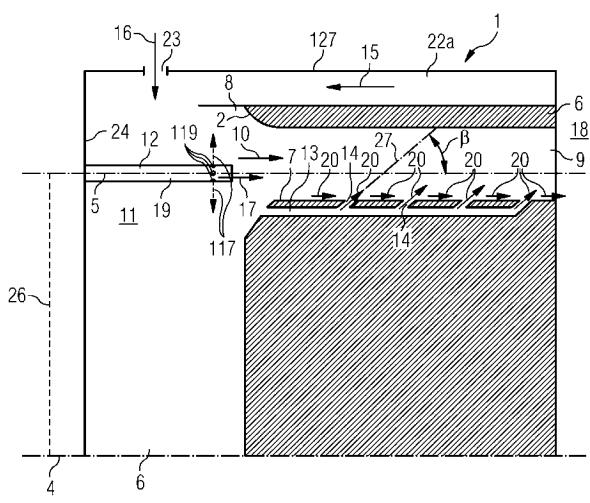
FIG 2



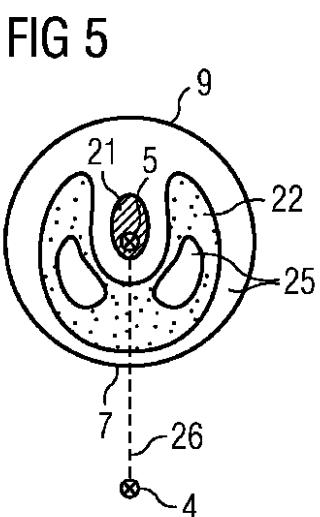
【図3】



【 四 4 】

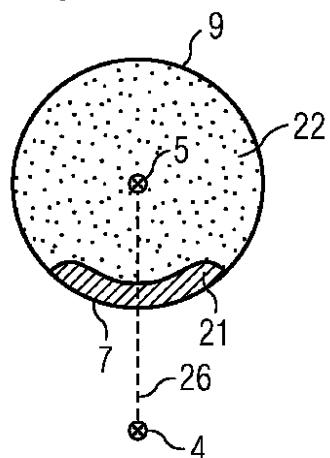


【図5】



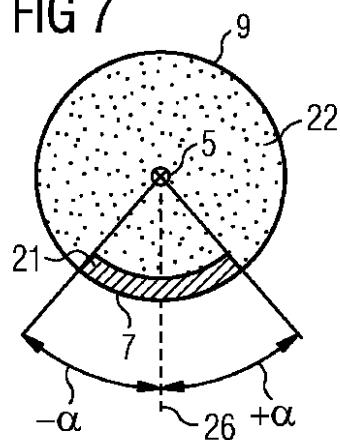
【図 6】

FIG 6



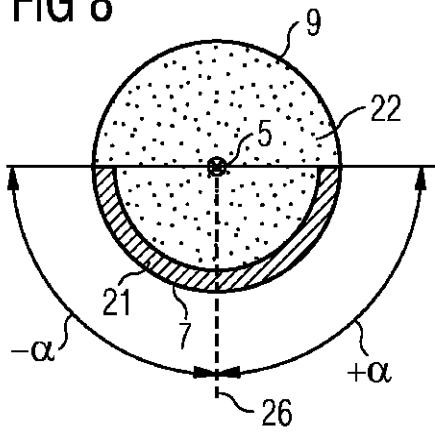
【図 7】

FIG 7



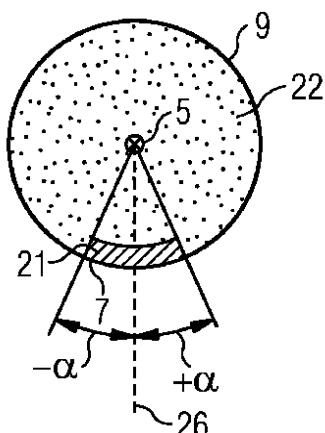
【図 8】

FIG 8

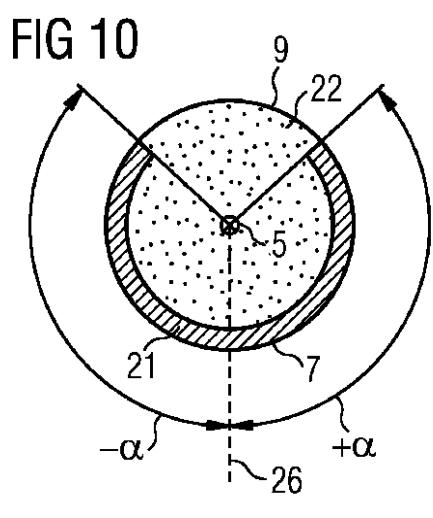


【図 9】

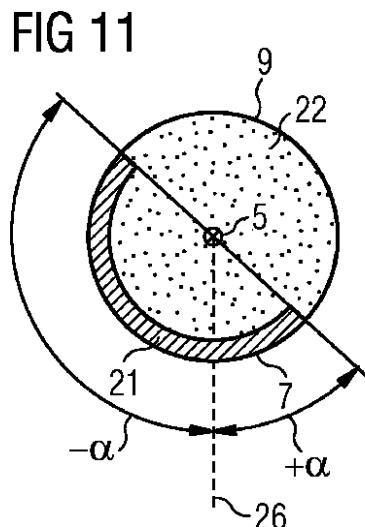
FIG 9



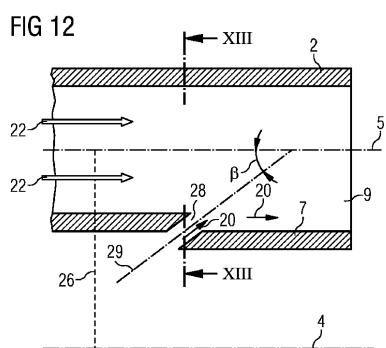
【図10】



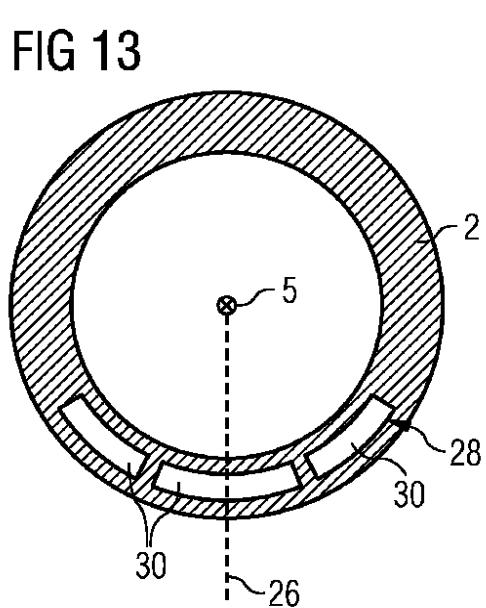
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ハゼ、マチアス

ドイツ連邦共和国 45478 ミュルハイム ドゥイスブルガー シュトラーセ 327

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 特開2008-292139(JP,A)

特開2005-061715(JP,A)

特開2007-232325(JP,A)

特開2004-170010(JP,A)

米国特許第06267585(US,B1)

特開2002-332870(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 1/00 - 9/58

F23R 3/00 - 7/00