

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料と空気とを燃焼させる燃焼室と、
前記燃焼室の上流側に位置し、同心円状に複数列および複数個配置された空気孔を有する空気孔プレートと、
前記空気孔と同軸に、複数列および複数個配置された燃料ノズルと、を有し、
前記燃料ノズルの先端部であって、燃料ノズル内壁に外周方向に広がる燃料ノズルテーパを有することを特徴とするガスタービン燃焼器。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のガスタービン燃焼器において、
前記空気孔の入口部に、前記空気孔の孔径を縮小する空気孔テーパを有することを特徴とするガスタービン燃焼器。 10

【請求項 3】

請求項 2 に記載のガスタービン燃焼器において、
前記空気孔の出口部の孔径が、前記空気孔テーパで縮小された前記空気孔の孔径以下であることを特徴とするガスタービン燃焼器。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のガスタービン燃焼器において、
前記空気孔が、傾斜流路を有することを特徴とするガスタービン燃焼器。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のガスタービン燃焼器において、
前記空気孔テーパが、前記空気孔の入口部から所定の距離を離して設置することを特徴とするガスタービン燃焼器。 20

【請求項 6】

請求項 1 に記載のガスタービン燃焼器において、
前記燃料ノズルの先端部であって、燃料ノズル外壁に内周方向に向かう燃料ノズルテーパを有することを特徴とするガスタービン燃焼器。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のガスタービン燃焼器において、
前記燃料が、水素を含む燃料であることを特徴とするガスタービン燃焼器。 30

【請求項 8】

請求項 1 に記載のガスタービン燃焼器において、
前記燃料ノズルが、前記空気孔と同軸に配置されることを特徴とするガスタービン燃焼器。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のガスタービン燃焼器において、
同心円状に複数列および複数個配置された空気孔を有する空気孔プレートと、前記空気孔と同軸に複数列および複数個配置された燃料ノズルとを有する一つの中央バーナと、
前記中央バーナの周囲に同心円状に、同心円状に複数列および複数個配置された空気孔を有する空気孔プレートと、前記空気孔と同軸に複数列および複数個配置された燃料ノズルとを有する複数の外周バーナと、
を有することを特徴とするガスタービン燃焼器。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービン燃焼器に関する。

【背景技術】

【0002】

火力発電プラントでは、地球温暖化の原因となる二酸化炭素(CO₂)の排出量を削減する手段として、発電効率を向上することや化石燃料以外の水素含有燃料を積極的に利用する 50

ことが検討されている。

【0003】

発電効率の向上には、火力発電プラントにおけるガスタービン発電設備のガスタービンの入口温度の高温化が有効である。

【0004】

しかし、ガスタービンの入口温度の高温化に伴い、環境汚染物質である窒素酸化物(NO_x)排出量が増加するため、発電効率の向上と共に、 NO_x 排出量の低減が技術課題となっており、ガスタービンの入口温度の高温化と共に、水素含有燃料に対応したガスタービン燃焼器の低 NO_x 燃焼方式が求められている。

【0005】

ガスタービン燃焼器の低 NO_x 燃焼方式として、一般的に拡散燃焼方式と予混合燃焼方式とがある。

【0006】

拡散燃焼方式は、燃料をガスタービン燃焼器の燃焼室に直接噴射して、燃焼室の内部で燃料と空気とを混合する形式であり、燃焼室の内部で燃料が完全燃焼するために必要な空気の割合(量論混合比)に混合された領域から火炎が形成される。このため、燃焼室の上流への火炎の逆流や燃料供給系統の内部における自着火の可能性が無く、燃焼安定性を確保できる。しかし、燃焼室の内部で燃料と空気とが量論混合比に混合された領域に火炎が形成されるため、局所的に高温の火炎が形成される。この局所的に高温の火炎が形成される領域では、 NO_x 排出量が多く、窒素や水や蒸気などの不活性媒体を噴射し、 NO_x 排出量を削減する必要があるため、不活性媒体を供給する補機の動力が必要となり、発電効率が低下する可能性がある。

【0007】

一方、予混合燃焼方式は、燃料と空気とを予め混合して燃焼室に供給する形式であり、燃料を希薄に燃焼させることができるため、 NO_x 排出量を低減することができる。しかし、ガスタービンの入口温度の高温化に伴い、燃焼用空気の温度が上昇すると共に、燃料と空気とを混合する予混合器の内部における燃料の濃度が高まるため、火炎の逆流によりガスタービン燃焼器の構造物が焼損する可能性があり、信頼性の低下が懸念される。

【0008】

上記のような水素含有燃料に対応したガスタービン燃焼器の場合、水素は天然ガスと比較して量論混合比における断熱火炎温度が高いため、拡散燃焼方式における NO_x 排出量は増加する。一方、予混合燃焼方式に水素含有燃料を用いると、水素は着火エネルギーが小さく、燃焼速度が速いため、予混合器に火炎が逆流し、予混合器の内部で自着火する可能性が高くなる。

【0009】

このような課題を解決するため、特開2003-148734号公報(特許文献1)には、燃焼室の上流に配置された複数の燃料ノズルと複数の空気孔とを同軸上に配置し、燃料と空気とを同軸流として燃焼室に供給するガスタービン燃焼器が開示されている。このガスタービン燃焼器では、燃料と空気とを分散して同軸流として供給することにより、混合が急速に促進され、 NO_x 排出量を低減することを可能としている。また、混合距離を短くすることができ、火炎の逆流を防止している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2003-148734号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、特許文献1に記載されたガスタービン燃焼器は、天然ガスなどの一般的なガス燃料に対して NO_x 排出量を低減するものであり、水素含有燃料に対して、 NO_x 排出量

10

20

30

40

50

を低減すると共に、ガスタービン燃焼器の安定的な運用を実現することは開示されていない。

【0012】

また、特許文献1に記載されたガスタービン燃焼器は、ガスタービン燃焼器の燃焼室で水素含有燃料を燃焼させた場合、水素は燃焼速度が速いため、ガスタービン燃焼器の燃焼室で形成される火炎がガスタービン燃焼器の構造物に接近しやすく、信頼性が低下する可能性がある。特に、空気孔の内部を流れる空気に対して、燃料の貫通力が高い場合は、流路に沿って流れる空気に燃料が追従できず、空気孔の出口部において燃料の低流速領域を形成する場合があります。空気孔の内部へ火炎が逆流する可能性がある。空気孔の内部へ火炎が逆流すると、燃料を噴射する燃料ノズルの先端部に火炎が形成され、空気孔の内壁や燃料ノズルを過熱し、信頼性が低下する可能性がある。

10

【0013】

そこで、本発明は、水素含有燃料に対して、NO_x排出量を低減すると共に、信頼性が向上し、安定的な運用を実現するガスタービン燃焼器を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記技術課題を解決するために、本発明のガスタービン燃焼器は、燃料と空気とを燃焼させる燃焼室と、燃焼室の上流側に位置し、同心円状に複数列および複数個配置された空気孔を有する空気孔プレートと、複数列および複数個配置された燃料ノズルと、を有し、燃料ノズルの先端部であって、燃料ノズル内壁に外周方向に広がる燃料ノズルテーパを有する。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、水素含有燃料に対して、NO_x排出量を低減すると共に、信頼性が向上し、安定的な運用を実現するガスタービン燃焼器を提供することができる。

【0016】

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第一の実施例におけるガスタービン燃焼器の構造を示す全体構成図である。

30

【図2】本発明の第一の実施例における空気孔および空気孔プレートの正面図である。

【図3】本発明の第一の実施例における空気孔の断面図である。

【図4】比較例における空気孔の断面図である。

【図5】本発明の第二の実施例における空気孔の断面図である。

【図6】本発明の第三の実施例における空気孔の断面図である。

【図7】本発明の第四の実施例における燃焼器バーナの正面図である。

【図8】本発明の第四の実施例における燃焼器バーナの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

40

以下、本発明の実施例を、図面を用いて説明する。なお、同一の構成には、同一の符号を付し、重複する部分については、その説明を省略する場合がある。

【実施例1】

【0019】

図1は、本発明の第一の実施例におけるガスタービン燃焼器の構造を示す全体構成図である。

【0020】

ガスタービンプラント1においては、圧縮機2で圧縮された圧縮空気102は、ディフューザ9を通過し、車室13へ流入する。車室13へ流入した圧縮空気102は、フロースリーブ14を通過し、外筒10とライナ12との間へ流入する。圧縮空気102の一部

50

は、ライナ 12 の冷却空気 103 として燃焼室 5 へ流入する。

【0021】

外筒 10 とライナ 12 との間を通過した圧縮空気 102 は、スプリングシール 26 を通過し、プレートリップ 25 の外周側を流れるリップ冷却空気 105 と、空気孔プレート 20 に設置された空気孔 21 に流入し、燃焼室 5 に噴出する燃焼用空気 104 と、に分配される。

【0022】

燃焼用空気 104 は、燃料ノズル 22 から噴出する燃料（本実施例では水素を含む燃料であり、いわゆる水素含有燃料である）と混合され、燃焼用空気 104 と燃料とが燃焼し、燃焼室 5 に火炎 83 を形成する。

【0023】

ガスタービンプラント 1 は、ガスタービン燃焼器（以下、燃焼器と称する）3 で燃料を燃焼し、発生した高温高压の燃焼ガス 110 をガスタービン（以下、タービンと称する）4 に流入し、タービン 4 を回転駆動させ、タービン 4 の回転動力を電力として取り出す。

【0024】

燃料ノズル 22 へ燃料を供給する燃料供給系統 201 および燃料供給系統 202 は、燃料遮断弁 60 を備えた燃料供給系統 200 から分岐している。

【0025】

また、燃料供給系統 201 および燃料供給系統 202 は、それぞれ燃料圧力調整弁 61a および燃料圧力調整弁 62a を備えており、個別に制御できる。また、その下流にはそれぞれ燃料流量調整弁 61b および燃料流量調整弁 62b を備えている。

【0026】

燃焼器 3 は、複数本の燃料ノズル 22 を備えており、それぞれ燃料ノズル 22 は燃料を分配する燃料ヘッダー 23 に接続される。燃料ヘッダー 23 はエンドカバー 7 の内部に設けられており、燃料ヘッダー 23 には燃料供給系統 201 および燃料供給系統 202 から燃料が供給される。なお、本実施例では、燃料を 2 系統に分配したが、それ以上の系統に分配してもよい。

【0027】

このように燃料供給系統を複数に分配すれば、系統数の増加により運転の自由度を拡大できる。なお、燃焼器 3 は、燃料として、コークス炉ガス、製油所オフガス、石炭ガス化ガスなどの水素含有燃料が使用され、また、液化天然ガス(Liquefied Natural Gas : LNG)をはじめとする多くのガスが燃料として適用できる。本実施例で使用する燃料は、水素を含む燃料であり、いわゆる水素含有燃料である。

【0028】

図 2 は、本発明の第一の実施例における空気孔および空気孔プレートの正面図である。

【0029】

複数の空気孔 21 が、空気孔プレート 20 の中心軸周りに同心円状に配置され、本実施例では、3 列（1 列目空気孔 51、2 列目空気孔 52、3 列目空気孔 53）に配置されている。各空気孔 21 の空気孔中心軸 40 は、各列のピッチ円周方向に傾斜しており、噴出する燃焼用空気 104 に空気孔プレート 20 の中心軸周りに旋回がかかるように旋回角が付与されている。

【0030】

つまり、空気孔プレート 20 は、燃焼室 5 の上流側に位置し、同心円状に複数列（本実施例では、3 列）および複数個（本実施例では、1 列目は 6 個、2 列目 12 個、3 列目 18 個）が配置された空気孔 21 を有する。

【0031】

空気孔プレート 20 は、ライナ 12 と同軸となっているため、燃焼用空気 104 に旋回を与えることで、燃焼室 5 の中心軸周りに旋回が作用し、循環流 80 が形成され、火炎 83 を安定化することができる（図 1 参照）。

【0032】

10

20

30

40

50

図 3 は、本発明の第一の実施例における空気孔の断面図であり、空気孔プレート 20 の拡大図である。

【0033】

空気孔 21 は、空気孔 21 の入口部に空気孔テーパ 90 を形成し、空気孔 21 の孔径を縮小している。そして、空気孔 21 の出口部の孔径 D2 を、空気孔テーパ 90 で縮小した孔径 D1 以下（好ましくは、より小さく）としている。

【0034】

また、燃料ノズル 22 の先端部は、燃料ノズル内壁 92 に燃料ノズルテーパ 91 が形成され、燃料ノズル 22 の先端部が、内側から外側に向かって、燃料の流路が拡大する。つまり、燃料ノズル 22 の先端部であって、燃料ノズル内壁 92 に外周方向に広がる燃料ノズルテーパ 91 を有する。なお、この燃料ノズルテーパ 91 の先端部は、好ましくは鋭角形状を有する。また、この燃料ノズルテーパ 91 の角度は、 $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 程度であることが好ましい。

【0035】

燃焼用空気 104 は、空気孔 21 の入口部に流入し、燃料ノズル外壁 93 の周りを環状に流れる。燃料ノズル 22 から噴出する燃料 100 は、環状に流れる燃焼用空気 104 の中心を流れ、燃焼室 5 に同軸噴流を形成する。

【0036】

つまり、燃料ノズル 22 は、空気孔 21 と同軸に配置され、複数列（本実施例では、3 列）および複数個（本実施例では、1 列目は 6 個、2 列目 12 個、3 列目 18 個）配置される。なお、燃料ノズル 22 が空気孔 21 と同軸に配置されることにより、燃焼用空気 104 と燃料とが、より混合しやすくなる。

【0037】

そして、空気孔 21 は傾斜流路を有し、空気孔 21 の出口部の流路は、入口部の流路に対して角度 θ を有する傾斜した傾斜流路となっており、燃料 100 と燃焼用空気 104 との同軸噴流は、空気孔中心軸 40 から逸れず、空気孔 21 の傾斜流路に沿って流れ、空気孔 21 の出口部より燃焼室 5 へ噴出する。燃焼室 5 では、空気孔 21 から噴出した燃料 100 と燃焼用空気 104 との同軸噴流が燃焼反応しており、空気孔プレート 20 の下流で火炎 83（図示なし）が形成される。

【0038】

また、燃料ノズル 22 の先端部の下流では、後流 81 が形成されており、燃料 100 と燃焼用空気 104 の一部とが混合気体となり循環している。

【0039】

図 4 は、比較例における空気孔の断面図であり、空気孔プレート 20 の拡大図である。

【0040】

図 4 に示す比較例は、図 3 に示す実施例と比較して、空気孔 21 の入口部に空気孔テーパ 90 が形成されず、孔径が縮小されていない点、および、燃料ノズル 22 の先端部の燃料ノズル内壁 92 に、燃料ノズルテーパ 91 が形成されず、燃料ノズル 22 の先端部が、内側から外側に向かって、燃料の流路が拡大していない点が、異なる。

【0041】

本比較例では、空気孔 21 を流れる燃焼用空気 104 に対して、燃料 100 の貫通力が高い場合は、燃料 100 が空気孔 21 の傾斜流路を流れる燃焼用空気 104 に追従できず、空気孔中心軸 40 から逸れて噴出し、空気孔 21 の出口部において低流速領域 82 を形成する。

【0042】

低流速領域 82 では、燃料 100 と燃焼用空気 104 との混合気体が低速で流れるため、火炎を形成する可能性がある。特に、水素含有燃料を燃焼器 3 に使用する場合、水素は着火に必要な最小着火エネルギーが低く、着火しやすい。そして、可燃範囲が広く、燃焼速度が高いため、燃焼室 5 で形成される火炎 83 が空気孔プレート 20 に接近しやすいと共に、低流速領域 82 で火炎を形成する可能性が高い。

10

20

30

40

50

【0043】

低流速領域82において火炎が形成されると、燃料100と燃焼用空気104との境界に沿って、火炎が燃料ノズル22へ接近し、後流81においても火炎が形成される可能性があり、燃料ノズル22や空気孔21の内壁が過熱され、燃焼器3の信頼性が低下する可能性がある。

【0044】

一方、図3に示す実施例では、空気孔21の入口部に空気孔テーパ90を形成し、孔径を縮小している。そして、空気孔21の出口部の孔径D2を、空気孔テーパ90で縮小した孔径D1以下に（好ましくは、より小さく）している。これにより、空気孔21を流れる燃焼用空気104の流速が増加している。

10

【0045】

燃料用空気104の流速が増加することにより、燃焼用空気104の貫通力に対する燃料100の貫通力の割合を低減できるため、低流速領域82の形成を防止できる。さらに、空気孔21の孔径を縮小することにより、燃焼室5へ噴出する燃料100と燃焼用空気104との混合気体の流速も増加させることができるため、燃焼室5で形成される火炎83を、空気孔プレート20から遠ざけることができる。

【0046】

さらに、図3に示す実施例では、燃料ノズル22の先端部の燃料ノズル内壁92に、燃料ノズルテーパ91が形成され、燃料ノズル22の先端部が、内側から外側に向かって、燃料の流路が拡大する。つまり、燃料ノズル22の先端部の燃料ノズル内壁92に、外周方向に広がる燃料ノズルテーパ91が形成される。これにより、後流81が形成される領域を縮小している。

20

【0047】

後流81が形成される領域を縮小することにより、火炎83が空気孔21に侵入した場合であっても、後流81で火炎が形成される可能性を低減できる。

【0048】

また、図3に示す実施例のように、燃料ノズルテーパ91を形成し、燃料噴出孔の面積を拡大することにより（好ましくは、その形状を鋭角化することにより）、燃料ノズル22から噴出する燃料100の流速を低下させることができ、燃料100の貫通力を低減することができるため、低流速領域82の形成を防止できる。

30

【0049】

このように、本実施例では、空気孔プレート20の下流で形成される火炎83が、空気孔20の内部へ侵入することを防止できると共に、火炎83を空気孔プレート20から遠ざけることができるため、燃焼器3の信頼性を向上させることができる。

【0050】

なお、空気孔21に傾斜流路を設置していない場合においても、燃料ノズル22の先端部に燃料ノズルテーパ91を設置することにより、後流81が形成される領域を縮小ことができ、後流81に火炎が形成される可能性を低減することができる。

【実施例2】

【0051】

図5は、本発明の第二の実施例における空気孔の断面図であり、空気孔プレート20の拡大図である。

40

【0052】

図5に示す実施例は、図3に示す実施例と比較して、空気孔テーパ90を空気孔21の入口部から所定の距離（距離L）を離して設置した点が、異なる。

【0053】

本実施例にける空気孔テーパ90を、燃料ノズル22の先端部の設置位置に設置することにより、実施例1と同様の作用効果に加え、空気孔21に流入した燃焼用空気104を燃料ノズル22の先端部で加速ことができ、燃焼用空気104の流れを燃料ノズル22へ向かわせることができ、燃焼用空気104の流れを転向できる。燃料ノズル22へ向

50

かう燃焼用空気 104 の流れは、燃料ノズル 22 の先端部で形成される後流 81 に作用し、後流 81 が形成される領域を縮小でき、後流 81 に火炎が接近した場合においても、燃焼用空気 104 がせん断流れとして作用し、後流 81 における火炎が形成されることを防止できる。

【0054】

なお、本実施例における空気孔テーパ 90 は、燃料ノズル 22 が空気孔 21 に挿入される挿入量 L_n に対し、 $L < L_n$ となる位置に設置されることが好ましい。つまり、本実施例における空気孔テーパ 90 は、空気孔 21 の入口部から距離 L を離して設置され、空気孔 21 に挿入されている燃料ノズル 22 の先端部（挿入量 L_n ）より上流側に設置される。

【実施例 3】

10

【0055】

図 6 は、本発明の第三の実施例における空気孔の断面図であり、空気孔プレート 20 の拡大図である。

【0056】

図 6 に示す実施例は、図 5 に示す実施例と比較して、燃料ノズル 22 の先端部において、燃料ノズル内壁 92 と燃料ノズル外壁 93 との両方に燃料ノズルテーパ 91 が設置される点が、異なる。

【0057】

つまり、燃料ノズル 22 の先端部の燃料ノズル内壁 92 に外周方向に向かう燃料ノズルテーパ 91 を有し、更に、燃料ノズル 22 の先端部の燃料ノズル外壁 93 に内周方向に向かう燃料ノズルテーパ 91 を有する。なお、好ましくは、燃料ノズルテーパ 91 の先端部は鋭角形状を有する。

20

【0058】

燃料ノズル 22 の先端部において、燃料ノズル外壁 93 にも、燃料ノズルテーパ 91 を設置することにより、実施例 2 と同様の作用効果に加え、燃料ノズル 22 の外径を縮小することができ、空気孔 21 の内壁と燃料ノズル外壁 93 とで形成される環状流路の流路面積を拡大することができ、燃焼用空気 104 の流量を増加させることができる。

【0059】

また、燃料ノズル外壁 93 の先端部が空気孔中心軸 40 へ向く形状（内側へのテーパ形状）となるため、空気孔テーパ 90 により燃料ノズル 22 へ向かう燃焼用空気 104 の流れを、直接、後流 81 へ案内することができる。

30

【0060】

なお、参考例として、燃料ノズル外壁 93 のみに燃料ノズルテーパ 91 を設置した場合（図示なし）においても、燃料 100 の流速を減少させることなく、燃料ノズル 22 へ向かう燃焼用空気 104 の流れを、直接、後流 81 へ案内することができる。

【実施例 4】

【0061】

図 7 は、本発明の第四の実施例における燃焼器バーナの正面図であり、空気孔プレート 20 を燃焼室 5 側からみた正面図である。

【0062】

40

本実施例に記載する燃焼器 3 は、より大きな発電出力とより多様な運用形態に対応するため、3 列の空気孔 21 と燃料ノズル 22（図示なし）とから成る燃焼器バーナ（以下、バーナと称する）8 を、中央に 1 つ、その周囲に 6 つ配置する。

【0063】

本実施例に記載する燃焼器は、中央に設置したバーナ 8 の中心部に起動用燃料ノズル 24 を有し、中央に設置されたバーナ 8 が中央バーナ 32 であり、その周囲に配置されたバーナ 8 が外周バーナ 33 である。

【0064】

すなわち、本実施例に記載する燃焼器は、燃焼器 3 の中心に位置する 1 個の中央バーナ 32 と中央バーナ 32 の外側に位置する 6 個の外周バーナ 33 とを備える。各空気孔 21

50

の中心軸は各列のピッチ円周方向に傾斜し、空気孔 2 1 を通過した流れは空気孔 2 1 の下流で螺旋状に旋回し、旋回流が形成される。

【0065】

中央バーナ 3 2 および外周バーナ 3 3 は、3 つの燃料系統に接続されており、それぞれ独立に燃料流量が制御できるようになっている。本実施例では、外周バーナ 3 3 の個数が 6 個であるが、中央バーナ 3 2 に対して同心円状に外周バーナ 3 3 が設置されることが好ましく、その個数は 3 個以上であることが好ましい。燃料系統をバーナ 8 ごとに分割することにより、ガスタービンプラントの運転状態に応じて、バーナ 8 ごとの燃料配分を制御できる。

【0066】

本実施例に記載する燃焼器 3 は、中央バーナ 3 2 と外周バーナ 3 3 とを有する。

【0067】

中央バーナ 3 2 は、中央に一つ配置され、同心円状に複数列（本実施例では、3 列。中央には起動用燃焼ノズル 2 4。）および複数個（本実施例では、1 列目、中央には起動用燃焼ノズル 2 4、2 列目 8 個、3 列目 1 2 個）配置された空気孔を有する空気孔プレートと、空気孔と同軸に複数列（本実施例では、3 列。中央には起動用燃焼ノズル 2 4。）および複数個（本実施例では、1 列目、中央には起動用燃焼ノズル 2 4、2 列目 8 個、3 列目 1 2 個）配置された燃料ノズルを有する。

【0068】

外周バーナ 3 3 は、中央バーナ 3 2 の周囲に同心円状に複数（本実施例では 6 つ）配置され、同心円状に複数列（本実施例では、3 列）および複数個（本実施例では、1 列目 4 個、2 列目 8 個、3 列目 1 2 個）配置された空気孔を有する空気孔プレートと、空気孔と同軸に複数列（本実施例では、3 列）および複数個（本実施例では、1 列目 4 個、2 列目 8 個、3 列目 1 2 個）配置された燃料ノズルを有する。

【0069】

図 8 は、本発明の第四の実施例における燃焼器バーナの断面図であり、燃焼器の軸方向断面図である。

【0070】

本実施例では、複数個の空気孔プレート 2 0 を配置して、1 つの空気孔プレート 2 0 を構成している。

【0071】

中央バーナ 3 2 には、中央バーナ燃料系統 2 0 3 とガスタービン起動用燃料系統 2 0 6 とが接続されており、主に、ガスタービンの起動運転に使用されると共に、負荷運転の際には燃焼器の全体の燃焼安定性を確保するため運用される。なお、本実施例では、ガスタービン起動用燃料系統 2 0 6 に供給する燃料は軽油や重油をはじめとする液体燃料である。

【0072】

一方、外周バーナ 3 3 には、外周バーナ内周燃料系統 2 0 4 と外周バーナ外周燃料系統 2 0 5 とが接続されている。外周バーナ 3 3 の 1 列目（内側）同心円上に配置された同軸噴流群は、火炎の起点を形成するので、特に、燃焼安定性に関係する。そこで、本実施例のように、外周バーナ 3 2 の 1 列目（内周）に供給する燃料流量を独立に制御することにより、火炎の起点を強固にし、より広い負荷範囲に対して安定な燃焼を維持することができる。

【0073】

本実施例では、1 つの中央バーナ 3 2 と 6 つの外周バーナ 3 3 とを備える空気孔プレート 2 0 に設置された空気孔 2 1 および燃料ノズル 2 2 を有し、中央バーナ 3 2 と外周バーナ 3 3 とでは、それぞれ実施例 1 と同様の作用効果が得られる。

【0074】

なお、本実施例では、中央バーナ 3 2 と外周バーナ 3 3 との全ての空気孔 2 1 と燃料ノズル 2 2 とに、実施例 1 を適用したが、空気孔 2 1 と燃料ノズル 2 2 との 1 組以上に実施

10

20

30

40

50

例 1 を適用すれば、その適用箇所について、空気孔 2 1 の出口部に形成される火炎 8 3 の接近や空気孔 2 1 の内部への火炎 8 3 の侵入を防止することができる。

【0075】

また、本実施例では空気孔 2 1 および燃料ノズル 2 2 に実施例 1 の構造を適用しているが、実施例 2、実施例 3 の構造を適用した場合においても各々の実施例の作用効果が期待できる。

【0076】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するためのものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

【符号の説明】

【0077】

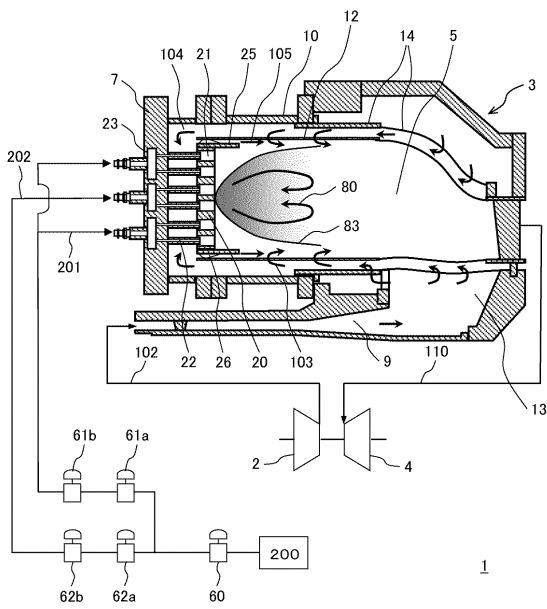
1・・・ガスタービンプラント、2・・・圧縮機、3・・・ガスタービン燃焼器、4・・・ガスタービン、5・・・燃焼室、7・・・エンドカバー、8・・・燃焼器バーナ、9・・・ディフューザ、10・・・外筒、12・・・ライナ、13・・・車室、14・・・フロースリーブ、20・・・空気孔プレート、21・・・空気孔、22・・・燃料ノズル、23・・・燃料ヘッダー、24・・・起動用燃料ノズル、25・・・プレートリップ、26・・・スプリングシール、32・・・中央バーナ、33・・・外周バーナ、40・・・空気孔中心軸、51・・・1列目空気孔、52・・・2列目空気孔、53・・・3列目空気孔、60・・・燃料遮断弁、61a、62a・・・燃料圧力調整弁、61b、62b・・・燃料流量調整弁、80・・・循環流、81・・・後流、82・・・低流速領域、83・・・火炎、90・・・空気孔テーパ、91・・・燃料ノズルテーパ、92・・・燃料ノズル内壁、93・・・燃料ノズル外壁、100・・・燃料、102・・・圧縮空気、103・・・冷却空気、104・・・燃焼用空気、105・・・リップ冷却空気、110・・・燃焼ガス、200、201、202・・・燃料供給系統、203・・・中央バーナ燃料系統、204・・・外周バーナ内周燃料系統、205・・・外周バーナ外周燃料系統、206・・・ガスタービン起動用燃料系統

10

20

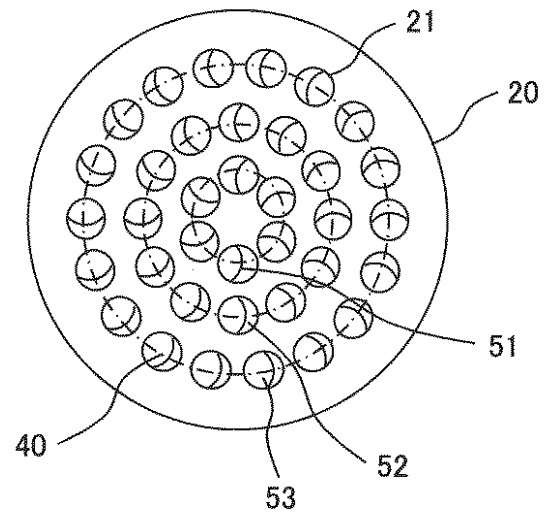
【図 1】

図 1



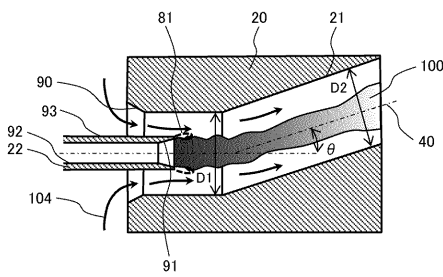
【図 2】

図 2



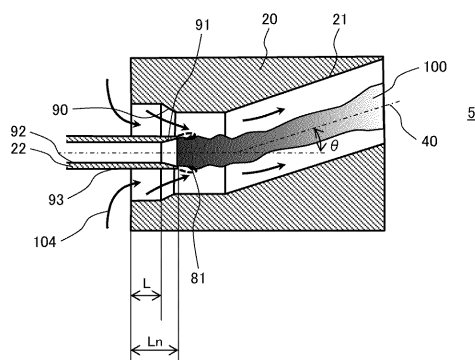
【図 3】

図 3



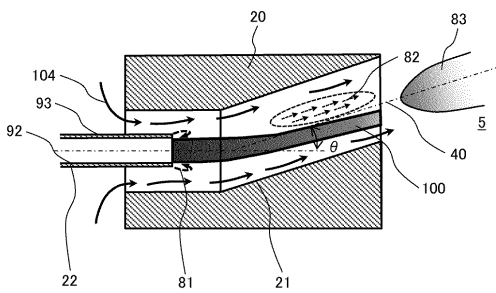
【図 5】

図 5



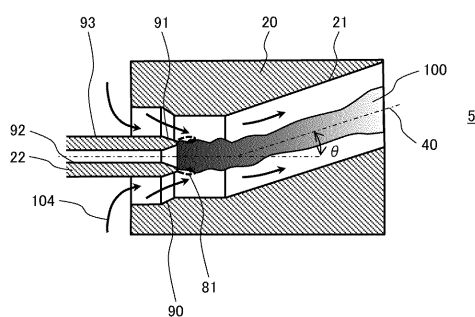
【図 4】

図 4

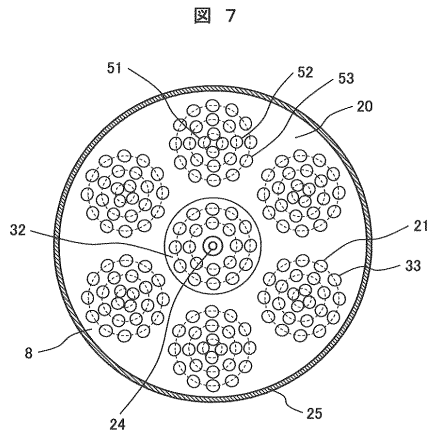


【図 6】

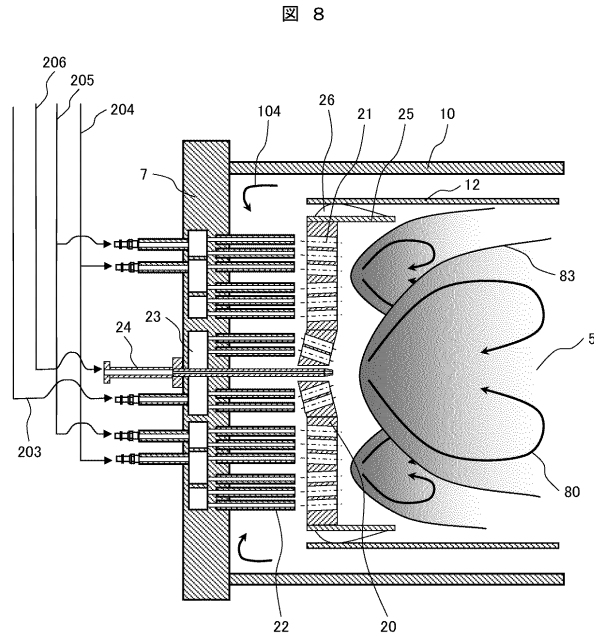
図 6



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 浅井 智広
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 荻宿 充博
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 萩田 達哉
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 松原 慶典
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内