

(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2016-169936

(P2016-169936A)

(43) 公開日 平成28年9月23日(2016.9.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 3 R 3/42 (2006.01)	F 2 3 R 3/42	A
F 2 3 R 3/06 (2006.01)	F 2 3 R 3/06	
F 2 3 R 3/12 (2006.01)	F 2 3 R 3/12	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-9327 (P2016-9327)	(71) 出願人	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタディ、リバーロード、1 番
(22) 出願日	平成28年1月21日 (2016.1.21)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	14/608, 342	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成27年1月29日 (2015.1.29)	(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100113974 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水分必要量を低減してNO_xを制御するためのライナへの新規な空気流入方法

(57) 【要約】

【課題】 拡散火炎燃焼器における水消費量を低減したライナ空気流入法を提供する。

【解決手段】 燃焼器のライナにおける空気流入機構を変更して、混合孔を取り除き、ライナ冷却を低減し、混合空気の代わりに燃焼器ライナへの希釈空気を流入させることにより、従来の燃焼を「リッチ〜クエンチ〜リーン」に変更させた改善された燃焼器が開示される。代替の実施形態において、希釈空気は、空気がノズルスワールと反対方向のスワール流れとしてライナに入ってくるように配列される複数のパイプの助けを借りて燃焼器ライナに流入し、これにより燃焼ガスと空気の大きな混合及び結果として得られるクエンチ効果すなわちクエンチ空気による燃焼ガスの急冷をもたらすようにする。従って、燃焼ガスをクエンチするための冷却水の必要量が大幅に低減され、これによりタービン効率化及びタービンエミッション低減を助ける。

【選択図】 図 1

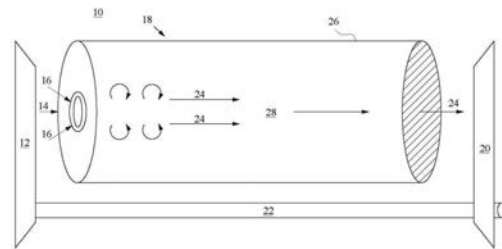


FIG. 1
(従来技術)

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ガスタービン（10）を駆動するため圧縮機（12）と共に作動する燃焼器（50）であって、

上流側燃料入口端部（54）及び下流側タービン入口端部（56）を有する外側燃焼器壁（52）と、

前記外側燃焼器壁の上流側燃料入口端部に近接して配置された複数の混合孔（60）と、

4つよりも多い複数の希釈孔（62）と、

を備え、

前記希釈孔が、前記複数の混合孔に近接して配置された1つの列で配列されて、前記燃焼器の燃焼ゾーンに空気を流入させて該燃焼ゾーンにおいて燃焼ガスと前記流入した空気とを混合させ、これにより前記燃焼ゾーンにおける NO_x 及び一酸化炭素（ CO ）の生成を低減するようにする、燃焼器（50）。

【請求項 2】

前記複数の混合孔が、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる複数の列で配列され、前記希釈孔の列が、前記外側燃焼器壁の周囲に延びるように配列される、請求項1に記載の燃焼器（50）。

【請求項 3】

前記複数の混合孔が、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる第1、第2、及び第3の列ではなく、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる第1及び第2の列で配列されて、前記複数の希釈孔が、前記上流側燃料入口端部から前記外側燃焼器壁の周囲に延びる第3の列で配列できるようにする、請求項1に記載の燃焼器（50）。

【請求項 4】

前記複数の混合孔が、16個の混合孔から構成され、前記複数の希釈孔が6個の希釈孔から構成される、請求項3に記載の燃焼器（50）。

【請求項 5】

前記燃焼器が更に、

外側シェル（74）と、

圧縮空気及び燃料を前記燃焼器に吐出するノズル（51）と、

前記外側シェルと前記燃焼器壁との間に配置されて前記外側シェルと前記燃焼器壁との間にキャビティ（70）を形成する流れスリーブ（66）と、

を備え、その結果、前記圧縮機から前記燃焼器に流入する空気が、前記流れスリーブを通じて前記圧縮機空気の第1の部分が入ることにより前記燃焼器内に流入する第1の経路と、前記圧縮機空気の第2の部分が前記キャビティを通じて前記燃焼器に流入する第2の経路とに分割されるようになり、

前記燃焼器が更に、

前記キャビティと前記複数の希釈孔との間に延びて、前記圧縮機空気の第2の部分を前記燃焼ゾーンに流入させて、前記燃焼ゾーンにおける前記燃焼ガスと前記流入した空気との混合を増大させ、これにより前記燃焼ゾーンにおける NO_x 及び一酸化炭素（ CO ）の生成を低減するようにする複数のパイプ（72）を備える、請求項1に記載の燃焼器（50）。

【請求項 6】

前記複数のパイプが、前記キャビティと前記複数の希釈孔との間の角度で延びて、前記複数のパイプを通過する圧縮機空気の第2の部分が前記燃焼器に接線方向で入るようにする、請求項5に記載の燃焼器（50）。

【請求項 7】

前記複数のパイプを通過して接線方向で前記燃焼器に入る前記圧縮機空気により、前記パイプから流入する空気が前記ノズルから前記燃焼器に流入する空気とは反時計方向に流れることに起因して、前記燃焼器における前記燃焼ガスと空気の混合が増大することになる

10

20

30

40

50

、請求項 6 に記載の燃焼器（50）。

【請求項 8】

前記燃焼器が更に、前記燃焼器壁に沿って長手方向に位置付けられたライナルーバ冷却孔の複数の列を含み、前記複数のパイプからの空気が前記燃焼器へ通過する複数の希釈孔の直径が、前記燃焼器の燃焼室への空気流の増大が生じることになる寸法まで増大され、ルーバ冷却空気が通過する前記複数のルーバ冷却孔の直径が、燃焼ゾーンにおける燃焼ガスと前記流入空気との混合の増大を更にもたらずように低減され、これにより前記燃焼ゾーンにおけるNOx及び一酸化炭素(CO)の生成を更に低減するようにする、請求項 5 に記載の燃焼器（50）。

【請求項 9】

前記燃焼室への空気流が10～15%増大し、これにより前記燃焼室における高温ゾーンへの空気の侵入が増大し、前記燃焼器を冷却するためのルーバ冷却孔の複数の列を通過する空気が、空気流の25～35%から10～15%にまで低減される、請求項 8 に記載の燃焼器（50）。

【請求項 10】

ガスタービン（10）を駆動するため圧縮機（12）と共に作動する燃焼器（50）であって、

上流側燃料入口端部（54）及び下流側タービン入口端部（56）を有する外側燃焼器壁（52）と、

前記外側燃焼器壁の上流側燃料入口端部に近接して配置され、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる複数の列で配列される複数の混合孔（60）と、

前記外側燃焼器壁の周囲に延びる少なくとも1つの列で配列され、前記複数の混合孔に近接して配置される複数の希釈孔（62）と、

外側シェル（74）と、

圧縮空気及び燃料を前記燃焼器に吐出するノズル（51）と、

前記外側シェルと前記燃焼器壁との間に配置されて前記外側シェルと前記燃焼器壁との間にキャビティ（70）を形成する流れスリーブ（66）と、

を備え、その結果、前記圧縮機から前記燃焼器に流入する空気が、前記流れスリーブを通じて前記圧縮機空気の第1の部分が入ることにより前記燃焼器内に流入する第1の経路と、前記圧縮機空気の第2の部分が前記キャビティを通じて前記燃焼器に流入する第2の経路とに分割されるようになり、

前記燃焼器が更に、

前記キャビティと前記複数の希釈孔との間に延びて、前記圧縮機空気の第2の部分を前記燃焼ゾーンに流入させて、前記燃焼ゾーンにおける前記燃焼ガスと前記流入した空気との混合を増大させ、これにより前記燃焼ゾーンにおけるNOx及び一酸化炭素(CO)の生成を低減するようにする複数のパイプ（72）を備える、燃焼器（50）。

【請求項 11】

前記複数の混合孔が、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる複数の列で配列され、前記複数の希釈孔が、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる少なくとも1つの列で配列される、請求項 10 に記載の燃焼器（50）。

【請求項 12】

前記複数の混合孔が、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる第1、第2、及び第3の列ではなく、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる第1及び第2の列で配列されて、前記複数の希釈孔が、前記上流側燃料入口端部から前記外側燃焼器壁の周囲に延びる第3の列で配列できるようにする、請求項 10 に記載の燃焼器（50）。

【請求項 13】

前記複数の混合孔が、16個の混合孔から構成され、前記複数の希釈孔が6個の希釈孔から構成される、請求項 12 に記載の燃焼器（50）。

【請求項 14】

前記複数のパイプが、前記キャビティと前記複数の希釈孔との間の角度で延びて、前記

10

20

30

40

50

複数のパイプを通過する圧縮機空気の第 2 の部分が前記燃焼器に接線方向で入るようにする、請求項 10 に記載の燃焼器 (50)。

【請求項 15】

前記複数のパイプを通過して接線方向で前記燃焼器に入る前記圧縮機空気により、空気がノズルスワールとは反対方向でスワール流としてライナに入り、これにより前記燃焼ガスとの空気の大きな混合及びクエンチ作用をもたらして、空気のクエンチにより前記燃焼ガスの急冷を生じるようにする、請求項 14 に記載の燃焼器 (50)。

【請求項 16】

前記燃焼器が更に、前記燃焼器壁に沿って長手方向に位置付けられたライナルーバ冷却孔の複数の列を含み、前記複数のパイプからの空気が前記燃焼器へ通過する複数の希釈孔の直径が、前記燃焼器の燃焼室への空気流の増大が生じることになる寸法まで増大され、ルーバ冷却空気が通過する前記複数のルーバ冷却孔の直径が、燃焼ゾーンにおける燃焼ガスと前記流入空気との混合の増大をもたらす寸法にまで低減され、これにより前記燃焼ゾーンにおける NO_x 及び一酸化炭素 (CO) の生成を更に低減するようにする、請求項 10 に記載の燃焼器 (50)。

10

【請求項 17】

前記燃焼室への空気流が 10 ~ 15 % 増大し、これにより前記燃焼室における高温ゾーンへの空気の侵入が増大し、前記燃焼器を冷却するためのルーバ冷却孔の複数の列を通過する空気が、空気流の 25 ~ 35 % から 10 ~ 15 % にまで低減される、請求項 16 に記載の燃焼器 (50)。

20

【請求項 18】

ガスタービン (10) を駆動するため圧縮機 (12) と共に作動する燃焼器 (50) であって、

上流側燃料入口端部 (54) 及び下流側タービン入口端部 (56) を有し、35 インチ ~ 50 インチの間の長さを有する外側燃焼器壁 (52) と、

前記燃焼器壁に沿って長手方向に位置付けられたライナルーバ冷却孔 (58) の複数の列と、

前記外側燃焼器壁の上流側燃料入口端部に近接して配置された複数の混合孔 (60) と

、前記複数の混合孔に近接して配置された複数の希釈孔と、

30

を備え、

前記複数の混合孔が、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる第 1、第 2、及び第 3 の列ではなく、前記外側燃焼器壁の周囲に延びる第 1 及び第 2 の列で配列されて、前記複数の希釈孔が、前記上流側燃料入口端部から前記外側燃焼器壁の周囲に延びる第 3 の列で配列されて、前記燃焼器壁の燃料入口端部から 5 インチ ~ 40 インチの距離内に配置されるようにし

、前記燃焼器 (50) が更に、

外側シェル (74) と、

圧縮空気及び燃料を前記燃焼器に吐出するノズル (51) と、

前記外側シェルと前記燃焼器壁との間に配置されて前記外側シェルと前記燃焼器壁との間にキャビティ (70) を形成する流れスリーブ (66) と、

40

を備え、その結果、前記圧縮機から前記燃焼器に流入する空気が、前記流れスリーブを通じて前記圧縮機空気の第 1 の部分が入ることにより前記燃焼器内に流入する第 1 の経路と、前記圧縮機空気の第 2 の部分が前記キャビティを通じて前記燃焼器に流入する第 2 の経路とに分割されるようになり、

前記燃焼器が更に、

前記キャビティと前記複数の希釈孔との間にある角度で延びて、前記圧縮機空気の第 2 の部分を前記燃焼ゾーンに接線方向に流入させて、前記燃焼ゾーンにおける前記燃焼ガスと前記流入した空気との混合を増大させるようにする複数のパイプ (72) を備え、

前記パイプの前記燃焼器に入る前記角度が、前記燃焼器の中心から 0 ~ 7 インチのパイプ

50

のオフセットを用いることにより達成され、前記複数のパイプからの空気が前記燃焼器へ通過する前記複数の希釈孔の直径が、前記燃焼器の燃焼室への空気流の増大が生じることになる寸法まで増大され、前記ルーバ冷却空気が通過する前記複数のルーバ冷却孔の直径が、燃焼ゾーンにおける燃焼ガスと前記流入空気との混合の増大を更にもたらず寸法にまで低減され、これにより前記燃焼ゾーンにおける NO_x 及び一酸化炭素(CO)の生成を低減するようにする、燃焼器(50)。

【請求項19】

前記燃焼室への空気流が10～15%増大し、これにより前記燃焼室における高温ゾーンへの空気の侵入が増大し、前記燃焼器を冷却するためのルーバ冷却孔の複数の列を通過する空気が、空気流の25～35%から10～15%にまで低減される、請求項18に記載の燃焼器(50)。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タービンに関し、より詳細には、燃焼器の NO_x エミッション及びこのようなエミッション低減時の水分必要量を削減するためライナに空気を導入する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンは、空気を圧縮する圧縮機を含み、圧縮空気は、燃焼器において燃料と混合され点火されて、燃焼ガスを発生するようになる。燃焼器からの燃焼ガスはタービンに流れ、該タービンは、シャフトを駆動して圧縮機に動力を供給するためのエネルギーを抽出し、多くの場合発電機に動力を供給するための出力を生成する。

20

【0003】

現在、タービン発電プラントからのエミッションを低減する要求が高まったことにより、タービン燃焼器からの NO_x (一酸化窒素 NO (酸化窒素)及び NO_2 (二酸化窒素))、 CO (一酸化炭素)及び他の汚染物質の排出率を低くすることが求められている。

【0004】

従来のタービン燃焼器は、非予混合の拡散火炎を使用しており、この場合、燃料及び空気は別々に燃焼室に自由に流入して燃料と空気の混合が燃焼と同時に生じ、また、 NG (天然ガス)、 LF (液体燃料)又はシingas燃料により結果として得られる火炎温度が、典型的には4000°Fを上回り、そのため、比較的高レベルの NO_x エミッションを生成するようになる。従って、燃焼室の一次ゾーンにおける温度は、水が注入されない場合には極めて高くなる可能性があるが、この温度は燃焼室の長さに沿って低下する。これらの燃焼器においては拡散火炎が使用され、一次燃料ゾーンの温度が極めて高く、水が使用されない場合にシingas/LF燃料で約250ppm及び NG 燃料で約120ppm程度の NO_x が生成されるので、一般的には水が使用されている。

30

【0005】

従来の燃焼器ライナでは、15% O_2 にてppmv(百万分の一、体積乾燥)で測定して燃焼器から出る NO_x の約95%は、燃焼ガスが希釈孔に達するまでに既に形成されている。従来の燃焼器ライナでは、 NO_x 形成速度は、燃焼室の狭窄ゾーンにおいて最も高く、そのため燃焼ガスが希釈孔に達した後では極めて小さくなる。従って、従来の燃焼器ライナにおいて希釈孔により導入される空気は、燃焼ガスの温度及び NO_x 生成の低減には関係がない。

40

【0006】

米国特許第6,192,689号の背景段落で説明されるように、従来の拡散火炎燃焼器においてピーク温度を下げ、これにより NO_x エミッションを低減するために一般的に用いられる方法の1つは、水又は水蒸気を燃焼器に注入することである。しかしながら、水又は水蒸気の注入は、比較的高価な技法であり、一酸化炭素(CO)バーンアウト反応

50

をクエンチング（すなわち、急冷）する望ましくない副次的作用を引き起こす可能性があり、このことは、低レベル汚染物質を達成する能力が制限されることになる。

【0007】

従来の拡散火炎燃焼器は、低メガワット（MW）タービン機械において天然ガス（NG）、合成ガス（シingas）及び液体燃料（LF）を燃焼させるのに有効である。しかしながら、従来の燃焼器は、水又は水蒸気注入の利用に関して極めて旧式のライナ冷却設計を用いており、発電に関する構成部品の寿命、作動性、及びコストの観点からガスタービン発電プラントにおいて望ましいものではない。これらの機械において水消費量を低減する取り組みがこれまで十分にはなされていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第8,616,004号明細書

【特許文献2】米国特許第6,192,689号明細書

【発明の概要】

【0009】

本発明は、従来の燃焼器において水分必要量を低減して、NG/LF又はシingas燃料で作動する際の温度及びNOxエミッションの低減を達成しようとするものである。本発明において、従来の燃焼器の燃焼は、従来の燃焼器のライナにおける空気流入機構を変えることにより、「リッチ～リーン」から、「リッチ～クエンチ～リーン」に変更されている。この変更した空気流入機構においては、希釈孔が取り除かれ、ライナ冷却が削減されて、混合空気が混合孔の第3の列を通過して燃焼器ライナに流入する代わりに、希釈空気が燃焼器ライナに流入する。代替の実施形態において、希釈空気は、このような希釈空気がノズルスワールと反対方向のスワール流れとしてライナに入ってくるように配列される複数のパイプの助けを借りて燃焼器ライナに流入し、これにより燃焼ガスと空気の大きな混合及び結果として得られるクエンチ効果すなわちクエンチ空気による燃焼ガスの急冷をもたらすようにする。従って、燃焼ガスをクエンチするための冷却水の必要量が大幅に低減され、これによりタービン効率化及びタービンエミッション低減を助ける。

【0010】

本発明は、希釈空気を上流側に移動させて、流入空気にスワールをもたらして混合を強化することにより、燃焼器の一次反応ゾーンにおける温度を低下させる。温度の低下により、従来のライナにおいて燃焼ガスが燃焼器の希釈孔に到達するまでに極めて多いNOxの生成が低減されることになる。本発明はまた、従来のライナにおいて通常は極めて大きな冷却水必要量を低減する。

【0011】

本発明では、従来の燃焼器における燃焼は、従来の燃焼器の空気流入機構を変えることにより、「リッチ」～「リーン」から、「リッチ」～「クエンチ」～「リーン」に変更されている。本発明による空気流入機構においては、希釈孔は、燃焼器内の燃焼室の下流側端部に近接した燃焼室の領域からは取り除かれており、ライナ冷却が低減され、空気は、パイプから流入する空気がノズルスワールと反対方向のスワール流れとして燃焼器30に流入するようにして配列される複数のパイプの助けを借りて、混合孔の第3の列にて燃焼器に流入し、従って、大きなcong及びクエンチ効果をもたらすようにする。本発明による修正された燃焼器の好ましい実施形態において、複数のパイプは6つのパイプを含む。

【0012】

図3は、本発明による燃焼器ライナ50の概略斜視図である。燃焼器50は、燃料入口端部54及びタービン入口端部56を有する円筒形燃焼器壁52を含む。

【0013】

本発明の第1の実施形態において、ガスタービンを駆動するため圧縮機と共に作動する燃焼器は、上流側燃料入口端部及び下流側タービン入口端部を有する外側燃焼器壁と、外側燃焼器壁の上流側燃料入口端部に近接して配置された複数の混合孔と、複数の希釈孔と

10

20

30

40

50

、を備え、該希釈孔が、複数の混合孔に近接して配置された1つの列で配列されて、燃焼器の燃焼ゾーンに空気を流入させて該燃焼ゾーンにおいて燃焼ガスと流入した空気とを混合させ、これにより燃焼ゾーンにおけるNO_x及び一酸化炭素(CO)の生成を低減するようにする。

【0014】

本発明の別の実施形態において、ガスタービンを駆動するため圧縮機と共に作動する燃焼器は、上流側燃料入口端部及び下流側タービン入口端部を有する外側燃焼器壁と、外側燃焼器壁の上流側燃料入口端部に近接して配置され、外側燃焼器壁の周囲に延びる複数の列で配列される複数の混合孔と、外側燃焼器壁の周囲に延びる1又はそれ以上の列で配列され、複数の混合孔に近接して配置される複数の希釈孔と、外側シェルと、圧縮空気及び燃料を燃焼器に吐出するノズルと、外側シェルと燃焼器壁との間に配置されて外側シェルと燃焼器壁との間にキャビティを形成する流れスリーブと、を備え、その結果、圧縮機から燃焼器に流入する空気が、流れスリーブを通じて圧縮機空気の第1の部分が入ることにより燃焼器内に流入する第1の経路と、圧縮機空気の第2の部分がキャビティを通じて燃焼器に流入する第2の経路とに分割されるようになり、燃焼器が更に、キャビティと複数の希釈孔との間に延びて、圧縮機空気の第2の部分を燃焼ゾーンに流入させて、燃焼ゾーンにおける燃焼ガスと流入した空気との混合を増大させ、これにより燃焼ゾーンにおけるNO_x及び一酸化炭素(CO)の生成を低減するようにする複数のパイプを備える。

【0015】

本発明の別の実施形態において、ガスタービンを駆動するため圧縮機と共に作動する燃焼器は、上流側燃料入口端部及び下流側タービン入口端部を有し、35インチ～50インチの間の長さを有する外側燃焼器壁と、燃焼器壁に沿って長手方向に位置付けられたライナルーバ冷却孔の複数の列と、外側燃焼器壁の上流側燃料入口端部に近接して配置された複数の混合孔と、複数の混合孔に近接して配置された複数の希釈孔と、を備え、複数の混合孔が、外側燃焼器壁の周囲に延びる第1、第2、及び第3の列ではなく、外側燃焼器壁の周囲に延びる第1及び第2の列で配列されて、複数の希釈孔が、上流側燃料入口端部から外側燃焼器壁の周囲に延びる第3の列で配列されて、燃焼器壁の燃料入口端部から5インチ～40インチの距離内に配置されるようにし、燃焼器が更に、外側シェルと、圧縮空気及び燃料を燃焼器に吐出するノズルと、外側シェルと燃焼器壁との間に配置されて外側シェルと燃焼器壁との間にキャビティを形成する流れスリーブと、を備え、その結果、圧縮機から燃焼器に流入する空気が、流れスリーブを通じて圧縮機空気の第1の部分が入ることにより燃焼器内に流入する第1の経路と、圧縮機空気の第2の部分がキャビティを通じて燃焼器に流入する第2の経路とに分割されるようになり、燃焼器が更に、キャビティと複数の希釈孔との間にある角度で延びて、圧縮機空気の第2の部分を燃焼ゾーンに接線方向に流入させて、燃焼ゾーンにおける燃焼ガスと流入した空気との混合を増大させるようにする複数のパイプを備え、パイプの燃焼器に入る角度が、燃焼器の中心から0～7インチのパイプのオフセットを用いることにより達成され、複数のパイプからの空気が燃焼器へ通過する複数の希釈孔の直径が、燃焼器の燃焼室への空気流の増大が生じることとなる寸法まで増大され、ルーバ冷却空気が通過する複数のルーバ冷却孔の直径が、燃焼ゾーンにおける燃焼ガスと流入空気との混合の増大を更にもたらず寸法にまで低減され、これにより燃焼ゾーンにおけるNO_x及び一酸化炭素(CO)の生成を低減するようにする。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】米国特許第6,192,689号明細書からの図であり、圧縮機及びタービンと流れ連通して連結された低NO_x燃焼器を有する工業用ガスタービンエンジンの一部の概略図。

【図2A】工業用ガスタービンエンジンにおいて使用される従来の燃焼器ライナの側面図。

【図2B】工業用ガスタービンエンジンにおいて使用される従来の燃焼器ライナの概略斜視図。

10

20

30

40

50

【図 3】本発明による燃焼器ライナの概略斜視図。

【図 4 A】図 3 に示す燃焼器ライナを組み込んだ乾式低 NO_x (「DLN」) 燃焼システムの第 1 の実施形態を示す図。

【図 4 B】図 3 に示す燃焼器ライナを組み込んだ乾式低 NO_x (「DLN」) 燃焼システムの第 1 の実施形態を示す図。

【図 4 C】図 3 に示す燃焼器ライナを組み込んだ乾式低 NO_x (「DLN」) 燃焼システムの第 1 の実施形態を示す図。

【図 5 A】図 3 に示す燃焼器ライナを組み込んだ DLN 燃焼システムの第 2 の実施形態を示す図。

【図 5 B】図 3 に示す燃焼器ライナを組み込んだ DLN 燃焼システムの第 2 の実施形態を示す図。

【図 5 C】図 3 に示す燃焼器ライナを組み込んだ DLN 燃焼システムの第 2 の実施形態を示す図。

【図 6 A】図 3 に示す燃焼器ライナを組み込んだ DLN 燃焼システムの第 2 の実施形態を示す図。

【図 6 B】図 3 に示す燃焼器ライナを組み込んだ DLN 燃焼システムの第 2 の実施形態を示す図。

【図 6 C】図 3 に示す燃焼器ライナを組み込んだ DLN 燃焼システムの第 2 の実施形態を示す図。

【図 7】燃焼器の中心からパイプのある範囲のオフセットを用いて、図 5 A ~ 6 C の実施形態においてパイプが燃焼器に入る角度を表した端面図。

【図 8】拡散型燃焼器の一部の部分破断斜視図。

【図 9 A】図 2 A 及び 2 B に示すものと同様の従来型のライナを用いて作動している図 8 の拡散型燃焼器内の温度場の画像。

【図 9 B】図 3 に示したものと同様の本発明によるライナタイプを用いて作動している図 8 の拡散型燃焼器内の温度場の画像。

【図 10 A】図 2 A 及び 2 B に示すものと同様の従来型のライナと、図 3 に示したものと同様の本発明によるタイプのライナとを用いた場合の作動中の図 8 と同様の拡散型燃焼器の内部及び外部に流出するエミッションのグラフ。

【図 10 B】図 2 A 及び 2 B に示すものと同様の従来型のライナと、図 3 に示したものと同様の本発明によるタイプのライナとを用いた場合の作動中の図 8 と同様の拡散型燃焼器の内部と外部の温度のグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0017】

米国特許第 6, 192, 689 号の図 1 は、圧縮機 12 及びタービン 20 と流れ連通して連結された低 NO_x 燃焼器 18 を有する例示的な工業用ガスタービンエンジン 10 の一部の概略図である。工業用ガスタービンエンジン 10 は、図 1 に示すように、空気 14 を圧縮するための圧縮機 12 を含み、該空気 14 は、少なくとも 1 つの燃焼器 18 において燃料 16 と混合されて点火される。タービン 20 は、駆動シャフト 22 により圧縮機 12 に結合され、この駆動シャフト 22 の一部が延びて、例えば、発電機 (図示せず) に動力供給して電力を発生させるようにする。作動時には、圧縮機 12 は、圧縮空気 14 を吐出し、該圧縮空気は、燃料 16 と混合されて点火され、燃焼ガス 24 を生成し、この燃焼ガスからタービン 20 によりエネルギーが抽出されて、シャフト 22 を回転させて圧縮機 12 に動力を供給すると共に、発電機又は他の外部負荷を駆動するための出力を生成する。燃焼器 18 は、円筒形燃焼器壁 26 を含み、これが燃焼室 28 の円筒形燃焼器壁 26 を定める。

【0018】

図 2 A 及び図 2 B はそれぞれ、工業用ガスタービンエンジン 10 において使用される従来の燃焼器ライナ 30 の側面図及び概略斜視図である。燃焼器 30 は、燃料入口端部 34 及びタービン入口端部 36 を有する円筒形燃焼器壁 32 を含む。燃焼器ライナ 30 は、ラ

10

20

30

40

50

イナ 30 に沿って長手方向に位置付けられ且つライナ 30 に沿った異なる位置で異なる直径を有するライナルーバ冷却孔 38 の複数の列を含む。

【0019】

燃焼器ライナ 30 はまた、その周辺部の周りに配置された空気孔の複数のセットを含む。空気孔の第 1 のセット 40 は、混合孔と呼ばれ、燃焼室 28 内の反応ゾーンに所定量の空気を供給する。混合孔 40 は、燃焼器 30 の燃料入口端部 34 に近接して配置され、空気を混合するための入口を提供する。混合孔 40 の数は可変であり、通常は燃焼器 30 の全体のサイズによって決まる。空気孔の第 2 のセット 42 は、燃焼室の下流側に位置付けられ、燃焼ガス 24 を移行部品（図示せず）又はタービン入口（図示せず）に流入する前にクエンチする。

10

【0020】

空気孔の第 2 のセット 42 は、希釈孔と呼ばれ、燃焼器 30 内の燃焼室 28 の下流側端部に近い燃焼器 30 の中央領域に配置される。希釈孔 42 は、燃焼器 30 に入る希釈空気のための入口領域を提供する。希釈空気は、燃焼ガス 24 がタービン入口（図示せず）又は移行部品（図示せず）に流入する前に燃焼ガス 24 の温度を下げるために設けられる。

【0021】

作動時の燃焼器 30 内の温度場は、燃焼器 30 内に水が注入されない場合には、燃焼器 30 の一次ゾーンにおいて温度が極めて高温になるが、燃焼器 30 の長さに沿って温度が低下する点に留意されたい。

【0022】

作動時の燃焼器 30 内の NO_x 形成は、15% での ppmvd の NO_x の 95% は、燃焼ガス 24 が希釈孔 42 に到達するまでに既に形成されているようになる。NO_x 形成速度は、狭窄ゾーンにおいて最も高く、燃焼室 30 の希釈孔 42 の後に形成される NO_x はあまり多くはない。従って、希釈孔の空気は、従来の燃焼器 30 においては温度及び NO_x の低減には関係しない。

20

【0023】

本発明では、従来の燃焼器における燃焼は、従来の燃焼器の空気入口機構を変えることにより、「リッチ」～「リーン」から、「リッチ」～「クエンチ」～「リーン」に変更されている。本発明による空気入口機構においては、希釈孔は、燃焼器内の燃焼室の下流側端部に近接した燃焼室の領域からは取り除かれており、ライナ冷却が低減され、空気は、パイプから流入する空気がノズルスワールと反対方向のスワール流れとして燃焼器 30 に流入するようにして配列される複数のパイプの助けを借りて、混合孔の第 3 の列にて燃焼器に流入し、従って、大きなコング及びクエンチ効果をもたらすようにする。本発明による修正された燃焼器の好ましい実施形態において、複数のパイプは 6 つのパイプを含む。

30

【0024】

図 3 は、本発明による燃焼器ライナ 50 の概略斜視図である。燃焼器 50 は、燃料入口端部 54 及びタービン入口端部 56 を有する円筒形燃焼器壁 52 を含む。燃焼器 50 において、空気流入機構は、希釈空気が燃料入口端部 54 に近接して燃焼器 50 に流入するように変更されている。燃焼器壁 52 はまた、燃焼器 50 に沿って長手方向に位置付けられ且つ燃焼器 50 に沿った異なる位置で異なる直径を有するライナルーバ冷却孔 58 の複数の列を有する。

40

【0025】

図 2 A 及び図 2 B に示された燃焼器と同様に、燃焼器 50 は、その周辺部の周りに配置された空気孔の複数のセットを含む。この場合も同様に、燃焼器 50 は、該燃焼器 50 の燃料入口端部 54 に近接して配置された混合孔 60 のセットを含み、燃焼室 28 内の反応ゾーンに供給されることになる所定量の空気のための入口を供給する。燃焼器 50 はまた、希釈孔 62 のセットを含む。この場合も同様に、混合孔 60 の数及び希釈孔 62 の数は、燃焼器 50 の全体サイズに応じて変化する。

【0026】

米国特許第 6,192,689 号で開示された燃焼器と同様に、燃焼器壁 52 の好まし

50

い実施形態は、約 9 インチ～約 15 インチの範囲の好ましい公称直径 (d) と、約 35 インチ～約 50 インチの範囲の好ましい公称長さ (L) とを有する。加えて、混合孔 60 は、約 0.5 インチ～約 1 インチの範囲の好ましい直径を有し、希釈孔 62 は、約 1.25 インチ～約 4.0 インチの範囲の好ましい直径を有する。

【0027】

図 4A～図 4C は、図 3 に示す燃焼器ライナ 50 を組み込んだ乾式低 NOx (「DLN」) 燃焼システムの第 1 の実施形態を示す。

【0028】

図 4A～図 4C に示す好ましい実施形態において、混合孔 60 は、好ましくは 2 つの列で配列され、円筒形燃焼器壁 52 の周囲の周りに延び且つ円筒形燃焼器壁 52 の燃料入口端部 54 に近接している。希釈孔 52 は、通常は従来の燃焼器に存在するおとになる混合孔の第 3 の列の代わりとなる単一の列で配列される。希釈孔 52 の列は、好ましくは、円筒形燃焼器壁 52 の周囲の周りに延び、また円筒形燃焼器壁 52 における混合孔 60 の 2 つの列に近接し、希釈空気が燃焼器 50 の燃料入口端部 54 に近接して燃焼器 50 内に流入するようにする。請求項に記載の燃焼器 50 の好ましい実施形態において、希釈孔 62 は、燃焼器壁 52 の燃料入口端部 54 から 5 インチ～40 インチの範囲内に配置される。好ましくは、従来の燃焼器における 24 個の混合孔 60 のうちの 8 つ、すなわち、混合孔の第 3 の列における孔が取り除かれ、希釈孔 62 の数は、従来の燃焼器において通常は 4 個から 6 個に増え、燃焼室 28 内で反応ゾーンに供給されることになる空気を混合するためのジェット侵徹を維持する。圧縮機 12 からのフレーム中間空気 64 は、燃焼器 50 を収容するシェル 74 内で流れスリーブ 66 を通って流入することにより、燃焼器 50 内に継続して流入する。

10

20

【0029】

図 5A～図 5C は、図 3 に示す燃焼器 50 を組み込んだ DLN 燃焼システムの第 2 の実施形態を示す。図 5A～図 5C に示す実施形態において、図 4A～図 4C の実施形態において示された修正ライナが維持されている。しかしながら、図 5A～図 5C に示す実施形態は、燃焼室 28 内で燃焼ガスと空気の遙かに大きな混合のための修正キャビティ機構を含む。従って、図 4A～図 4C の実施形態と同様に、希釈孔 52 は、この場合も燃焼器へ壁 62 において混合孔 50 の第 3 の列に移動され、混合孔 50 の第 3 の列にて希釈空気が燃焼器 50 に流入するようにされ、このため第 3 の列の混合孔 50 が取り除かれる。修正キャビティ機構において、フレーム中間空気 64 は、2 つの経路、すなわち、フレーム中間空気 64 の一部が流れスリーブ 66 を通って入ることにより引き続き燃焼器 50 に流入する 1 つの経路と、フレーム中間空気 64 の別の部分 68 が流れスリーブ 66 と外側シェル 74 との間のキャビティ 70 を通って流れる別の経路に分割される。パイプ 72 を通って接線方向で燃焼器 50 に流入する空気 68 は、燃焼器の一次ゾーンにおける燃焼ガス 24 と混合する空気の増大をもたらす。好ましい実施形態においてパイプ 72 が燃焼器 50 に入る角度は、図 7 に示すように、燃焼器 50 の中心からパイプの 0～7 インチのオフセット範囲を用いて得られる。パイプ 72 から流れる空気は、ノズル 51 から流れる空気と反時計方向に流れるので、混合が改善されることになる。

30

40

【0030】

図 6A～6C は、図 3 に示す燃焼器 50 を組み込んだ DLN 燃焼システムの第 3 の実施形態を示す。図 6A～6C に示す実施形態において、図 4A～図 4C の実施形態で示されるような希釈孔が再配置された修正ライナが再度使用される。加えて、この場合も同様に、図 5A～5C で示した実施形態における空気と燃焼ガスとの遙かに大きな混合のための修正キャビティ機構が使用される。しかしながら、10～15%の空気流の増大が加えられ、燃焼室 28 における高温ゾーンへの空気の侵入が増大する。これは、パイプ 72 からの空気が燃焼器 50 を通過する希釈孔 62 のサイズ/直径を増大させることにより達成される。また、燃焼器ライナ 50 においてルーバ冷却孔 58 の複数の列を通過するルーバ冷却空気は、冷却孔 58 のサイズ/直径を低減することによって、フレーム中間空気 64 の 25～35% から、10～15% まで半減する。25～35% ルーバ冷却は旧式の設計で

50

あり、ここではライナ温度が800°F～1000°Fに達する可能性がある点に留意されたい。

【0031】

より大きな希釈孔を使用する1つの代替の機構は、混合孔とより大きな希釈孔が図3A～図3Cの実施形態における希釈孔62の列のように燃焼器ライナ52の燃料入口端部54からある距離に配置される単一の列で配列されるものであり、図8が、拡散型燃焼器80の一部の部分破断斜視図である点に留意されたい。燃焼器は、入口ノズル81と、円筒形燃焼器壁を備えた燃焼器ライナ82と、フレーム中間空気が燃焼器80に流入するのに通過する流れスリーブ84とを含む。

【0032】

図9Aは、作動時の図8の拡散型燃焼器80内の温度場の画像であり、ライナ82は図2A及び2Bに示すものと同様の従来型のライナである。図9Bは、作動中の図8の拡散型燃焼器80内の温度場の画像であり、ライナ82は図3に示すものと同様のタイプである。図3に示したものと同様のライナタイプを用いた場合の図9Bで分かるように、燃焼器80内の温度は、図2A及び2Bに示すものと同様の従来型のライナを用いた図9Aに示す温度よりも低くなっている。図9A及び9Bから、燃焼室28内の高温反応ゾーンは、燃焼器の出口プロファイルがあまり変化していないにもかかわらず、希釈孔62が円筒形燃焼器壁52の燃料入口端部54に近接して移動した後では有意に低減されていることが分かる。

【0033】

図10Aは、図2A及び2Bに示すものと同様の従来型のライナと、図3に示したものと同様の本発明によるタイプのライナとを用いた場合の、作動中の図8と同様の拡散型燃焼器80内部及び外部に流出するエミッションのグラフである。図10Bは、図2A及び2Bに示すものと同様の従来型のライナと、図3に示したものと同様の本発明によるタイプのライナとを用いた場合の作動中の図8と同様の拡散型燃焼器80の内部と外部の温度のグラフである。

【0034】

図9A及び図9B並びに図10Bのグラフから、燃焼室28内の高温反応ゾーンは、希釈孔62が円筒形燃焼器壁52の燃料入口端部54に近接して移動した後では有意に低減され、そのため、燃焼器の出口プロファイルがあまり変化していないにもかかわらず、図8の拡散型燃焼器80が図3に示したものと同様のタイプのライナ82で作動していたことが分かる。また、図10Aのグラフから、図8の燃焼器80は、図3に示したものと同様のタイプのライナ82で作動したときに、燃焼器80の出口にてNOxエミッションを約65%及びCOエミッションを約50%低減していることが分かる。

【0035】

現時点で最も実用的且つ好ましい実施形態であると考えられるものに関して本発明を説明してきたが、本発明は、開示した実施形態に限定されるものではなく、逆に添付の請求項の技術的思想及び範囲内に含まれる様々な修正形態及び均等な構成を保護するものであることを理解されたい。

【符号の説明】

【0036】

- 10 ガスタービン
- 12 圧縮機
- 50 燃焼器
- 52 外側燃焼器壁
- 54 上流側燃料入口端部
- 56 下流側タービン入口端部
- 60 混合孔
- 62 希釈孔

10

20

30

40

【 図 7 】

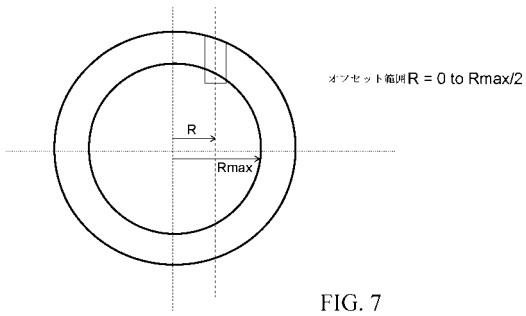


FIG. 7

【 図 1 】



FIG. 1
(従来技術)

【 図 3 】

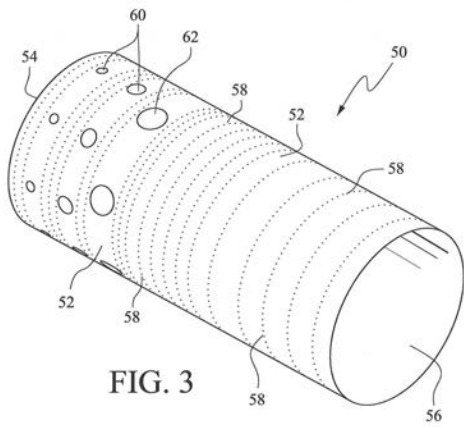


FIG. 3

【 図 2 A 】

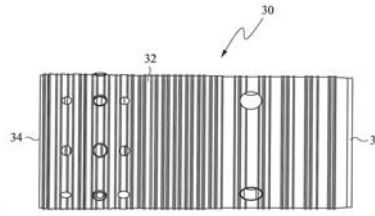


FIG. 2A

【 図 2 B 】

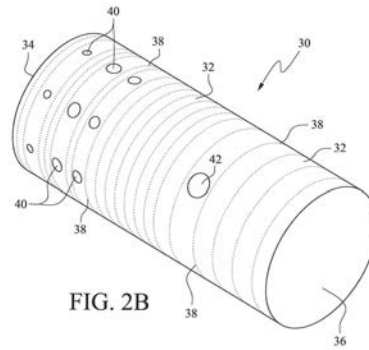


FIG. 2B

【 図 4 A 】

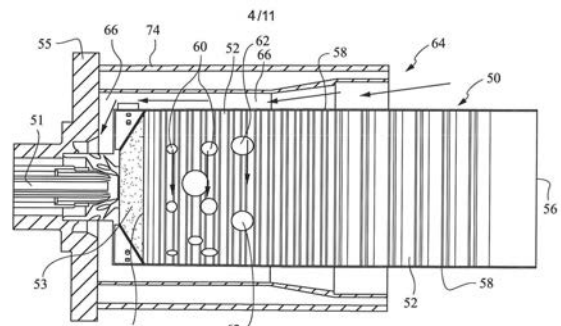


FIG. 4A

【 図 4 B 】

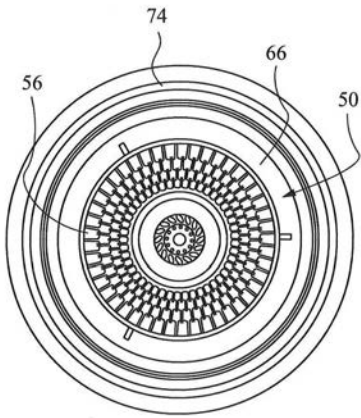


FIG. 4B

【 図 4 C 】

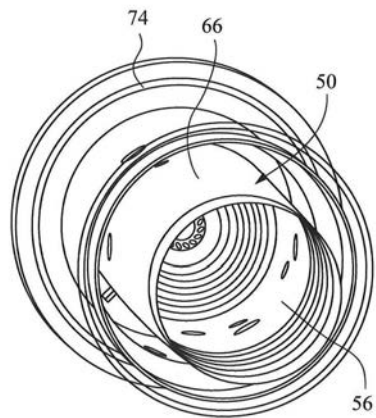


FIG. 4C

【 図 5 A 】

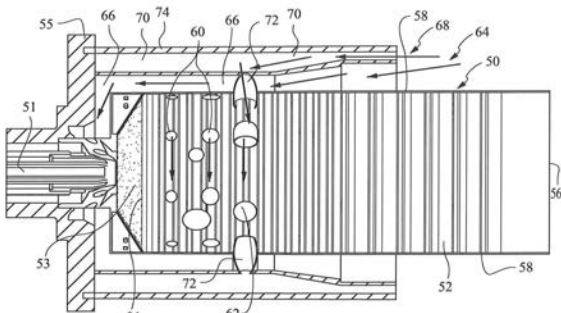


FIG. 5A

【 図 5 B 】

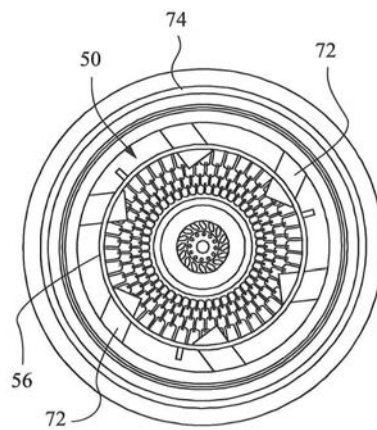


FIG. 5B

【 図 5 C 】

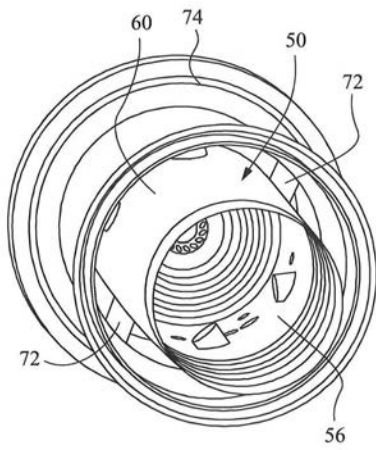


FIG. 5C

【 図 6 A 】

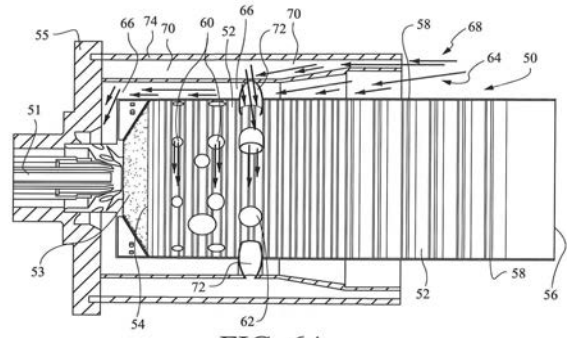


FIG. 6A

【 図 6 B 】

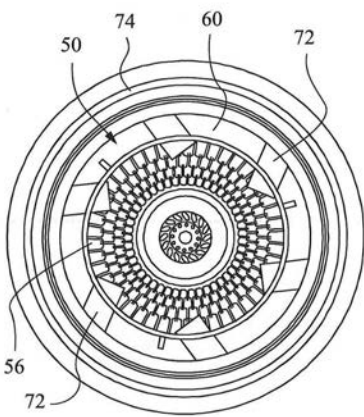


FIG. 6B

【 図 6 C 】

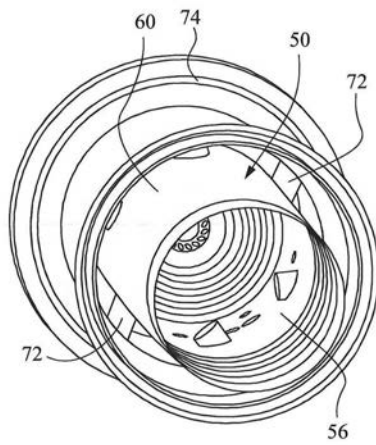


FIG. 6C

【 図 8 】

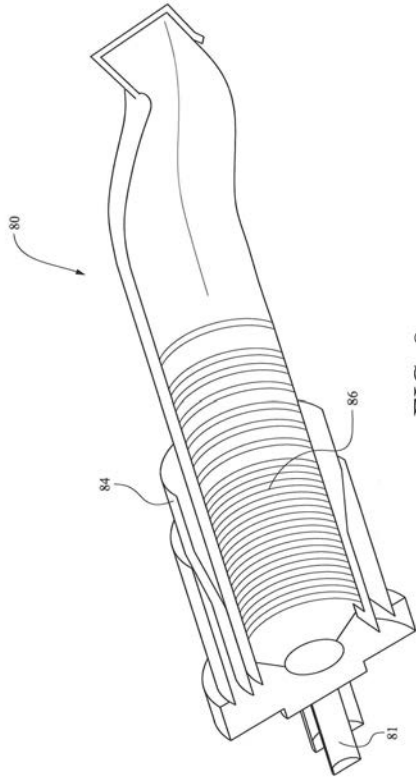


FIG. 8

【 図 9 A 】

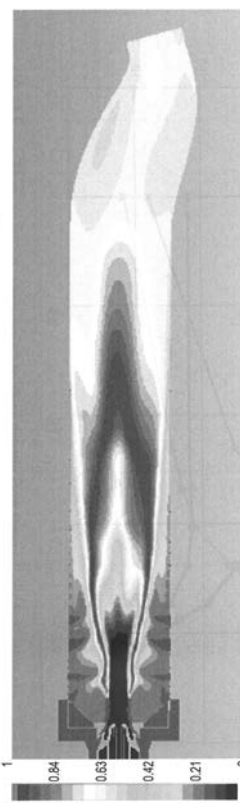


FIG. 9A

【 図 9 B 】

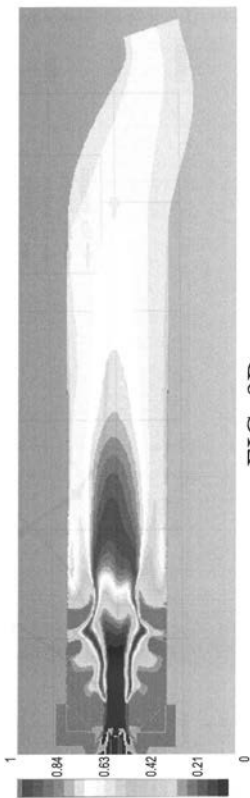


FIG. 9B

【 図 10 A 】

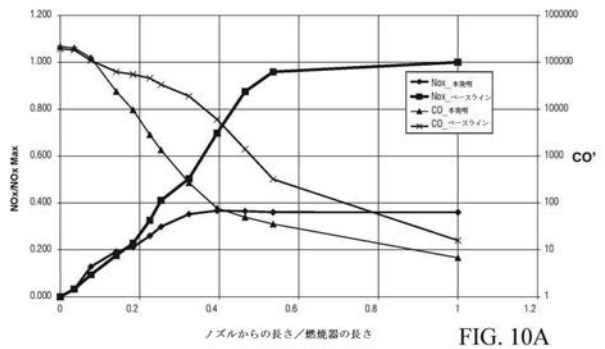


FIG. 10A

【 図 10 B 】

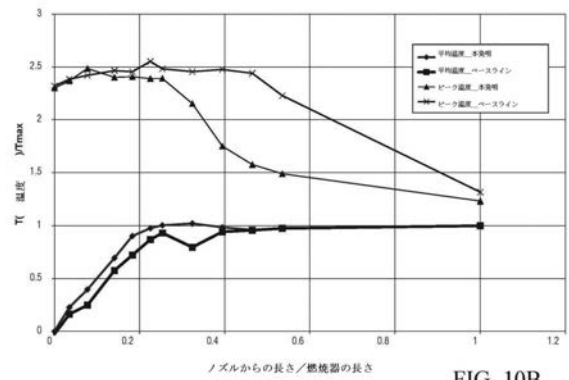


FIG. 10B

フロントページの続き

(72)発明者 アルジャン・シン

インド、カルナタカ・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、イーピーアイ
ピー、ジェイエフダブリューティーシー、ボヤジャー、ファースト・フロア

【外国語明細書】

2016169936000001.pdf