

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4252513号
(P4252513)

(45) 発行日 平成21年4月8日(2009.4.8)

(24) 登録日 平成21年1月30日(2009.1.30)

(51) Int.Cl.		F I	
F 2 3 R	3/00	(2006.01)	F 2 3 R 3/00 Z
F 2 3 R	3/04	(2006.01)	F 2 3 R 3/04
F 2 3 R	3/14	(2006.01)	F 2 3 R 3/14
F O 2 M	27/04	(2006.01)	F O 2 M 27/04 D

請求項の数 14 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-243705 (P2004-243705)	(73) 特許権者	505277691
(22) 出願日	平成16年8月24日 (2004.8.24)		スネクマ
(65) 公開番号	特開2005-77087 (P2005-77087A)		フランス国、75015・パリ、ブルーバール・ドユ・ジエネラル・マルシアル・バラン、2
(43) 公開日	平成17年3月24日 (2005.3.24)	(74) 代理人	100062007
審査請求日	平成17年8月22日 (2005.8.22)		弁理士 川口 義雄
(31) 優先権主張番号	0310379	(74) 代理人	100114188
(32) 優先日	平成15年9月2日 (2003.9.2)		弁理士 小野 誠
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100119253
前置審査			弁理士 金山 賢教
		(74) 代理人	100103920
			弁理士 大崎 勝真
		(74) 代理人	100124855
			弁理士 坪倉 道明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低温プラズマ発生手段を有する空気／燃料噴射システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃焼室(12)内への空気／燃料混合気の流れのための中空筒形構造(41、51、73)と、

中空筒形構造の上流端に配置された燃料噴射手段(38、68、100)と、

燃料噴射手段(38、68、100)の下流に配置された空気噴射手段(28、30、64、66、89、96)と、

を含む、ターボ機械燃焼室(12)内に空気／燃料混合気を噴射するためのシステム(10、50、72)であって、

空気／燃料混合気の流れの中に活性種を生成して、空気／燃料混合気分子のプレフラグメンテーションを起こさせるように空気噴射手段(28、30、64、66、89、96)の下流に配置された低温プラズマ発生手段(42、42')と、

ターボ機械の動作速度に依存して前記低温プラズマ発生手段(42、42')を制御するための手段(48)と、

を更に含んでおり、

前記低温プラズマ発生手段は、AC電流発生器(46)に接続された少なくとも一対の電極(42、42')であり、

前記AC電流発生器(46)が、2から50ナノ秒の持続時間の電気パルスを発することを特徴とする、システム(10、50、72)。

【請求項2】

10

20

燃焼室（１２）内への空気／燃料混合気の流れのための中空筒形構造（４１、５１、７３）と、

中空筒形構造の上流端に配置された燃料噴射手段（３８、６８、１００）と、
燃料噴射手段（３８、６８、１００）の下流に配置された空気噴射手段（２８、３０、
６４、６６、８９、９６）と、

を含む、ターボ機械燃焼室（１２）内に空気／燃料混合気を噴射するためのシステム（
１０、５０、７２）であって、

空気／燃料混合気の流れの中に活性種を生成して、空気／燃料混合気の分子のプレフラ
グメンテーションを起こさせるように空気噴射手段（２８、３０、６４、６６、８９、
９６）の下流に配置された低温プラズマ発生手段（４２、４２'）と、

ターボ機械の動作速度に依存して前記低温プラズマ発生手段（４２、４２'）を制御す
るための手段（４８）と、

を更に含んでおり、

前記低温プラズマ発生手段は、ＡＣ電流発生器（４６）に接続されたソレノイド巻き線
であり、

前記ＡＣ電流発生器（４６）は２から５０ナノ秒の持続時間の電気パルスを発することを
特徴とする、システム（１０、５０、７２）。

【請求項３】

中空筒形構造（４１）の上流端に配置され、燃料がほぼ軸方向に中空筒形構造（４１）
内に噴射されることを可能にする燃料噴射器（３８）と、燃料噴射器（３８）の下流に配
置され、空気がほぼ半径方向に前記中空筒形構造（４１）内に噴射されることを可能にする
内側エア・スワラ（２８）と、内側エア・スワラ（２８）の下流に配置され、空気が
ほぼ半径方向に前記中空筒形構造（４１）内に噴射されることを可能にする外側エア・
スワラ（３０）と、上流端が内側エア・スワラ（２８）と外側エア・スワラ（３０
）との間に配置されたベンチュリ（２６）と、外側エア・スワラ（３０）の下流に配置
されたボウル（２２）と、を含むことを特徴とする、請求項１または２に記載のシステム
（１０）。

【請求項４】

前記低温プラズマ発生手段（４２、４２'）はベンチュリ（２６）の下流端の周りに配
置されることを特徴とする、請求項３に記載のシステム（１０）。

【請求項５】

前記低温プラズマ発生手段（４２、４２'）は、ボウル（２２）の上流端の周りに配置
されることを特徴とする、請求項３に記載のシステム（１０）。

【請求項６】

中空筒形構造（４１）の上流端に配置され、燃料がほぼ軸方向に中空筒形構造（４１）
内に噴射されることを可能にする燃料噴射器（３８）と、燃料噴射器（３８）の下流に配
置され、空気がほぼ半径方向に前記中空筒形構造（４１）内に噴射されることを可能にする
内側エア・スワラ（２８）と、内側エア・スワラ（２８）の下流に配置され、空気が
ほぼ半径方向に前記中空筒形構造（４１）内に噴射されることを可能にする外側エア・
スワラ（３０）と、上流端が内側エア・スワラ（２８）と外側エア・スワラ（３０
）との間に配置されたベンチュリ（２６）と、外側エア・スワラ（３０）の下流に配置
されたボウル（２２）と、を含み、

前記低温プラズマ発生手段（４２、４２'）はベンチュリ（２６）の下流端の周り
とボウル（２２）の上流端の周りとに配置されることを特徴とする、請求項１に記載のシステ
ム（１０）。

【請求項７】

中空筒形構造（５１）の上流端に配置され、燃料がほぼ軸方向に中空筒形構造（５１）
内に噴射されることを可能にする燃料噴射器（６８）と、燃料噴射器（６８）の下流に配
置され、空気がほぼ半径方向に前記中空筒形構造（５１）内に噴射されることを可能にする
内側エア・スワラ（６４）と、内側エア・スワラ（６４）の下流に配置され、空気

10

20

30

40

50

がほぼ半径方向に前記中空筒形構造（５１）内に噴射されることを可能にする外側エア・スワラ（６６）と、外側エア・スワラ（６６）の下流に配置された第１のベンチュリ（５８）と、内側エア・スワラ（６４）と外側エア・スワラ（６６）との間に配置された第２のベンチュリ（６２）と、第２のベンチュリ（６２）の下流に配置された前混合ボウル（５６）と、を含むことを特徴とする、請求項 １ または ２ に記載のシステム（５０）。

【請求項 ８】

前記低温プラズマ発生手段（４２、４２'）は前混合ボウル（５６）の下流端の周りに配置されることを特徴とする、請求項 ７ に記載のシステム（５０）。

【請求項 ９】

第１の筒形部分（８４）と第２の筒形部分（９０）との間に環状通路（９２）を画定するように、第２の筒形部分（９０）を取り囲む第１の筒形部分（８４）を含む燃料噴射器（８２）と、

環状保持リング（８０）と前記燃料噴射器（８２）との間に環状通路（８８）を画定するように、燃料噴射器（８２）の前記第１の筒形部分（８４）を取り囲む環状保持リング（８０）と、

前記環状保持リング（８０）の下流延長部に配置されたボウル（７８）と、

前記保持リング（８０）と前記燃料噴射器（８２）との間の環状通路（８８）内に現れ、空気が燃料噴射器（８２）の前記第１の筒形部分（８４）の下流に噴射されることを可能にする、空気供給オリフィス（８９）と、

燃料噴射器（８２）の前記第２の筒形部分（９０）の上流端に現れる空気供給チャンネル（９６）と、

前記第１の筒形部分（８４）と第２の筒形部分（９０）との間の環状通路（９２）に現れ、燃料が第１の筒形部分（８４）と第２の筒形部分（９０）との間に噴射されることを可能にする燃料供給チャンネル（１００）と、

を含むことを特徴とする、請求項 １ または ２ に記載のシステム（７２）。

【請求項 １０】

前記低温プラズマ発生手段（４２、４２'）は、燃料噴射器（８２）の前記第２の筒形部分（９０）の下流端の周りに配置されることを特徴とする、請求項 ９ に記載のシステム（７２）。

【請求項 １１】

前記低温プラズマ発生手段（４２、４２'）は、燃料噴射器（８２）の前記第１の筒形部分（８４）の下流端の周りに配置されることを特徴とする、請求項 ９ に記載のシステム（７２）。

【請求項 １２】

第１の筒形部分（８４）と第２の筒形部分（９０）との間に環状通路（９２）を画定するように、第２の筒形部分（９０）を取り囲む第１の筒形部分（８４）を含む燃料噴射器（８２）と、

環状保持リング（８０）と前記燃料噴射器（８２）との間に環状通路（８８）を画定するように、燃料噴射器（８２）の前記第１の筒形部分（８４）を取り囲む環状保持リング（８０）と、

前記環状保持リング（８０）の下流延長部に配置されたボウル（７８）と、

前記保持リング（８０）と前記燃料噴射器（８２）との間の環状通路（８８）内に現れ、空気が燃料噴射器（８２）の前記第１の筒形部分（８４）の下流に噴射されることを可能にする、空気供給オリフィス（８９）と、

燃料噴射器（８２）の前記第２の筒形部分（９０）の上流端に現れる空気供給チャンネル（９６）と、

前記第１の筒形部分（８４）と第２の筒形部分（９０）との間の環状通路（９２）に現れ、燃料が第１の筒形部分（８４）と第２の筒形部分（９０）との間に噴射されることを可能にする燃料供給チャンネル（１００）と、

10

20

30

40

50

を含み、

前記低温プラズマ発生手段(42、42')は、燃料噴射器(82)の前記第1の筒形部分(84)の下流端の周り、環状保持リング(80)の下流端の周り、に配置されることを特徴とする、請求項1に記載のシステム(72)。

【請求項13】

前記一対の電極のそれぞれの電極(42、42')は、一方が他方に関して半径方向に整列配置されることを特徴とする、請求項1に記載のシステム(10、50、72)。

【請求項14】

前記一対の電極のそれぞれの電極(42、42')は、一方が他方に関して半径方向にずれていることを特徴とする、請求項1に記載のシステム(10、50、72)。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ターボ機械燃焼室内に空気/燃料混合気を噴射するシステムの一般的分野に関する。本発明は、より詳細には、燃焼室内へのその噴射時に空気/燃料混合気の反応度を制御できる低温プラズマ発生器を備えた噴射システムに関する。

【背景技術】

【0002】

ターボ機械燃焼室を設計して最適化する従来の工程の主な目的は、汚染物質(酸化窒素、一酸化炭素、不燃炭化水素など)を最小にしながら、ターボ機械が搭載された航空機の考えられる使命にしたがって、燃焼室の動作性能特性(燃焼効率、安定範囲、点火・再点火範囲、燃焼領域の寿命など)を調和させることである。これを行うために、特に燃焼室内に空気/燃料混合気を噴射するシステムの性質および性能特性と、燃焼室内の希釈空気の分布と、燃焼室内の空気/燃料混合気の動特性とを、変化させることができる。

20

【0003】

ターボ機械の燃焼室は典型的には、数個のシステム、すなわち内筒の中に空気/燃料混合気を噴射するシステムと、冷却システムと、希釈システムとから構成される。燃焼は主として、炎が噴射システムから来る空気流によって誘起される空気/燃料混合気循環ゾーンによって安定化される、内筒の第1の部分(一次ゾーン)内で起こる。混合筒のこの一次ゾーンでは種々の物理現象、すなわち燃料の噴射、微小液滴への霧化と、小液滴の蒸発と、燃料蒸気の空気との混合、および燃料が空気中の酸素によって酸化される化学的酸化反応とが発生する。混合筒の第2の部分(希釈ゾーン)では、発生する化学的活性はより弱く、流れは希釈孔によって希釈される。

30

【0004】

汚染物質の放出、特に酸化窒素の放出(NO_x 型の)を減らすために、温度が約1800K以上である内筒のゾーンを除去する試みが知られている。こうするためには、燃焼炎が濃い、または薄い空気/燃料混合気の中にあることが必要である。例えば、化学反応が起こっている内筒の、このゾーンの空気/燃料混合気は、燃焼に与えられる空気の流量を増加させることによって薄めることができる。この場合、このことは、燃焼ゾーンに位置する火炎を供給する前に、燃料を蒸発させて、益々多く燃料を空気と混合させるのを助ける。したがって燃焼炎はその濃厚さが減少する。

40

【0005】

しかしながら空気の流量を増加させるだけでは、燃焼領域内の化学量的混合のゾーンを完全に除去するために十分ではない。一般に、燃焼をより薄めることは結果的に、エンジンのアイドル・フェーズがもはや得られないように、消滅に対する燃焼領域の脆弱性を増加させることになる。

【0006】

この問題を解決するために、エンジン設計者は、二つの形、すなわち「二段式」燃焼室および「マルチポイント」噴射システムと呼ばれる二つの形をとり得る、「段階的燃焼」と呼ばれる考えを発展させてきた。

50

【0007】

二段式燃焼室は、燃料噴射器が「パイロット」ヘッドと呼ばれるものの周り、「テークオフ」ヘッドと呼ばれるものの周り、分散配置される燃焼室である。パイロット・ヘッドは、永続的に動作し、こうして燃焼領域が消されるのを防止しているが、テークオフ・ヘッドは、NO_x型の放出を減らすように設計されている。またこの解決法は満足に見えるが、二段式燃焼室は未だ制御が困難であり、従来の単一ヘッドの燃焼室と比較して燃料噴射器の数が二倍になることのせいで、高価である。

【0008】

空気/燃料混合気を噴射するための「マルチポイント」噴射システムは、空気と燃料の噴射が数個の独立したダクトを介して行われ、ターボ機械の動作速度にしたがって規制されるシステムである。このようなマルチポイント噴射システムの主な欠点は、種々の燃料回路と調整システムの複雑さにある。

10

【0009】

米国特許第6,453,660号明細書は、高温プラズマ発生器を備えたマルチポイント噴射システムを教示している。この文献では、主要燃料噴射器の端部に高温プラズマ発生器を搭載するように、装備がなされる。燃料の流れに高エネルギー放出が起こり、それによって燃料分子がイオン化されて、部分的に解離されることを可能にしている。しかしながら、このような噴射システムは、完全に満足なものではない。第一に、マルチポイント構造は、制御が複雑で困難なままである。第二に、高エネルギー放出は、主要燃料流にだけ発生し、これは燃焼領域の消滅の危機と闘う際に、このような噴射システムの有効性を制限する。

20

【特許文献1】米国特許第6,453,660号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

したがって本発明の主要な目的は、なお単純な構造を維持して汚染物質の放出を制限しながら、燃焼領域のフラームアウトに対する抵抗力を増加させることを可能にする燃焼室に、空気/燃料混合気を噴射するためのシステムを提供することによって、このような欠点を軽減することである。

【課題を解決するための手段】

30

【0011】

この目的のために、ターボ機械燃焼室内への空気/燃料混合気の流れのための中空筒形構造と、中空筒形構造の上流端に配置された燃料噴射手段と、燃料噴射手段の下流に配置された空気噴射手段と、を含む、ターボ機械燃焼室内に空気/燃料混合気を噴射するためのシステムであって、空気/燃料混合気の流れの中に活性種(active species)を生成して、空気/燃料混合気分子のプレフラグメンテーションを起こさせるように、空気噴射手段の下流に配置された低温プラズマ発生手段と、ターボ機械の動作速度に依存して低温プラズマ発生手段を制御するための手段と、を更に含むことを特徴とするシステムが提供される。

【0012】

40

この低温プラズマ発生器は、化学反応の特性時間がターボ機械の動作速度にしたがって適応することを可能にしている。化学反応の特性時間は、空気/燃料混合気の流れの中への活性種(ラジカル種と励起種)の生成と噴射とによって、また空気と燃料分子のプレフラグメンテーションによって制御される。

【0013】

このようにして、なお汚染物質放出の制限を可能にしながら、燃焼領域の消滅に対する抵抗力を増加させることと、特にターボ機械の低い動作速度における燃焼の安定性を保証することが可能になる。

【0014】

この低温プラズマ発生手段は、空気機械式噴射システムと空力式噴射システムの両者に

50

適している。

【0015】

低温プラズマ発生手段は、制御手段によって制御されるAC電流発生器に接続された、少なくとも一対の電極を含むことができる。

【0016】

代替として、またこれらが設置される方法に依存して、これらの低温プラズマ発生手段は、制御手段によって制御されるAC電流発生器に接続されたソレノイド巻き線を含むことができる。

【0017】

こうして本発明は、これらの噴射システムの実質的な修正という結果を招かずに、既知の空気/燃料混合気噴射システムに容易に適応できる。

10

【0018】

低温プラズマ発生手段は、同一の燃焼室の複数の噴射システムのうちのひとつだけと、あるいはすべてと接続でき、それによって既存の燃焼室の動作の向上を可能にしている。

【0019】

本発明による噴射システムはまた、燃焼効率がターボ機械の動作点で増加するような方法で燃焼が安定化される、ターボ機械のこれらの動作点で動作することができる。例えばもしわれわれが風車状態時の高所での再点火点を考えれば、燃焼領域のポリウムはターボ機械が加速することを可能にする燃焼効率を保証するために十分でなくてはならない。これらの条件下で本発明は、燃焼領域のポリウムが減らされることを可能にし、したがってターボ機械の質量が減らされることを可能にする。

20

【0020】

更に燃焼室消火限度を押し戻すことによって、本発明は二段式燃焼室の場合の、更にまたマルチポイント噴射システムに基づく燃焼室の場合の、パイロット・ヘッド燃料回路を不要にすることを可能にする。

【0021】

最後に本発明は、噴射システムにこの機能を組み込むことによって、燃焼室点火システムの単純化を可能にしている。点火は実際に、適切な頻度で適切なエネルギーを供給される、低温プラズマ発生手段によって達成される。こうして、従来の点火プラグ点火装置を不要にでき、それに関連する諸問題(本体と点火プラグ先端の冷却、燃焼領域の冷却時の振動、点火プラグの寿命など)を避けることが可能である。

30

【0022】

本発明の他の特徴と利点は、如何なる限定的性質も持たない本発明の実施形態を図解する添付の図面を参照しながら、下記に与えられる説明によって明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

図1は、本発明の一実施形態による噴射システムを縦断面で示す。この実施形態では噴射システムは、空気機械式である。

【0024】

長手方向軸X-Xの噴射システム10は本質的に、ターボ機械の燃焼室12の燃焼領域に向かう空気/燃料混合気の流れのための、筒形構造で構成される。この空気/燃料混合気は、燃焼室12内で燃焼させられることを意図している。

40

【0025】

燃焼室12は例えば、環状タイプである。これはターボ機械の軸に関して半径方向に離れて間隔をあけて配置された、二つの環状壁(図1には図示せず)によって境界を定められており、チャンバ後部壁14によって上流に接続される。チャンバ後部壁14は、ターボ機械の軸の周りの円に沿って一定の間隔をあけて配置された、複数のポート16を有している。本発明による噴射システム10は、これらのポート16の各々に嵌め込まれる。空気/燃料混合気の燃焼から生じるガスは、燃焼室の出口に配置された高圧タービン(図示せず)に供給されるために、燃焼室12の下流端に向かって流れる。

50

【 0 0 2 6 】

環状デフレクタ 1 8 は、ブシュ 2 0 を用いてポート 1 6 に嵌め込まれる。このデフレクタは、チャンバ後部壁 1 4 と平行になるように嵌め込まれ、燃焼炎の放射に対する熱遮蔽として機能する。

【 0 0 2 7 】

ボウル 2 2 は、ブシュ 2 0 内に嵌め込まれる。このボウル 2 2 は、噴射システム 1 0 の長手方向軸 X - X と同軸的に配置された、ほぼ円筒形の壁 2 2 b の延長部に沿って、下流端に向かって朝顔形に開いた壁 2 2 a を有している。そのフレア角によってこのボウル 2 2 は、空気 / 燃料混合気が燃焼領域の一次ゾーンに分散されることを可能にしている。更に、ボウルの朝顔形に開いた壁 2 2 a は、燃焼領域に空気を導入するための複数の孔 2 4 を有している。これらの孔 2 4 は、ボウルの外側で長手方向軸 X - X を中心に、空気 / 燃料混合気の流れを再び中心に向かわせることを可能にする。

10

【 0 0 2 8 】

ボウル 2 2 は、チャンバ後部壁 1 4 と平行に広がる環状カラー 2 5 を有している。デフレクタ 1 8 の場合のように、このカラー 2 5 は、燃焼炎の放射とボウル 2 2 との間の熱遮蔽を形成する。カラーは、ボウルの朝顔形に開いた壁 2 2 a を通過してオリフィス 2 5 a を流れる空気の衝突によって冷却される。

【 0 0 2 9 】

ボウル 2 2 の円筒形の壁 2 2 b は、中細形状の内部プロファイルを有するベンチュリ 2 6 を取り囲んでいる。ベンチュリ 2 6 は、内側スワラ 2 8 と外側スワラ 3 0 から放出する空気流の範囲を定めることを可能にする。ベンチュリ 2 6 はその上流端で、外側スワラ 3 0 から内側スワラ 2 8 を分離する放射状フランジ 2 6 a を有している。

20

【 0 0 3 0 】

内側スワラ 2 8 は放射状タイプである。これは、ベンチュリ 2 6 の上流に配置され、ベンチュリ内に内側放射状空気流を放出する。外側スワラ 3 0 もまた、放射状タイプである。これは、ボウル 2 2 の円筒形の壁 2 2 b の上流に配置され、ベンチュリ 2 6 とボウル 2 2 の円筒形壁 2 2 b との間に、外側放射状空気流を放出する。内側スワラ 2 8 および外側スワラ 3 0 は、空気 / 燃料混合気の流れを回転させ、それによって燃料の霧化と空気との混合とを促進するように、乱れとせん断とを増加させる。

【 0 0 3 1 】

上流では内側スワラ 2 8 は、噴射システムの長手方向軸 X - X に面する側に開いた、環状溝 3 4 を有する保持片 3 2 に固定される。この環状溝 3 4 には支持リング 3 6 が嵌め込まれる。この支持リング 3 6 は、燃料噴射器 3 8 の下流端が、噴射システムの長手方向軸 X - X に中心合わせされるように固定されることを可能にする。支持リング 3 6 は、噴射システム 1 0 の種々の要素が受ける熱応力が発生させ得る、如何なる緩みも取ることを可能にするように、環状溝 3 4 内で半径方向に動くことができる。

30

【 0 0 3 2 】

支持リング 3 6 は、燃料噴射器 3 8 と接しているその部分において、噴射システムの長手方向軸 X - X を中心とした円に沿って一定の間隔を置いて配置された、複数のオリフィス 4 0 によって貫通されている。これらのオリフィス 4 0 は、燃料ノズル 3 8 を換気し、燃料ノズルの下流端におけるコークスの形成を防止するパージとして機能する。

40

【 0 0 3 3 】

このようにして支持リング 3 6 と、内側スワラ 2 8 および外側スワラ 3 0 と、ベンチュリ 3 6 とボウル 2 2 は、空気 / 燃料混合気の流れる噴射システム 1 0 の中空筒形構造 4 1 を形成する。

【 0 0 3 4 】

上流側で燃料噴射器 3 8 は、噴射器アーム (図示せず) に固定される。燃料は噴射器アームを流れた後に、部分的にベンチュリ 2 6 に当たる燃料コーンの形をした噴射器 3 8 によって噴霧される。いったん噴霧されると燃料は、内側スワラ 2 8 および外側スワラ 3 0 と、ボウル 2 2 の孔 2 4 とから来る空気と混合される。

50

【 0 0 3 5 】

燃料は、ボウル 2 2 を出ると、液体流の速度と気体流の速度との差の結果から来る、空気の力学的剪断効果によって微小液滴の形で噴霧される。このようにして形成された空気 / 燃料混合気はそれから、燃焼室 1 2 に導入され、そこで燃焼する。

【 0 0 3 6 】

本発明によれば、この噴射システム 1 0 は更に、空気 / 燃料混合気の流れの中に活性種を生成し、空気 / 燃料混合気の子のプレフラグメンテーションを発生させるように、低温プラズマ発生手段を含む。ターボ機械の動作速度にしたがってこれらの低温プラズマ発生手段を制御するために、制御手段も設けられる。

【 0 0 3 7 】

図 1 に図示される噴射システムの実施形態では、これらの低温プラズマ発生手段は、ベンチュリ 2 6 の下流端の周りか (配置 A)、ボウル 2 2 の上流端の周りか (配置 B)、ベンチュリ 2 6 の下流端の周りとボウル 2 2 の上流端の周り (配置 C) のいずれかに配置できる。

【 0 0 3 8 】

図 2 A は、ベンチュリ 2 6 の下流端の周りの低温プラズマ発生手段の配置 A を図示している。この図は、ベンチュリの円形下流端を正面図で模式的に示している。

【 0 0 3 9 】

この構成では、低温プラズマ発生手段は、ベンチュリ 2 6 の下流端の周囲に配置される少なくとも一対の電極 4 2 によって構成される。これらの電極 4 2 は、電気配線 4 4 を介して A C 電流発生器に接続される。この電流発生器は、後述する制御システム 4 8 によって制御される。

【 0 0 4 0 】

図 2 A において、電極 4 2 は、ベンチュリ 2 6 の同一直径に沿って配置され、すなわち、これらの電極は互いに半径方向に整列配置される。しかしながら、点線で示すように、ベンチュリ 2 6 の異なる半径上に配置されて、互いに半径方向にずれている一対の電極 4 2 ' が存在してもよい。

【 0 0 4 1 】

適用の性質と要件とによって、多数対の電極が存在することもある。これらの電極は、ベンチュリの周囲に環状に、例えば均一に分散される。更に、数対の電極の場合、これらの対は、A C 電流発生器 4 6 によって同時に、または順次に電流供給される。

【 0 0 4 2 】

また、ベンチュリの下流端に配置の場合は、低温プラズマ発生手段も A C 電流発生器に接続されたソレノイド巻き線の形に形成できる。この変形体 (図示せず) ではベンチュリの外面は、ソレノイド巻き線を有している。

【 0 0 4 3 】

ボウル 2 2 の上流端の周りの低温プラズマ発生手段の配置 (配置 B) は、上述の配置 A に対応しており、したがって繰り返さない。

【 0 0 4 4 】

図 2 B は、ベンチュリ 2 6 の下流端の周りとボウル 2 2 の上流端の周りの、低温プラズマ発生手段の配置 C を示す。この図では、ベンチュリ 2 6 とボウル 2 2 の各々は、ほぼ円形の横断面を有しており、互いに同心円的に配置される。

【 0 0 4 5 】

この構成では、低温プラズマ発生手段は、一方の電極がベンチュリ 2 6 の下流端の円周上に配置され、他方の電極がボウル 2 2 の上流端の円周上に配置された、少なくとも一対の電極 4 2 によって構成される。これらの電極 4 2 はまた、制御システム 4 8 によって制御される A C 電流発生器 4 6 に、電気配線 4 4 を介して接続される。

【 0 0 4 6 】

図 2 B において、電極 4 2 は、ベンチュリ 2 6 の下流端とボウル 2 2 の上流端とによって画定されるリングの同一半径上に配置され、すなわち、これらの電極は互いに半径方向

10

20

30

40

50

に整列配置される。しかしながら、点線で示すように、このリングの異なる半径上に配置されて、互いに関して半径方向にずれている一对の電極42'が存在することもある。

【0047】

前述の構成の場合のように、アプリケーションの性質と要件とによって、多数対の電極が存在することもある。この場合、これらの対の電極の配置は、ベンチュリの円周とボウルの円周とに沿って変化し得る。これらの対の電極はまた、同時にまたは順次に電力供給され得る。

【0048】

図2A、2Bを参照しながら上記に説明した二つの構成では、これら複数対の電極（またはソレノイド巻き線）は、制御システム48に接続されたAC電流発生器46を用いて、これら電極間を（またはソレノイド巻き線の内部に沿って）流れる空気/燃料混合気内で放電を発生させることを可能にする。

10

【0049】

空気/燃料混合気がこの放電の中を通過すると、空気と燃料分子はイオン化されて部分的に解離させられる。燃料分子は、部分的に C_xH_y （ C_2H_2 、 CH_4 など）型のラジカル種に解離する。同様に空気中の酸素は、解離させられてイオン化される（ O^+ など）。この燃料分子と空気の分子のプレフラグメンテーションは更に、燃焼中にこれらの分子のフラグメンテーションを容易にする。

【0050】

AC電流発生器46のパラメータ（電気パルスの持続時間、電圧、繰返し速度など）は、生成するのが望ましい活性種（ラジカル種と励起種）に関して、空気分子および燃料分子のプレフラグメンテーションの所望程度に関して、また意図した機能（点火、高所での再点火、安定範囲の拡大、燃焼領域の能動的制御など）に関して、ターボ機械の動作速度にしたがって制御システム48によって制御される。

20

【0051】

しかしながら、AC電流発生器46は、「低温」プラズマの発生を可能にする特徴を有する。「高温」プラズマと比較して低温プラズマは、「ストリーマー」型の放電によって、すなわちイオン化前線の伝播によって特徴付けられる。低温プラズマはまた、放電時に放射される電子の温度が、この放電内を流れる空気/燃料混合気の温度と比較して極めて高い、熱力学的不均衡によって特徴付けられる。この特徴は、高温プラズマよりも低いエネルギー消費で空気/燃料混合気の流れの中に、活性ラジカル種が生成されることを可能にするという主な利点を有する。

30

【0052】

低温プラズマの発生を可能にするこのようなAC電流発生器46は、2から50ナノ秒、好適には2から30ナノ秒の持続時間を有する電気パルスを発する。比較すると、高温プラズマを発生させる電流発生器は、典型的には約100ミリ秒の持続時間を有する電気パルスを発する。

【0053】

更に、燃焼領域を制御するための活性制御機能が必要となるときには、制御システム48は、燃焼領域内でリアルタイムに収集される情報を使用することができる。

40

【0054】

例えば、燃焼室内に配置された不安定度検出器に、制御システム48を接続するための装備が行われ得る。このような不安定度検出器は、燃焼室内の圧力（または他の何らかのパラメータ）を測定し、これをリアルタイムに制御システムに送信する。他の例では、燃焼炎を検出するための光学式検出器に制御システムを接続することも可能である。こうして、このような光学式検出器は、フレームアウトの場合にリアルタイムに制御システムに通知することを可能にする。

【0055】

さて本発明の他の実施形態における噴射システムは、図3を参照しながら説明される。この実施形態では、この噴射システムも空気機械式である。よって、この噴射システムと

50

図 1 に図示された噴射システムとの間に存在する差異だけが詳細に説明される。特に、図 1 の噴射システムと比較してこの噴射システムは、L P P 式 (Lean Premixed Prevaporized: 薄い前混合・前気化式) である。

【 0 0 5 6 】

前述した実施形態の場合のように、長手方向軸 Y - Y の噴射システム 5 0 は本質的に、ターボ機械の燃焼室 1 2 の燃焼領域内への空気 / 燃料混合気の流れのための、中空筒形構造 5 1 で構成される。

【 0 0 5 7 】

環状デフレクタ 5 2 は、ブシュ 5 4 を用いて、チャンバ後部壁 1 4 に作られたポート 1 6 内に嵌め込まれる。気化・前混合筒を形成するボウル 5 6 は、ブシュ 5 4 内に嵌め込まれる。このボウル 5 6 は、噴射システムの長手方向軸 Y - Y と同軸的に配置された、ほぼ円筒形の上流壁 5 6 c の延長部にそれ自身形成された、先細り中間壁 5 6 b の延長部に形成された末広形下流壁 5 6 a を有している。

【 0 0 5 8 】

前述の実施形態で説明した機能に加えて、このボウル 5 6 は、NO_x 型の放射物を低減する化学量的燃焼条件が燃焼領域に確立されることを防止するように、燃焼領域に同質で希薄な空気 / 燃料混合気を供給することを可能にする。

【 0 0 5 9 】

ボウル 5 6 は、第 1 のベンチュリ 5 8 を取り囲んでいる。この第 1 のベンチュリ 5 8 は、その上流端でボウル 5 6 の円筒形壁 5 6 c を貫通して形成された、孔 6 0 を通って流れる空気をガイドする機能を有している。この空気は、ボウル 5 6 の内面に沿って流れることによってボウル 5 6 を冷却することを意図している。

【 0 0 6 0 】

第 1 のベンチュリ 5 8 は、中細形状の内部プロファイルを有する第 2 のベンチュリ 6 2 を取り囲んでいる。第 2 のベンチュリ 6 2 は、内側放射状スワラ 6 4 と外側放射状スワラ 6 6 とから放出する空気流の境界を画定する。内側スワラ 6 4 は、第 2 のベンチュリ 6 2 内に半径方向の空気流を放出し、外側スワラ 6 6 は、第 1 のベンチュリ 5 8 と第 2 のベンチュリ 6 2 との間に半径方向の空気流を放出する。

【 0 0 6 1 】

噴射システムの長手方向軸 Y - Y に中心を合わせた燃料噴射器 6 8 は、内側スワラ 6 4 の上流に配置される。この燃料噴射器は、支持リング 7 0 を用いて噴射システムに固定される。

【 0 0 6 2 】

このようにして、支持リング 7 0 と、内側スワラ 6 4 および外側スワラ 6 6 と、ベンチュリ 5 8、6 2 とボウル 5 6 は、空気 / 燃料混合気の流れる噴射システム 5 0 の中空筒形構造 5 1 を形成する。

【 0 0 6 3 】

この実施形態では、空気 / 燃料混合気の流れに活性種が生成されることを可能にし、空気 / 燃料混合気分子がプレフラグメントされることを可能にする低温プラズマ発生手段は、ボウル 5 6 の下流端の周りに配置される (図 3 の配置 D)。

【 0 0 6 4 】

ボウル 5 6 の下流端の周りの低温プラズマ発生手段の配置 D は、図 2 A に示された配置に対応する。前述のように、低温プラズマ発生手段は、ボウルの下流端の円周上に配置された少なくとも一対の電極の形か、あるいはソレノイド巻き線の形に形成され得る。

【 0 0 6 5 】

図 2 A を参照して説明された代替の構成もこの実施形態に適用可能であり、これらの電極 (またはソレノイド巻き線) は、制御システムによって制御される AC 電流発生器に接続されることは言うまでもない。

【 0 0 6 6 】

この実施形態では低温プラズマ発生手段の配置 D は、一方では、薄い空気 / 燃料混合気

10

20

30

40

50

媒体における消滅限度を押し戻すことによって、燃焼領域の安定範囲を増加させることを、他方では、燃焼領域の燃焼不安定に対する脆弱性を減少させるように、燃焼領域を制御することを可能にする。

【0067】

この燃焼領域制御の場合では、前述のように、AC電流発生器の活性制御システムに接続された不安定検出器、または光学式燃焼炎検出器を設置することが必要である。

【0068】

本発明の更に他の実施形態の噴射システムは、図4を参照しながら説明される。この実施形態では、噴射システムは空気力学的タイプである。

【0069】

前述の実施形態の場合のように、長手方向軸Z-Zの噴射システム72は本質的に、ターボ機械の燃焼室12の燃焼領域内への空気/燃料混合気の流れのための、中空筒形構造73で構成される。

【0070】

デフレクタ74は、プシュ76を用いて、チャンバ後部壁16に作られたポート16内に嵌め込まれる。ボウル78は、プシュ76内に嵌め込まれる。このボウルは、下流端に向かって広がる壁を有している。

【0071】

ボウル78は、その上流端で、噴射システムの長手方向軸Z-Zに中心を合わせた燃料噴射器82を取り囲んで適所に保持する、環状保持リング80によって拡張されている。

【0072】

燃料噴射器82は、噴射システム72の長手方向軸Z-Zと同軸的に配置された第1の筒形部分84を有している。この第1の筒形部分84は、空気/燃料混合気のためにその下流端で開いている、第1の軸方向内側ボリューム86を画定する。

【0073】

第1の筒形部分84の外側と環状保持リング80の内面は、これらの間に第1の環状通路88を画定する。保持リング80を貫通して形成された空気供給オリフィス89は、噴射器82の外側に開口して、この第1の環状通路88に現れている。これらのオリフィス89は、空気がほぼ軸方向に第1の筒形部分84の下流端に噴射されることを可能にする。

【0074】

燃料ノズル82の第1の筒形部分84の内面は、噴射システムの長手方向軸Z-Zと同軸的に配置されている、第2の筒形部分90を取り囲んでいる。この第1の筒形部分84と第2の筒形部分90は、これらの間に第2の筒形通路92を画定する。この第2の筒形部分90は更に、第1の筒形部分84の軸方向内部ボリューム86内に開口する第2の軸方向内部ボリューム94を画定する。

【0075】

燃料噴射器82はまた、噴射器の外側に開口して、第2の筒形部分90の上流端で第2の軸方向内部ボリューム94に現れる、複数の空気供給チャンネル96を含んでいる。このようにして空気供給チャンネル96は、空気がほぼ軸方向に第2の筒形部分90の上流端に噴射されることを可能にする。

【0076】

その上流端において燃料噴射器82は、円筒形凹部の形をした少なくとも一つの燃料吸入口98を有する。この円筒形凹部には、噴射器アーム(図示せず)を介して燃料が供給される。

【0077】

燃料供給チャンネル100は、この円筒形凹部98内に開口しており、第2の環状通路92内に現れている。したがって燃料供給チャンネルは、燃料が第1の筒形部分84と第2の筒形部分90との間に噴射されることを可能にする。

【0078】

10

20

30

40

50

燃料噴射器 8 2 と保持リング 8 0 とボウル 7 8 は、このようにして噴射システム 7 2 の中空筒形構造 7 3 を形成する。

【 0 0 7 9 】

この噴射システムでは、噴射される燃料は、空気せん断効果によって霧化される。実際に、第 2 の環状通路 9 2 に燃料の膜が形成される。第 2 の筒形部分 9 0 を離れると、燃料の膜は、第 1 の筒形部分 8 4 の出口で第 1 の環状通路 8 8 から放出される空気的作用を受ける前に、空気供給チャンネル 9 6 から放出される空気的作用を受ける。

【 0 0 8 0 】

この実施形態では、低温プラズマ発生手段は、三つの異なるゾーンに、すなわち第 2 の筒形部分 9 0 の下流端の周り（配置 E）、第 1 の筒形部分 8 4 の下流端の周り（配置 F）、または環状保持リング 8 0 の下流端の周り（配置 G）に設置できる。

10

【 0 0 8 1 】

第 2 の筒形部分 9 0 の下流端の周りの配置 E と第 1 の筒形部分 8 4 の下流端の周りの配置 F の両者は、図 2 A に示す配置に対応しており、したがって詳述はしない。これらの場合においては、低温プラズマ発生手段は、少なくとも一対の電極の形に、あるいはソレノイド巻き線の形に作ることができる。

【 0 0 8 2 】

環状保持リング 8 0 の下流端の周り（配置 G）と第 1 の筒形部分 8 4 の下流端の周りの配置 G は、図 2 B に示す配置に対応しており、したがってこれも詳述はしない。この場合、低温プラズマ発生手段は、少なくとも一対の電極の形に作ることができる。

20

【 0 0 8 3 】

言うまでもなく、図 2 A、2 B を参照しながら説明された種々の代替の実施形態も、この実施形態の配置 E、F、G に適用され、電極（またはソレノイド巻き線）は、制御システムによって制御される AC 電流発生器に接続される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 4 】

【 図 1 】本発明の一実施形態による噴射システムの縦断面図である。

【 図 2 A 】本発明による噴射システム内に低温プラズマ発生手段を設置する、二通りの方法を示す図である。

30

【 図 2 B 】本発明による噴射システム内に低温プラズマ発生手段を設置する、二通りの方法を示す図である。

【 図 3 】本発明の他の実施形態による噴射システムの縦断面図である。

【 図 4 】本発明の更に他の実施形態による噴射システムの縦断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 5 】

1 0、5 0、7 2 噴射システム

1 2 ターボ機械燃焼室

1 4 チャンバ後部壁

1 6 ポート

40

1 8 環状デフレクタ

2 0、5 4、7 6 プシュ

2 2、5 6、7 8 ボウル

2 2 a 未広形壁

2 2 b 円筒形壁

2 4、6 0 孔

2 5 環状カラー

2 5 a、4 0 オリフィス

2 6 ベンチュリ

2 8、3 0、6 4、6 6、8 9、9 6 空気噴射手段

50

28、64	内側エア・スワラ	
30、66	外側エア・スワラ	
32	保持片	
34	環状溝	
36	支持リング	
38	燃料噴射器	
38、68、100	燃料噴射手段	
41、51、73	中空筒形構造	
42	電極	
42、42'	低温プラズマ発生手段	10
44	電気配線	
46	AC電流発生器	
48	制御手段	
56	前混合ポウル	
56a	末広下流壁	
56b	先細り中間壁	
56c	円筒形上流壁	
58	第1のベンチュリ	
62	第2のベンチュリ	
80	環状保持リング	20
84	第1の筒形部分	
86	第1の軸方向内部ボリューム	
88、92	環状通路	
89	空気供給オリフィス	
90	第2の筒形部分	
96	空気供給チャンネル	
98	燃料吸入口	
100	燃料供給チャンネル	

【 図 1 】

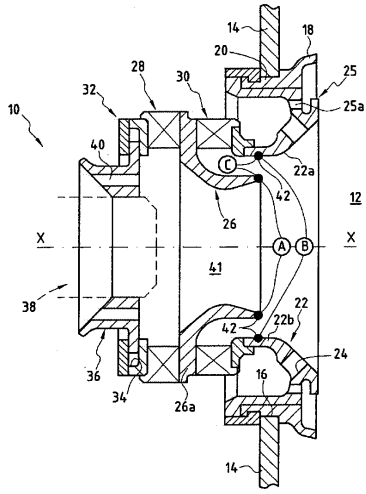


FIG.1

【 図 2 A 】

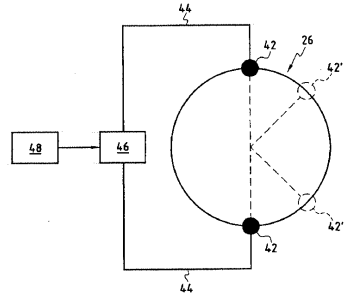


FIG.2A

【 図 2 B 】

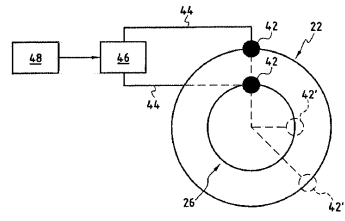


FIG.2B

【 図 3 】

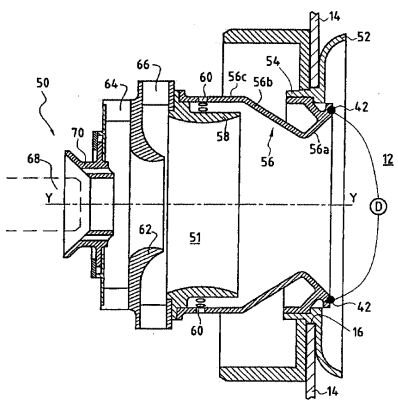


FIG.3

【 図 4 】

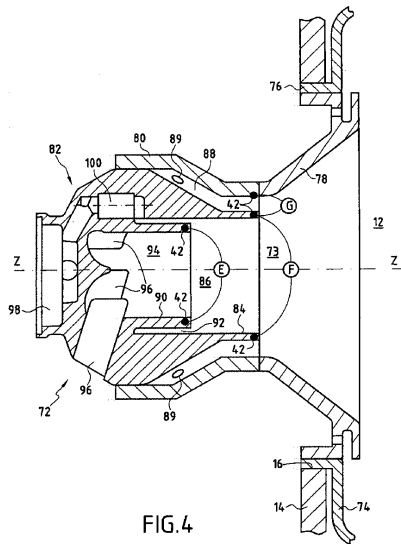


FIG.4

フロントページの続き

- (72)発明者 ミシエル・カザラン
フランス国、77780・ブロン・マルロツト、リュ・デ・マチユラン、30・ビス
- (72)発明者 フレデリック・ブル
フランス国、91800・ブリユノイ、リュ・デ・バレ・23・ビス

審査官 近藤 泰

- (56)参考文献 特開平06-213454(JP,A)
特開昭57-105486(JP,A)
特開2002-340338(JP,A)
特開2003-212502(JP,A)
特表2003-514166(JP,A)
特開平04-227412(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------------|
| F23R | 3/00 - 3/60 |
| F02M | 27/04 |