

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5484943号
(P5484943)

(45) 発行日 平成26年5月7日(2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(51) Int. Cl.	F I
F 2 3 R 3/28 (2006.01)	F 2 3 R 3/28 A
F 2 3 R 3/32 (2006.01)	F 2 3 R 3/28 B
F 2 3 R 3/14 (2006.01)	F 2 3 R 3/32
F O 2 C 7/16 (2006.01)	F 2 3 R 3/14
	F O 2 C 7/16 Z

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-28380 (P2010-28380)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成22年2月12日 (2010. 2. 12)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2010-249496 (P2010-249496A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成22年11月4日 (2010. 11. 4)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成25年1月11日 (2013. 1. 11)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	12/425, 293	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成21年4月16日 (2009. 4. 16)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
早期審査対象出願			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	ウィリアム・デビッド・ヨーク
			アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内部冷却を伴うガスタービン予混合器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中央本体と、
 前記中央本体の周囲に配設された外側管と、
 前記中央本体と前記外側管との間に設けられた空気流路と、
 前記空気流路に配設された羽根であって、
 燃料入口と、
 燃料出口と、
 前記燃料入口を有する下流側空洞と前記燃料出口を有する上流側空洞との間に配置され、羽根の軸方向を仕切る仕切りと、
 を含む羽根と、
 前記中央本体を通して前記燃料入口から前記羽根の中まで延出し、前記仕切りに沿って前記燃料入口から前記燃料出口まで非直線方向に前記羽根を通して延出する燃料流路と、
 を備える燃料ノズルを備え、
 前記上流側空洞は、前記中央本体を通して延出する前記燃料流路からの燃料を前記下流側空洞を通らずに前記上流側空洞の中へ直接搬送するように構成されたバイパス流路を備える、
 システム。

【請求項 2】

前記下流側空洞は、前記中央本体を通して延出する前記燃料流路からの燃料を前記下流

側空洞の中へ直接搬送するように構成された別のバイパス流路を具備する請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記仕切りは、前記仕切りを貫通する直交流路を具備し、前記直交流路は、前記下流側空洞からの燃料を前記上流側空洞の中へ直接搬送するように構成される請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記羽根は前記空気流路の中に渦巻を発生するために湾曲している請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記中央本体は、下流側軸方向に延出する燃料流路と、上流側軸方向に延出する逆流路とを具備し、前記中央本体は前記羽根から軸方向下流側へ離間するように延出する請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記燃料出口は前記羽根の外面に斜めに配置される請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記燃料ノズルを有する燃焼器、前記燃料ノズルを有するタービンエンジン、又はその組み合わせを具備する請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記燃料流路は、前記羽根の全長にほぼ沿って前記燃料入口から前記燃料出口まで上流側方向に延出し、且つ前記上流側方向は、前記空気流路に沿った空気流れの下流側方向とはほぼ逆である請求項 1 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービンエンジンの燃焼器における燃焼のために燃料と空気とを予混合するように構成されたガスタービン予混合器に関する。特に、本発明は、ガスタービン予混合器の冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンは、燃料と空気の混合物を燃焼して高温燃焼ガスを発生する。高温燃焼ガスは1つ以上のタービンを駆動する。特に、高温燃焼ガスはタービン翼を強制回転させ、それにより軸を駆動して、1つ以上の負荷、例えば発電機を回転させる。燃料と空気の可燃性混合物を含む燃焼ゾーンにおいて、炎が発生することは知られている。反応ゾーンにごく近接するには設計されていない表面又はその付近に炎が発生する望ましくない状況が時折起こり、その結果、燃焼の熱による損傷が発生する。燃料/空気予混合器におけるこの現象は、一般に保炎と呼ばれる。例えば、保炎は燃料/空気予混合器又はその付近で起こり、燃焼の熱によって予混合器の障害が急速に起こる。同様に、燃焼ゾーンから上流側へ炎が広がる場合もあり、燃焼の熱によって種々の構成要素が損傷される。この現象は一般に逆火と呼ばれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許第 7, 412, 833 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ガスタービン予混合器の冷却システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

10

20

30

40

50

当初特許請求された発明の範囲に相応する範囲内のある特定の実施形態を以下に要約する。それらの実施形態は、特許請求された発明の範囲を限定することを意図せず、本発明の可能な形態を簡単に要約することのみを意図する。実際、本発明は、以下に記載される実施形態に類似する又はそれらとは異なる多様な形態を包含してもよい。

【0006】

第1の実施形態において、システムは、中央本体と、中央本体の周囲に配設された外側管と、中央本体と外側管との間に設けられた空気流路と、空気流路に配設され、燃料入口、燃料出口及び燃料入口と燃料出口との間に配設された仕切りを具備する羽根と、中央本体を通過して羽根の燃料入口まで延出し、仕切りに沿って燃料入口から燃料出口まで非直線方向に羽根を通過して延出する燃料流路とを具備する燃料ノズルを含む。

10

【0007】

第2の実施形態において、ガスタービン燃料ノズルは、第1の軸方向に燃料を搬送するように構成された第1の流路及び第1の軸方向とは逆の第2の軸方向に燃料を搬送するように構成された第2の流路を有する多方向流路を具備する中央本体と、中央本体の周囲に配設された外側管と、中央本体と外側管との間に設けられた空気流路と、空気流路に配設された羽根であって、第1の軸方向に対して羽根の下流側空洞に設けられた燃料入口、第1の軸方向に対して羽根の上流側空洞に設けられた燃料出口、下流側空洞から上流側空洞まで延出する燃料流路及び燃料流路とは無関係に上流側空洞へ燃料を搬送するように構成されたバイパス流路を具備する羽根とを含む。

20

【0008】

第3の実施形態において、システムは、燃料及び空気を下流側方向に旋回させるように構成された旋回羽根を有する空気燃料予混合器を具備し、旋回羽根は、下流側端部から上流側方向へ旋回羽根の長さにはほぼ沿って延出する内部冷却流路を具備するタービン燃料ノズルを含む。

【図面の簡単な説明】

【0009】

本発明の上記の特徴、態様及び利点並びに他の特徴、面及び利点は、添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読むことにより更によく理解されるであろう。図面中、同じ図中符号は一貫して同じ部分を示す。

【図1】図1は統合ガス化複合サイクル(IGCC)発電装置の一実施形態を示した概略ブロック図である。

30

【図2】図2は本発明の一実施形態に係る図1に示されるようなガスタービンエンジンを示した破断側面図である。

【図3】図3は本発明のある特定の実施形態に係る多数の燃料ノズルを示した図2に示されるようなガスタービンエンジンの燃焼器のヘッドエンドの斜視図である。

【図4】図4は本発明のある特定の実施形態に係る内部冷却を伴う予混合器を示した図3に示されるような燃料ノズルの横断面側面図である。

【図5】図5は本発明のある特定の実施形態に係る予混合器の旋回羽根における内部冷却を示した図4に示されるような燃料ノズルの斜視破断図である。

【図6】図6は本発明のある特定の実施形態に係る旋回羽根における内部冷却を示した図5に示されるような予混合器の破断側面図である。

40

【図7】図7は本発明のある特定の実施形態に係る旋回羽根における内部冷却を示した図5に示されるような予混合器の破断側面図である。

【図8】図8は本発明のある特定の実施形態に係る旋回羽根における内部冷却を示した図5に示されるような予混合器の破断側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本発明の1つ以上の特定の実施形態を説明する。それらの実施形態を簡潔に説明しようとする中で、実際の実現形態の全ての特徴が本明細書で説明されない場合もある。そのような実際の任意の実現形態を生産技術又は設計プロジェクトにおいて開発する際

50

には、実現形態ごとに異なると思われるシステムに関連する制約及び業務に関連する制約に従うなどの開発担当者別の目標を達成するために、その実現形態に特定された多くの決定を下さなければならないことを理解すべきである。更に、そのような開発の努力は複雑で長時間を要するであろうが、本開示の知識を得た当業者にとって、それは日常的な設計、製作及び製造の作業であると考えられることも理解すべきである。

【0011】

本発明の種々の実施形態の要素が単数形で説明される場合、単数形は、それらの要素が1つ以上存在することを意味することを意図する。用語「具備する」、「含む」及び「有する」は、そこに挙げられている要素を含めてという意味であり、それらの要素以外に追加の要素が存在してもよいことを意図する。

10

【0012】

ある特定の実施形態において、以下に詳細に説明されるように、ガスタービンエンジンは、逆火及びノ又は保炎と関連する熱損傷に耐えるために内部冷却流路を有する1つ以上の燃料ノズルを含む。特に、燃料ノズルは、燃料空気予混合器の中に1つ以上の内部冷却流路、例えば燃料及び空気が燃焼ゾーンに流入する前に燃料と空気との混合を容易にするように構成された旋回羽根を含んでもよい。例えば、燃料ノズルは、周囲に沿って配列された複数の旋回羽根を含んでもよく、内部冷却流路は旋回羽根の軸方向の全長にほぼ沿って延出する。ある特定の実施形態において、各内部冷却流路は、それぞれ対応する旋回羽根の下流側端部から上流側端部まで冷却剤を送り出すことにより、下流側端部における冷却が最大になるようにしてもよい。例えば、冷却剤は燃料であってもよく、その場合、燃料は下流側端部から上流側端部まで旋回羽根を貫流してもよい。上流側端部において、燃料は1つ以上の燃料ポートを通して旋回羽根から流出してもよい。燃料ポートは、燃料空気混合物を形成するために空気流れの中へ燃料を送り込む。従って、燃料流れは2つの機能を果たし、燃焼のための燃料供給源として作用するのみならず、空気流れの中へ噴射される前に旋回羽根から熱を伝達するための熱交換媒体としても作用する。

20

【0013】

ある特定の実施形態において、各内部冷却流路は、下流側端部で燃料流れの第1の部分を受け取り、上流側端部で燃料流れの第2の部分に更に受け取ってもよい。換言すれば、燃料流れの第2の部分はバイパス流れと説明されてもよく、このバイパス流れは旋回羽根の軸方向全長に沿って下流側端部から上流側端部まで流れるのではない。従って、システムは、燃料系統の圧力降下、対流熱伝達係数及び燃料ポートへの燃料の配分を調整するために燃料流れの第1の部分及び第2の部分を制御してもよい。

30

【0014】

保炎又は逆火が起こった場合、内部冷却流路は、その状況を検出し且つ改善するのに十分な時間の間熱損傷に対する熱抵抗を与えるか又は熱絶縁を実現するか、あるいは熱損傷から各要素を保護する。例えば、内部冷却流路は、少なくとも約15秒、30秒、45秒、60秒、75秒又は90秒を超える時間、あるいは更に長時間にわたり熱保護を実行してもよい。更に、内部冷却流路は、冷却剤又は熱交換媒体として燃料を使用して、熱損傷の場合の内蔵フェールセーフとして機能する。特に、熱損傷は旋回羽根の下流側端部（例えば先端）で起こり、それにより、燃料を内部冷却流路から空気流れの中へ直接流入させてもよい。その結果、燃料流れは、旋回羽根の上流側端部の燃料ポートからほぼ又は完全に迂回して流れるようになるので、上流側の燃料空気混合物が旋回羽根の下流側端部（例えば先端）における熱損傷の影響を受ける事態はほぼ又は完全に回避される。従って、旋回羽根の下流側端部（例えば開いた先端）における熱損傷は、燃料ノズルに対する更なる損傷（例えば更に上流側）の危険を低減又は排除する。

40

【0015】

図1は、合成ガスを発生し且つ燃焼してもよい統合ガス化複合サイクル（IGCC）システム100の一実施形態を示した図である。IGCCシステム100の要素は、IGCCのエネルギー供給源として利用されてもよい固体原料などの燃料供給源102を含んでもよい。燃料供給源102は石炭、石油コークス、バイオマス、木材原料、農業廃棄物、

50

タール、コークス炉ガス及びアスファルト、又は他の炭素含有品目を含んでもよい。

【 0 0 1 6 】

燃料供給源 1 0 2 の固体燃料は、原料準備装置 1 0 4 に供給されてもよい。固体原料を製造するために、原料準備装置 1 0 4 は、例えば切断、ミリング、細断、粉碎、ブリケット化又はペレット化により燃料供給源 1 0 2 の原料の大きさ又は形状を変えてもよい。更に、スラリ原料を製造するために、原料準備装置 1 0 4 において燃料供給源 1 0 2 の原料に水又は他の適切な液体が添加されてもよい。他の実施形態において、乾燥原料を製造するために、燃料供給源の原料には液体は添加されない。

【 0 0 1 7 】

原料は原料準備装置 1 0 4 からガス化装置 1 0 6 に供給されてもよい。ガス化装置 1 0 6 は原料を合成ガス、例えば一酸化炭素と水素の混合物に変換してもよい。利用されるガス化装置 1 0 6 の種類に応じて例えば約 2 0 パール～ 8 5 パールの高圧及び例えば約 7 0 0 ～ 約 1 , 6 0 0 の温度の制御された量の蒸気及び酸素に原料をさらすことにより、この変換が実行されてもよい。ガス化処理は、原料が熱分解を受けることにより原料が加熱されることを含んでもよい。原料を製造するために利用される燃料供給源 1 0 2 に応じて、熱分解処理中のガス化装置 1 0 6 内部の温度は約 1 5 0 ～ 7 0 0 の範囲であってもよい。熱分解処理中の原料の加熱により、固体（例えばチャー）及び残渣ガス（例えば一酸化炭素、水素及び窒素）が生成されてもよい。原料の熱分解処理により残留したチャーの重量は、元の原料の重量のわずか約 3 0 % であってもよい。

【 0 0 1 8 】

その後、ガス化装置 1 0 6 において燃焼処理が実行されてもよい。燃焼はチャー及び残渣ガスに酸素を導入することを含んでもよい。チャー及び残渣ガスは酸素と反応して、二酸化炭素及び一酸化炭素を形成してもよい。その結果、続くガス化反応に利用される熱が発生する。燃焼処理中の温度は、約 7 0 0 ～ 約 1 , 6 0 0 の範囲であってもよい。次に、ガス化過程の間に、ガス化装置 1 0 6 に蒸気が導入されてもよい。チャーは二酸化炭素及び蒸気と反応して、約 8 0 0 ～ 約 1 , 1 0 0 の範囲の温度の一酸化炭素及び水素を発生してもよい。本質的に、ガス化装置は蒸気及び酸素を利用して原料の一部を「燃焼」させることにより、一酸化炭素を発生し且つエネルギーを放出する。このエネルギーは 2 回目の反応を促進し、それにより残る原料が水素及び二酸化炭素へと変換される。

【 0 0 1 9 】

このように、ガス化装置 1 0 6 により合成ガスが製造される。この合成ガスは、約 8 5 % の一酸化炭素及び水素を等しい割合で含む他に、 CH_4 、 HCl 、 HF 、 COS 、 NH_3 、 HCN 及び H_2S （原料の硫黄含有量によって異なる）を含有する。この合成ガスは例えば H_2S を含むため、汚染合成ガスと呼ばれてもよい。ガス化装置 1 0 6 は、湿潤灰物質であるスラグ 1 0 8 などの廃棄物を生成してもよい。スラグ 1 0 8 はガス化装置 1 0 6 から取り除かれ、例えば基層又は別の建築材料として処分されてもよい。汚染合成ガスを清浄にするために、ガス浄化装置 1 1 0 が利用されてもよい。ガス浄化装置 1 1 0 は、汚染合成ガスから HCl 、 HF 、 COS 、 HCN 及び H_2S を除去するために汚染合成ガスを洗浄してもよい。この処理は、例えば硫黄処理装置 1 1 2 における酸性ガス除去処理により硫黄 1 1 1 を分離することを含んでもよい。更に、ガス浄化装置 1 1 0 は、汚染合成ガスから利用可能な塩 1 1 3 を生成するために浄水技術を利用する水処理装置 1 1 4 によって汚染ガスから塩 1 1 3 を分離してもよい。処理後、ガス浄化装置 1 1 0 を出るガスは清浄合成ガス（例えば合成ガスから硫黄 1 1 1 が除去されている）と、微量の他の化学物質、例えば NH_3 （アンモニア）及び CH_4 （メタン）とを含んでもよい。

【 0 0 2 0 】

清浄合成ガスからアンモニア及びメタンなどの残留ガス成分 1 1 7、並びにメタノール又は任意の残留化学物質を除去するために、ガス処理装置 1 1 6 が利用されてもよい。しかし、残留ガス成分 1 1 7、例えば廃ガスを含有している場合であっても、清浄合成ガスは燃料として利用されてもよいので、清浄合成ガスからの残留ガス成分 1 1 7 の除去の実行は任意である。この時点で、清浄合成ガスは約 3 % の CO 、約 5 5 % の H_2 及び約 4 0

10

20

30

40

50

%のCO₂を含んでもよく、H₂Sはほぼ除去されている。この清浄合成ガスは、ガスタービンエンジン118の燃焼器120、例えば燃焼室へ可燃性燃料として搬送されてもよい。あるいは、ガスタービンエンジンへ搬送する前に、清浄合成ガスからCO₂が除去されてもよい。

【0021】

IGCCシステム100は空気分離装置(ASU)122を更に含んでもよい。ASU122は、例えば蒸留技術により空気を成分ガスに分離するように動作してもよい。ASU122は、補助空気圧縮機123から供給される空気から酸素を分離し、分離された酸素をガス化装置106へ搬送してもよい。更に、ASU122は、分離された窒素を希釈剤窒素(DGAN)圧縮機124へ送り出してもよい。

10

【0022】

合成ガスの適正な燃焼を妨げないように、DGAN圧縮機124は、ASU122から受け取った窒素を少なくとも燃焼器120の圧力レベルと等しい圧力レベルまで圧縮してもよい。従って、DGAN圧縮機124は、窒素を適正なレベルまで適切に圧縮した後、圧縮窒素をガスタービンエンジン118の燃焼器120へ搬送してもよい。窒素は、例えば放出物の制御を容易にするための希釈剤として使用されてもよい。

【0023】

先に説明したように、圧縮窒素は、DGAN圧縮機124からガスタービンエンジン118の燃焼器120へ搬送されてもよい。ガスタービンエンジン118はタービン130、駆動軸131及び圧縮機132、並びに燃焼器120を含んでもよい。燃焼器120は合成ガスなどの燃料を受け取り、燃料は燃料ノズルから加圧状態で噴射されてもよい。この燃料は、DGAN圧縮機124からの圧縮空気並びに圧縮窒素と混合され、燃焼器120の中で燃焼されてもよい。この燃焼は高温加圧排気ガスを発生する。

20

【0024】

燃焼器120は、排気ガスをタービン130の排気出口に向かって送り出してもよい。燃焼器120からの排気ガスがタービン130を通過する間、排気ガスはタービン130のタービン翼を強制回転させ、その結果、駆動軸131はガスタービンエンジン118の軸に沿って回転する。図示されるように、駆動軸131は、圧縮機132を含むガスタービンエンジン118の種々の構成要素に結合されている。

【0025】

駆動軸131は、回転翼を形成するためにタービン130を圧縮機132に結合してもよい。圧縮機132は、駆動軸131に結合された複数の翼を含んでもよい。従って、タービン130のタービン翼の回転により、タービン130を圧縮機132に結合している駆動軸131は、圧縮機132内部の翼を回転させる。圧縮機132の翼の回転の結果、圧縮機132は、圧縮機132の吸気口を介して受け取った空気を圧縮する。圧縮された空気は燃焼器120に供給され、燃焼効率を更に向上するために燃料及び圧縮窒素と混合されてもよい。更に、駆動軸131は負荷134に結合されてもよい。負荷134は、例えば発電所において電力を発生する発電機などの固定負荷であってもよい。実際、負荷134は、ガスタービンエンジン118の回転出力により動力を供給される任意の適切な装置であってもよい。

30

40

【0026】

IGCCシステム100は、蒸気タービンエンジン136及び熱回収用蒸気発生(HRSG)システム138を更に含んでもよい。蒸気タービンエンジン136は第2の負荷140を駆動してもよい。第2の負荷140は電力を発生する発電機であってもよい。しかし、第1の負荷134及び第2の負荷140は共に、ガスタービンエンジン118及び蒸気タービンエンジン136によりそれぞれ駆動可能な他の種類の負荷であってもよい。更に、図示された実施形態において示されるように、ガスタービンエンジン118及び蒸気タービンエンジン136は別個の負荷134及び140を駆動してもよいが、単一の軸を介して単一の負荷を駆動するために、ガスタービンエンジン118及び蒸気タービンエンジン136がタンデム配列で利用されてもよい。蒸気タービンエンジン136及びガスタ

50

ービンエンジン 118 がどのような特定の構成をとるかは実現形態によって異なり、各部分の任意の組み合わせを含んでよい。

【0027】

IGCCシステム 100 は HRSG 138 を更に含んでもよい。ガスタービンエンジン 118 からの加熱排気ガスは HRSG 138 へ搬送され、水を加熱して蒸気タービンエンジン 136 に動力を供給するために使用される蒸気を発生するために使用されてもよい。例えば蒸気タービンエンジン 136 の低圧部分からの排気は、復水器 142 へ送り出されてもよい。復水器 142 は、加熱された水を冷水と交換するために冷却塔 128 を利用してもよい。冷却塔 128 は、蒸気タービンエンジン 136 から復水器 142 へ搬送される蒸気を凝縮するのを容易にするために復水器 142 に冷水を供給するように動作する。復水器 142 からの復水は HRSG 138 へ搬送されてもよい。ガスタービンエンジン 118 からの排気も、復水器 142 からの水を加熱して蒸気を発生するために HRSG 138 へ送り出されてもよい。

10

【0028】

IGCCシステム 100 のような複合サイクルシステムの場合、高温排気はガスタービンエンジン 118 から HRSG 138 に流れ、そこで高圧高温蒸気を発生するために使用されてもよい。HRSG 138 により発生された蒸気は発電のために蒸気タービンエンジン 138 に貫流されてもよい。更に、発生された蒸気はガス化装置 106 などの蒸気を使用する他の任意の処理過程に供給されてもよい。ガスタービンエンジン 118 の発電サイクルは「トッピングサイクル」と呼ばれることが多く、蒸気タービンエンジン 136 の発電サイクルは「ボトムングサイクル」と呼ばれることが多い。図 1 に示されるようにこれら 2 つのサイクルを組み合わせることにより、IGCCシステム 100 は双方のサイクルにおける効率を向上できる。特に、トッピングサイクルからの排気熱が捕捉され、ボトムングサイクルで使用するための蒸気を発生するために使用されてもよい。

20

【0029】

図 2 は、ガスタービンエンジン 118 の一実施形態を示した破断側面図である。ガスタービンエンジン 118 は、動作するために天然ガス及び/又は水素を豊富に含有する合成ガスなどの液体燃料及び/又は気体燃料を使用してもよい。ガスタービンエンジン 118 は、1 つ以上の燃焼器 146 の内部に配置された 1 つ以上の燃料ノズル 144 を含む。図示されるように、燃料ノズル 144 は供給される燃料を取り入れ、燃料を後述する圧縮空気と混合し、空気燃料混合物を燃焼器 146 に分配する。燃焼器 146 において混合物は燃焼し、それにより高温加圧排気ガスを発生する。一実施形態において、各燃焼器 146 のヘッドエンドに 6 つ以上の燃料ノズル 144 が環状に又は他の配列で装着されてもよい。更に、ガスタービンエンジン 118 は、環状配列の複数（例えば 4 つ、6 つ、8 つ又は 12）の燃焼器 146 を含んでもよい。

30

【0030】

空気は吸気口 148 を介してガスタービンエンジン 118 に流入し、圧縮機 132 の 1 つ以上の圧縮機段において加圧されてもよい。その後、加圧空気は燃焼器 146 内部の燃焼を可能にするためにガスと混合されてもよい。例えば、燃料ノズル 144 は、最適の燃焼、放出物、燃料消費及び出力を実現するための適切な比で燃料空気混合物を燃焼器の中へ噴射してもよい。後述するように、燃料ノズル 144 のある特定の実施形態は、逆火及び/又は保炎と関連する熱損傷に対する熱抵抗を与えるように構成された内部冷却流路を含む。燃焼器 146 は、排気ガスをタービン 130 の 1 つ以上のタービン段を介して排気出口 150 に向かって送り出し、それにより、先に図 1 に関して説明したように動力を発生する。

40

【0031】

図 3 は、密封継手 156 を介して面 154 に複数の燃料ノズル 144 が装着されている端部カバー 152 を有する燃焼器ヘッドエンド 151 の一実施形態を示した詳細斜視図である。図 3 には、継手 156 を介して端部カバーの底面 154 に 5 つの燃料ノズル 144 が装着された構成が示されている。しかし、端部カバーの底面 154 には継手 156 を介

50

して任意の適切な数及び配列の燃料ノズル 1 4 4 が装着されてよい。ヘッドエンド 1 5 1 は、圧縮機 1 3 2 からの圧縮空気及び燃料を各燃料ノズル 1 4 4 へ端部カバー 1 5 2 を通して送り出す。燃料ノズル 1 4 4 は、圧縮空気及び燃料が燃焼器 1 4 6 の燃焼ゾーンに流入する前に、圧縮空気及び燃料をほぼ予混合して、空気 燃料混合物を形成する。以下に更に詳細に説明されるように、燃料ノズル 1 4 4 は、逆火及びノ又は保炎と関連する熱損傷に対する熱抵抗を与えるように構成された 1 つ以上の内部冷却流路を含んでもよい。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、逆火及びノ又は保炎と関連する熱損傷に対する熱抵抗を与えるように構成された内部冷却系統を有する燃料ノズル 1 4 4 の一実施形態を示した横断面側面図である。図示される実施形態において、燃料ノズル 1 4 4 は外側周囲壁 1 6 6 と、外側周囲壁 1 6 6 の内側に配設されたノズル中央本体 1 6 8 とを含む。外側周囲壁 1 6 6 はバーナ管とされてもよく、ノズル中央本体 1 6 8 は燃料供給管とされてもよい。燃料ノズル 1 4 4 は燃料ノ空気予混合器 1 7 0、空気入口 1 7 2、燃料入口 1 7 4、旋回羽根 1 7 6、混合流路 1 7 8 (例えば燃料と空気とを混合するための環状流路) 及び燃料流路 1 8 0 を更に含む。旋回羽根 1 7 6 は燃料ノズル 1 4 4 の内部に渦巻流れを誘起するように構成される。従って、この渦巻発生という特徴から見て、燃料ノズル 1 4 4 はスウォズルと表現されてもよい。尚、軸方向、すなわち軸 1 8 1、半径方向、すなわち軸 1 8 2 及び周囲方向、すなわち軸 1 8 3 に関して燃料ノズル 1 4 4 の種々の面が説明されてもよい。例えば、軸 1 8 1 は長手方向中心線、すなわち長手方向に対応し、軸 1 8 2 は長手方向中心線に対して直交する方向、すなわち半径方向に対応し、軸 1 8 3 は長手方向中心線に関して周囲方向に対応する。

【 0 0 3 3 】

図示されるように、燃料は燃料入口 1 7 4 を介してノズル中央本体 1 6 8 の燃料流路 1 8 0 に入る。方向矢印 1 8 4 により示されるように、燃料は軸 1 8 1 に沿って下流側方向へ進み、燃料流路 1 8 0 の内側端壁 1 8 6 (例えば下流側端部) に衝突するまで中央本体 1 6 8 の全長に沿って流れ、その後、方向矢印 1 8 8 により示されるように燃料は流れる方向を反転し、上流側軸方向に逆流路 1 9 0 に入る。逆流路 1 9 0 は燃料流路 1 8 0 と同心に配置される。従って、燃料は、まず軸 1 8 1 に沿って軸方向 1 8 4 に燃焼ゾーンに向かって下流側へ流れ、軸 1 8 2 に対して半径方向に内側端壁 1 8 6 に沿って流れ、次に燃焼ゾーンから上流側へ軸 1 8 1 に沿って軸方向 1 8 8 に流れる。説明の便宜上、「下流側」という用語は、燃焼器 1 2 0 を通ってタービン 1 3 0 に向かって流れる燃焼ガスの流れ方向を表してもよく、一方、上流側という用語は、燃焼器 1 2 0 を通ってタービン 1 3 0 に向かって流れる燃焼ガスの流れ方向から離れる方向、すなわち逆の方向を表してもよい。

【 0 0 3 4 】

内側端壁 1 8 6 とは反対側の逆流路 1 9 0 の軸 1 8 1 の方向に延出する端部において、燃料は壁 1 9 2 (例えば上流側端部) に衝突し、矢印 1 9 6 により示されるように、冷却室 1 9 4 (例えば下流側空洞又は下流側流路) へ送り込まれる。その後、矢印 2 0 0 により示されるように、燃料は冷却室 1 9 4 から出口室 1 9 8 (例えば上流側空洞又は上流側流路) へと流れる。矢印 2 0 0 により示されるように、燃料の流れは冷却室 1 9 4 から出口室 1 9 6 に直接入るのではない。実際、流れは仕切り 2 0 2 により少なくとも部分的に阻止されるか又は方向転換される。仕切り 2 0 2 は、例えば出口室 1 9 6 に流入する燃料の流れの方向を制限することにより、羽根 1 7 6 のすべての面を燃料により内部冷却させる金属片であってもよい。ある特定の実施形態において、冷却室 1 9 4 及び出口室 1 9 6 並びに仕切り 2 0 2 は、非直線冷却剤流路、例えばジグザグ冷却剤流路、U 字形冷却剤流路、蛇行冷却剤流路又は螺旋状冷却剤流路と表現されてもよい。

【 0 0 3 5 】

燃料は仕切り 2 0 2 の周囲に沿って流れ、出口室 1 9 8 に流入してもよい。その後、燃料は、出口室 1 9 8 から旋回羽根 1 7 6 の燃料噴射ポート 2 0 4 を介して排出されてもよ

10

20

30

40

50

い。更に、燃料は、矢印206により示されるように空気入口172から混合流路178を
 通って流れている空気と混合されてもよい。例えば、燃料噴射ポート204は混合を
 発生させるために空気流れに対して直交する方向に燃料を噴射してもよい。同様に、
 巡回羽根176は空気と燃料の渦巻流れを誘起することにより、空気と燃料との混合を
 促進する。予混合器170を出た後、燃料/空気混合物は、方向矢印208により示され
 るように混合流路178を流れる間も混合され続ける。予混合流路178を通過する
 間の燃料と空気の継続混合により、予混合流路178を出て燃焼器146に流入する
 時点で、燃料/空気混合物はほぼ完全に混合された状態になる。燃焼器146にお
 いて、混合された燃料及び空気が燃焼されてもよい。更に、燃料ノズル144は、
 燃料が空気と混合される前に燃料を熱交換媒体又は熱伝達流体としても使用
 できるように構成される。すなわち、例えば、逆火（例えば燃焼器の反応ゾ
 ンから予混合流路178への炎の広がり）が起こり、予混合器170及び/又は
 混合流路178に炎が存在する場合に、燃料は混合流路178の冷却流体としての
 役割を果たしてもよい。この燃料ノズル144は、空気と燃料とを混合し、
 放出物を少なく抑え且つ燃焼器反応ゾーンで燃料ノズル出口の下流側における
 炎を安定させる上で非常に有効である。

10

【0036】

図5は、予混合器170の一実施形態の図4の円弧線に沿った斜視破断図である。
 予混合器170は、ノズル中央本体168の周囲に配設された巡回羽根176を含み、
 巡回羽根176は、ノズル中央本体168から外側壁166まで半径方向外側へ延出する。
 図示されるように、各巡回羽根176は中空の本体、例えば中空のエーロフォイル
 形本体であり、冷却室194、出口室198及び仕切り202を有する。燃料は巡回羽
 根176の下流側端部の付近で冷却室194に流入し、仕切り202の周囲を非直線
 流路に沿って出口室198まで上流側へ進み、その後、燃料噴射ポート204を介
 して出口室198から流出する。従って、各巡回羽根176を通過する燃料の流れ
 は、空気流れに入り込む前に冷却剤として作用する。燃料の流れは巡回羽根
 176の全長にほぼ沿って巡回羽根176を冷却し、上流側端部177における冷
 却効果は最大である。例えば、燃料の流れは、軸181に沿って各巡回羽根176
 の長さの少なくとも50%、60%、70%、80%、90%又は100%を冷却して
 もよい。

20

【0037】

燃料ノズル144で逆火又は保炎が起こった場合、各巡回羽根176の（例えば冷
 却室194及び出口室198を通過する）内部冷却により、逆火又は保炎を排除す
 るための改善措置を講じるのに十分な時間の間熱保護を実行してもよい。例
 えば、各巡回羽根176を通過する内部冷却は、少なくとも約15秒、30秒、45
 秒、60秒、75秒又は90秒を超える時間、あるいはそれより長時間にわたり
 熱保護を実行してもよい。更に、燃料を冷却剤又は熱交換媒体として使用す
 る各巡回羽根176を通る内部冷却は、熱損傷の場合の内蔵フェールセーフを
 構成する。特に、熱損傷は、巡回羽根176の下流側端部177（例えば下流側
 先端）で起こり、それにより燃料が冷却室194から空気流れの中へ直接流れ
 込んでもよい。その結果、燃料流れは巡回羽根176の上流側端部175にある
 燃料噴射ポート204をほぼ又は完全に迂回するようになるので、上流側の燃
 料/空気混合物は、巡回羽根176の下流側端部177（例えば下流側先端）にお
 ける熱損傷をほぼ又は完全に回避する。従って、巡回羽根176の下流側端部
 177（例えば開いた下流側先端）における熱損傷は、窒素酸化物の放出を増加
 させる結果を招く燃料ノズル144（例えば更に上流側）への更なる損傷の危
 険を軽減又は排除する。

30

40

【0038】

図示された実施形態において、予混合器170は、ノズル中央本体168の周囲に
 沿って45°の等間隔で互いに離間して配置された8つの巡回羽根176を含む。
 ある特定の実施形態において、予混合器170は、ノズル中央本体168の周囲
 に等間隔で又は互いに異なる間隔で配設された任意の数（例えば4、5、6、
 7、8、9、10、11、12、13又は14）の巡回羽根176を含んでもよい。巡回
 羽根176は、流れに軸181に関して周囲方向183の渦巻を起こし、それによ
 り燃料と空気を混合させるように構成

50

される。図示されるように、各旋回羽根 176 は上流側端部 175 から下流側端部 177 まで湾曲している。特に、上流側端部 175 は一般に軸 181 に沿って軸方向に向いており、下流側端部 177 は一般に軸 181 に沿った軸方向から傾斜するか、湾曲するか又は離間する。例えば、下流側端部 177 は、上流側端部 175 に対して約 $5^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 、又は約 $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の角度で傾斜していてもよい。その結果、各旋回羽根 176 の下流側端部 177 は、流れを軸 181 に関する回転流路の中へ偏向させるか又は案内する（例えば渦巻流れ）。この渦巻流れは、燃焼器 120 へ送り込まれる前の燃料ノズル 144 内部における燃料と空気の混合を促進する。

【0039】

更に、旋回羽根 176 の上流側端部 175 に 1 つ以上の噴射ポート 204 が設けられてもよい。例えば、それらの噴射ポート 204 の直径は、1,000 分の 1 ~ 100 インチ（1 インチは 2.54 cm）、1,000 分の 10 ~ 50 インチ、1,000 分の 20 ~ 40 インチ又は 1,000 分の 24 ~ 35 インチであってもよい。一実施形態において、噴射ポート 204 の直径は、約 1,000 分の 30 ~ 50 インチであってもよい。各旋回羽根 176 は、旋回羽根 176 の第 1 の面 210 及び / 又は第 2 の面 212 に 1 個、2 個、3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、10 個又はそれを超える数の燃料噴射ポート 204 を含んでもよい。第 1 の面 210 及び第 2 の面 212 は組み合わされて、旋回羽根 176 の外面を形成してもよい。例えば、第 1 の面 210 及び第 2 の面 212 は、前述のようなエーロフォイル形の面を規定してもよい。ある特定の実施形態において、各旋回羽根 176 は、第 1 の面 210 に約 1 ~ 5 個の噴射ポート 204 を含み且つ第 2 の面 212 に約 1 ~ 5 個の燃料噴射ポート 204 を含んでもよい。しかし、いくつかの実施形態において、第 1 の面 210 又は第 2 の面に燃料噴射ポート 204 は形成されなくてもよい。

【0040】

更に、各燃料噴射ポート 204 は、軸 181 に沿った軸方向、軸 182 に沿った半径方向に向いていてもよい。言い換えれば、各燃料噴射ポート 204 は、旋回羽根 176 の面に対して単純角度又は合成角度 205 を成し、それにより、燃料と空気の混合に影響を及ぼし且つ燃料ジェットの背後の再循環ゾーンの大きさを変化させてもよい。例えば、噴射ポート 204 は、旋回羽根 176 の第 1 の面 210 及び / 又は第 2 の面 212 の面から約 $5^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 、 $10^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 又は $20^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の角度で燃料を予混合器 170 の中へ流入させてもよい。更なる例として、燃料噴射ポート 204 は、軸方向 181 に関して約 5° 、 10° 、 15° 、 20° 、 25° 、 30° 、 35° 、 40° 、 50° 、 55° 又は 60° の合成角度で予混合器 170 の中へ燃料を流入させてもよい。このように噴射ポート 204 を傾斜させることにより、予混合器 170 における空気 燃料混合物の混合を更に完全にしてもよい。

【0041】

この予混合並びに旋回羽根 176 の湾曲エーロフォイル形状により、燃料 空気混合物は更に均一に混合される。例えば、予混合は、 NO_x （窒素酸化物）放出物を約 2 ~ 3 百万分率（ppm）に抑えた清浄燃焼を可能にする。空気と燃料がほぼ完全に混合されていないと、反応ゾーンの温度は均一な希薄混合物より高くなってしなう。その結果、例えば、燃料がほぼ混合された場合の排気中の約 2 ~ 3 ppm の窒素酸化物の量と比較して、排気蒸気中の窒素酸化物の量は約 200 ppm にもなる。

【0042】

図 6 は、図 4 の円弧線 55 に沿った予混合器 170 の一実施形態の破断側面図である。図 6 に示されるように、予混合器 170 は、矢印 200 により示されるように逆流路 190 から燃料を受け取ってもよい。すなわち、燃料は、逆流路 190 から冷却室 194 に入り、仕切り 202 に沿って出口室 198 に流入してもよい。更に、冷却室 194 と出口室 198 との間にバイパス穴 214（例えば直交流路）が配置されてもよい。このバイパス穴 214 は、仕切り 202 に達するまで壁 192 に対して半径方向（182）外側へ延出してもよい。すなわち、バイパス穴 214 は、実際には仕切り 202 の一部を取り除い

10

20

30

40

50

て軸方向に仕切り 202 を貫通するように形成され、それにより、方向矢印 215 により示されるように燃料は冷却室 194 から出口室 198 の中まで直接軸方向に流れてもよい。バイパス穴 214 は、例えば、冷却室 194 から出口室 198 に流れる燃料の総量のうち約 1 ~ 50%、5 ~ 40% 又は 10 ~ 20% を冷却室 194 と出口室 198 との間で直接流通させてもよい。バイパス穴 214 を利用することにより、燃料系統において起こりうる圧力降下の調整、伝導熱伝達係数の調整、又は噴射ポート 204 への燃料配分の調整が行われてもよい。すなわち、旋回羽根 176 でバイパス穴 214 が利用される場合、例えば噴射ポート 204 へ直接搬送される燃料の量を増減できる。バイパス穴 214 は噴射ポート 204 に流入し、噴射ポート 204 を通過する燃料の配分を改善できる。例えば配分を更に均一にできる。更に、バイパス穴 204 は、冷却室 194 から出口室 198 に至るまでの圧力降下を減少し、それにより噴射ポート 204 を介して燃料を押し出すのを容易にする。また、バイパス穴 214 を利用することにより、噴射ポート 204 を介して予混合器 170 の中へ噴射される前の燃料流れに含まれる渦巻の量を変更するために燃料噴射ポート 204 を通過する流れを加減できる。

【0043】

図 7 は、図 4 の円弧線 55 に沿った予混合器 170 の一実施形態の破断側面図である。予混合器 170 は、バイパス穴 214 を除き、図 6 に示される旋回羽根 176 の全ての要素を含んでもよい。従って、仕切り 202 は冷却室 194 から出口室 198 へ燃料を直接搬送するためのバイパスを含まない。各旋回羽根 176 は仕切り 202 (すなわち冷却室 194 と出口室 198 との間ではない場所に) とは別に、方向矢印 218 により示されるように燃料流路 180 (すなわち逆流路 190 からではない) から出口室 198 の中へ燃料を直接流入させるためのバイパス穴 216 を含んでもよい。この場合にも、バイパス穴 216 は、噴射ポート 204 を通って流れる燃料の総量のうち約 1 ~ 50%、5 ~ 40% 又は 10 ~ 20% の量を出口室 198 へ流入させることができる。これにより、先の実施形態と同様に、噴射ポート 204 に流入する燃料の量、配分及び方向を直接制御できると共に、流路 180 及び 190 の長さに沿って流れる燃料の量を制御できる。同様に、バイパス穴 216 は、冷却室 194 から出口室 198 に至るまでの燃料の圧力降下を相当に減少することにより、噴射ポート 204 を通して燃料を押し出すのを容易にする。更なる実施形態において、燃料流路 180 から出口室 198 の中へ燃料を直接流入させるバイパス穴 216 の代わりに又はそれに加えて、バイパス穴 216 は燃料流路 180 から冷却室 194 の中へ燃料を直接流入させてもよい。

【0044】

図 8 は、図 4 の円弧線 55 に沿った予混合器 170 の一実施形態の破断側面図であり、図 6 に示される実施形態と図 7 に示される実施形態との組み合わせを更に示す。図 8 に示されるように、各旋回羽根 176 は、逆流路 190 からのバイパス穴 214 及び流路 180 からのバイパス穴 216 の双方を含んでもよい。この構成において、バイパス穴 214 及び 216 は、燃料の総量のうち約 5 ~ 60%、10 ~ 50% 又は 20 ~ 40% の量を先に冷却室 194 を通して仕切り 202 に沿って流通させることなく出口室 198 に直接流入させ、噴射ポート 204 へ搬送してもよい。これにより、噴射ポート 204 に直接供給される燃料の量が増加するので、予混合器 170 の中へ噴射される燃料を更に適切に制御でき且つ燃料の圧力損失を制御できる。しかし、そのような利点がある一方で、方向矢印 200 に沿った燃料の流れが減少するため、羽根 176 は完全には冷却されなくなる。

【0045】

尚、燃料が旋回羽根 176 を通過する間に、燃料の温度は約 50 ~ 500 °F になる。これに対し、合成ガスは約 3,000 °F の温度で燃焼できる。従って、予混合器 170 を製造する際に利用された材料を旋回羽根 176 において燃料によって冷却することにより、短期間、例えば約 15 秒、30 秒、45 秒、60 秒、75 秒、90 秒又はそれを超える時間の間燃焼する合成ガスにさらされた場合でも予混合器 170 は機能し続ける。予混合器 170 を製造するために利用される材料は、例えば鋼、又はコバルト及び/又はクロムを含有する合金であつてもよい。予混合器 170 を製造するために使用されてもよい

10

20

30

40

50

つの製造技術は、直接金属レーザー焼結処理である。他の製造方法は鋳造及び溶接又はろう付けを含む。予混合器の流路178並びに旋回羽根176の双方に対して冷却媒体として燃料を利用することにより、保炎による炎が流路176に維持される時間は1分までなので燃料ノズル144を損傷するおそれはない。すなわち、通常燃料ノズル144の下流側端部を過ぎて燃焼器146の燃焼室の中まで約0.5~2インチ入り込んでいる炎は、合成ガス(特に合成ガス中の水素)の高い反応性によって、予混合器170内部の流路178の中まで侵入する逆火の現象を引き起こす。この現象は監視されてもよく、燃料ノズル144の構成要素を冷却することにより、ユーザ又は自動制御システムが燃料の流量を減少するか、空気流量を増加するか、又はノズル144に供給される燃料の組成を変更するかのいずれかを含むが、それに限定されない方法によって予混合器における保炎を排除する時間は1分までである。

10

【0046】

このように、流路及び予混合器170がさらされる温度を全体として低下するための熱交換流体として燃料が作用するので、燃料ノズル144における逆火損傷を減少するのを容易にするために追加の冷却流体を燃料ノズル144に導入する必要はない。更に、旋回羽根176に仕切り202を組み込んだことにより、燃料は旋回羽根176の内部全体にわたり流れるようになるため、予混合器170への逆火が起こった場合に熱交換流体として冷却剤流れを供給できる。従って、高温の熱(例えば約2,000°F)にさらされるために逆火が例えば予混合器170の旋回羽根176を破壊することはなくなり、燃料が旋回羽根176及び逆流路190を通して流れることによって予混合器170の内部で起

20

【0047】

以上、最良の態様を含めて本発明を開示するため、並びに任意の装置又はシステムを製造及び使用すること及び取り入れられている任意の方法を実行することを含めて当業者による本発明の実施を可能にするための実施例を使用して、本発明を説明した。特許請求可能な発明の範囲は特許請求の範囲により定義され、当業者が考えつく他の実施例を含んでもよい。そのような他の実施例は、特許請求の範囲において使用される用語と相違しない構造要素を含むのであれば、又は特許請求の範囲において使用される用語と実質的に相違

30

【符号の説明】

【0048】

100	統合ガス化複合サイクル(IGCC)システム
144	燃料ノズル
146	燃焼器
148	吸気口
166	外側周囲壁
168	ノズル中央本体
170	燃料/空気予混合器
175	上流側端部
176	旋回羽根
177	下流側端部
180	燃料流路
190	逆流路
194	冷却室
198	出口室
202	仕切り
204	燃料噴射ポート

40

50

【 図 5 】

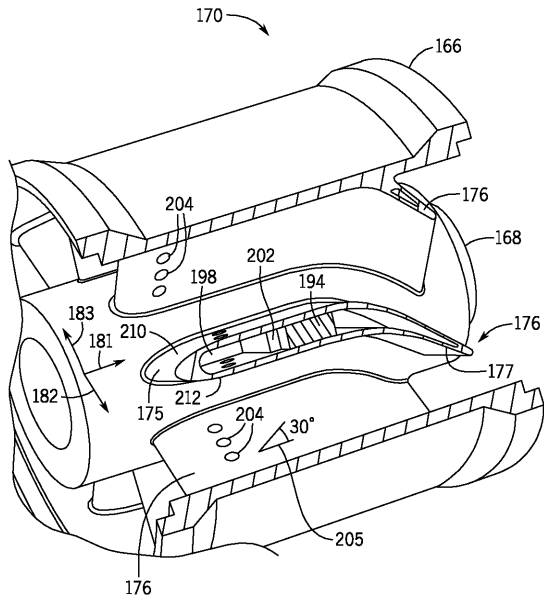


FIG. 5

【 図 6 】

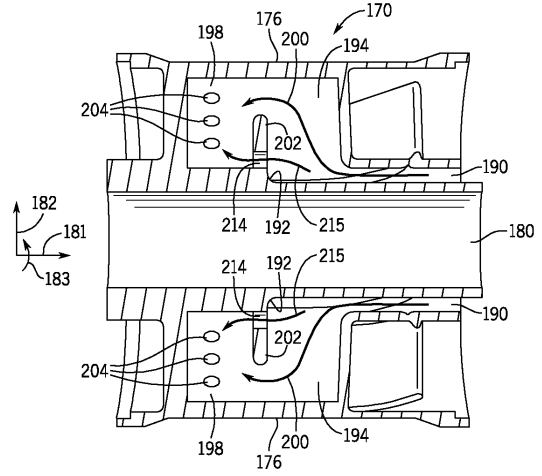


FIG. 6

【 図 7 】

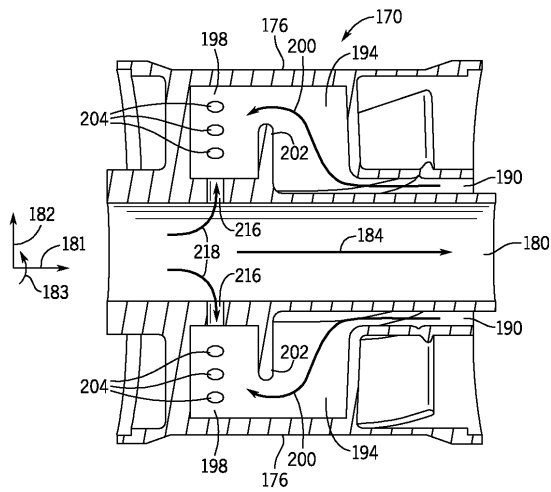


FIG. 7

【 図 8 】

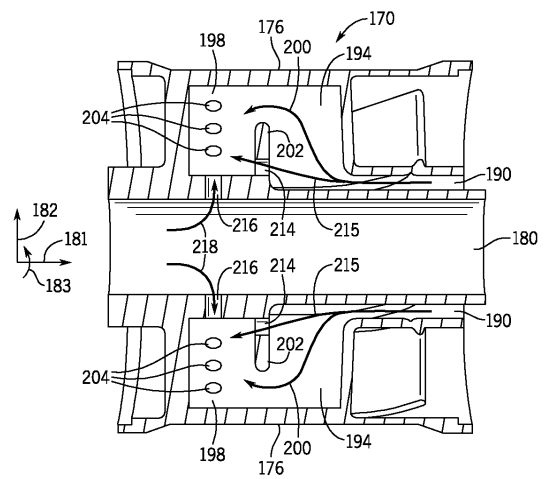


FIG. 8

フロントページの続き

- (72)発明者 トーマス・エドワード・ジョンソン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番
- (72)発明者 ベンジャミン・ポール・レイシー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーア、トレイバーン・コート、1番
- (72)発明者 クリスチャン・ゼイヴィアー・スティーヴンソン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番

審査官 出口 昌哉

- (56)参考文献 特開2005-345094(JP,A)
特開2008-274928(JP,A)
特開2008-089298(JP,A)
特開平11-337068(JP,A)
特開平06-101840(JP,A)
特開2006-336995(JP,A)
特開2006-336996(JP,A)
特表2006-500544(JP,A)
特表平08-502581(JP,A)
特開2009-052877(JP,A)
特開2006-234377(JP,A)
特開2003-074855(JP,A)
特開2008-275308(JP,A)
特開2006-112776(JP,A)
特開2005-351616(JP,A)
米国特許第7165405(US,B2)
米国特許第6675581(US,B1)
米国特許第5613363(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23R	3/28
F02C	7/16
F23R	3/14
F23R	3/32