

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6714723号  
(P6714723)

(45) 発行日 令和2年6月24日(2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月9日(2020.6.9)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>F 2 3 R</b>	<b>3/10</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 R 3/10
<b>F 2 3 R</b>	<b>3/34</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 R 3/34
<b>F 2 3 R</b>	<b>3/42</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 R 3/42 A
<b>F 2 3 R</b>	<b>3/46</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 R 3/46
<b>F O 2 C</b>	<b>7/22</b>	<b>(2006.01)</b>	F O 2 C 7/22 Z

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2018-551192 (P2018-551192)	(73) 特許権者	599078705
(86) (22) 出願日	平成29年3月21日 (2017.3.21)		シーメンス エナジー インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2019-513215 (P2019-513215A)		アメリカ合衆国 32826-2399
(43) 公表日	令和1年5月23日 (2019.5.23)		フロリダ オーランド アラファヤ トレイル 4400
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/023331	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開番号	W02017/172408		弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開日	平成29年10月5日 (2017.10.5)	(74) 代理人	100110364
審査請求日	平成30年12月21日 (2018.12.21)		弁理士 実広 信哉
(31) 優先権主張番号	15/085,067	(72) 発明者	アンドリュー・ジェイ・ノース
(32) 優先日	平成28年3月30日 (2016.3.30)		アメリカ合衆国・フロリダ・32829・
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		オーランド・ベンソン・パーク・ブルヴァード・3832

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 射出器組立体、及びガスタービンエンジンのための燃焼システムの当該射出器組立体を含むダクト装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃焼器出口からの燃焼ガスの交差流を受容するように流体的に結合されている燃焼段の内部に配置されている射出器組立体であって、

前記射出器組立体が、入口側(44)と出口側(46)とを有している反応物質案内構造体(42)であって、前記燃焼ガスの前記交差流と交差するように前記入口側(44)における第1の流れ方向(50)から前記出口側(46)における第2の流れ方向(52)に反応物質の流れを案内するための曲線流路(47)を形成している前記反応物質案内構造体(42)を備えている前記射出器組立体において、

前記射出器組立体が、入口側(56)と出口側(57)とを有している交差流案内構造体(54)であって、前記交差流案内構造体(54)の前記入口側(56)で受容される前記燃焼ガスの前記交差流(60)の一部を前記交差流案内構造体の前記出口側(57)に向かって前記射出器組立体を通じて案内するための、前記燃焼段の略アキシアル方向に延在している流路を形成している前記交差流案内構造体(54)を備えていることを特徴とする射出器組立体。

【請求項2】

前記第2の流れ方向が、前記燃焼ガスの前記交差流に対する前記反応物質の流れの所望の射出角度( )を実現するように配置されていることを特徴とする請求項1に記載の射出器組立体。

【請求項3】

10

20

前記燃焼ガスの前記交差流に対する前記反応物質の流れの前記所望の射出角度が、約 0° ~ 約 90° の範囲とされることを特徴とする請求項 2 に記載の射出器組立体。

【請求項 4】

前記反応物質案内構造体の前記出口側において流出する前記反応物質の流れと、前記交差流案内構造体の前記出口側において流出する前記燃焼ガスの前記交差流の一部とが、前記反応物質の流出する流れの内側部分と前記燃焼ガスの前記交差流の流出する部分のうち対応する部分との間に、第 1 の並行混合流界面 ( 6 3 ) を形成するように、互いに対して配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の射出器組立体。

【請求項 5】

前記反応物質案内構造体の出口側において流出する前記反応物質の流れと、前記射出器組立体の周囲に沿って通過する前記燃焼ガスの前記交差流とが、前記反応物質の流出する流れの外側部分と前記燃焼ガスの通過する交差流のうち対応する部分との間に、第 2 の並行混合流界面 ( 6 4 ) を形成するように、互いに対して配置されていることを特徴とする請求項 4 に記載の射出器組立体。

10

【請求項 6】

前記反応物質案内構造体の前記出口側において流出する前記反応物質の流れと、前記反応物質案内構造体の前記出口側において流出する前記燃焼ガスの前記交差流とが、略同心状の並行流を形成することを特徴とする請求項 1 に記載の射出器組立体。

【請求項 7】

前記交差流案内構造体の前記出口側において流出する前記燃焼ガスの前記交差流の一部の流れ方向が、前記反応物質案内構造体の前記出口側における前記反応物質の流れの方向に対する所望の射出角度 ( ) を実現するように配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の射出器組立体。

20

【請求項 8】

前記反応物質案内構造体と前記交差流案内構造体とがそれぞれ、前記燃焼ガスの前記交差流の分岐部分それぞれと混合するための前記反応物質の分岐流れ ( 1 0 8 ) それぞれを提供するために、分岐構造体 ( 1 0 2 , 1 0 4 ) を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の射出器組立体。

【請求項 9】

前記反応物質の前記分岐流れそれぞれの流れ方向及び / 又は前記燃焼ガスの前記交差流の前記分岐部分それぞれの流れ方向が、異なる射出角度を備えていることを特徴とする請求項 8 に記載の射出器組立体。

30

【請求項 10】

前記反応物質案内構造体と前記交差流案内構造体とがそれぞれ、前記燃焼ガスの前記交差流の同心状に且つ入れ子式に配置された部分それぞれと混合するために、前記反応物質の入れ子式に配置された流れそれぞれを提供するための入れ子式構造体 ( 1 1 2 , 1 1 4 ) を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の射出器組立体。

【請求項 11】

前記反応物質の前記入れ子式に配置された流れそれぞれの流れ方向及び / 又は前記燃焼ガスの前記交差流の前記入れ子式に配置された部分それぞれの流れ方向が、異なる射出角度を備えていることを特徴とする請求項 10 に記載の射出器組立体。

40

【請求項 12】

前記交差流案内構造体が、射出オリフィスから成るアレイに流体的に結合されている交差流導管 ( 1 3 4 ) から成るアレイを含んでいる交差流マニホールド装置 ( 1 3 3 ) を備えており、

前記射出オリフィスから成るアレイが、前記反応物質の流出する流れと混合するために、前記交差流案内構造体の前記入口側において受容される前記燃焼ガスの前記交差流の部分それぞれから成るアレイを射出するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の射出器組立体。

【請求項 13】

50

前記反応物質案内構造体が、反応物質導管(146)から成るアレイを含む反応物質マニホールド装置(144)を備えており、前記反応物質導管(146)から成るアレイが、反応物質流れから成るアレイを射出するように構成されている射出オリフィスから成るアレイに流体的に結合されており、

前記反応物質流れから成るアレイの中の流出する反応物質流れそれぞれが、前記燃焼ガスの前記交差流から成るアレイの中の流出する部分と混合するように配置されていることを特徴とする請求項12に記載の射出器組立体。

【請求項14】

前記反応物質案内構造体と前記交差流案内構造体とが、一体構造とされることを特徴とする請求項1に記載の射出器組立体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願の相互参照]

本出願は、米国特許出願第15/085203号明細書に関連する。

【0002】

[連邦政府の資金援助による研究開発の記載]

本発明に至る発展は、アメリカ合衆国エネルギー省によって付与された契約番号DE-FE0023968によって支援されたものである。従って、アメリカ合衆国政府は、本発明に関して特定の権利を有している。

【0003】

本発明の実施例は、一般に、例えばガスタービンエンジンのような燃焼タービンエンジンに関し、特に射出器本体、及びガスタービンエンジンのための燃焼システムに当該射出器本体を含むダクト装置に関する。

【背景技術】

【0004】

ガスタービンエンジンでは、燃料は、燃料源から、燃料が空気と混合され、作動ガスを形成する高温の燃焼生成物を発生させるために点火される燃焼セクションに輸送される。作動ガスは、作動ガスによってタービンロータを回転させるタービンセクションに向けられる。NOx排出の生成は、燃焼器の内部における滞留時間を減少させることによって低減されることが知られている。燃焼セクションにおける滞留時間は、主燃焼段の下流において点火される燃料の一部を提供することによって減少される。このような方法は、本発明分野では、分布燃焼システム(DCS)と呼称されている。このような公知技術は、例えば特許文献1及び特許文献2に開示されている。

【0005】

また、ガスタービンエンジンの特定のダクト装置は、作動ガスの流れを適切に整列させるように構成されているので、例えばこのような流れの整列によって、ガスタービンエンジンのタービンセクションにおける流れ指向羽根の第1の段を不要とするのに適している。このような公知技術は、例えば特許文献3及び特許文献4に開示されている。特許文献それぞれが、参照により本明細書に組み込まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第8375726号明細書

【特許文献2】米国特許第8752386号明細書

【特許文献3】米国特許第7721547号明細書

【特許文献4】米国特許第8276389号明細書

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】“Additive Manufacturing Technologies, 3D Printing, Rapid Proto

10

20

30

40

50

typing, and Direct Digital Manufacturing”, by Gibson I., Stucker B., and Rosen D., 2010, published by Springer

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明における射出器組立体を具備して構成されている、例えば流れ加速コーンのような流れ加速構造体を含む、燃焼器移行ダクトの組立体の断片的な概略図である。

【図2】本発明における射出器組立体の一の非限定的な実施例の概略図である。

【図3】本発明における射出器組立体の反応物質案内構造体及び直交流案内構造体の出口側それぞれを表わす斜視図である。

【図4】図3に表わす直交流案内構造体の入口側を表わす斜視図である。

10

【図5】本発明における射出器組立体の他の非限定的な実施例の、反応物質案内構造体及び直交流案内構造体の出口側それぞれを表わす斜視図である。

【図6】図5に表わす直交流案内構造体の入口側を表わす斜視図である。

【図7】分岐構造体を備えている本発明における射出器組立体のさらなる他の非限定的な実施例の概略図である。

【図8】入れ子式構造体を備えている本発明における射出器組立体のさらなる他の非限定的な実施例の概略図である。

【図9】本発明における射出器組立体のさらにさらなる他の非限定的な実施例の概略図である。

【図10】本発明における射出器組立体のさらなる非限定的な実施例の概略図である。

20

【図11】図10に表わす射出器組立体によって得られる、反応物質の流れと混合するために燃焼ガスの直交流の一部から成る対応するアレイを射出するように構成されている射出オリフィスから成るアレイの縦図である。

【図12】本発明における射出器組立体のさらにさらなる非限定的な実施例の概略図である。

【図13】図12に表わす射出器組立体によって得られる、燃焼ガスの直交流の一部から成るアレイと混合するために反応物質流れから成る対応するアレイを射出するように構成されている射出オリフィスから成るアレイの縦図である。

【図14】射出器組立体を、又はガスタービンエンジンの燃焼システムのために利用される、当該射出器組立体を含むダクト装置を製造するための本発明における方法で利用される特定のステップを列挙したフローチャートである。

30

【図15】射出器組立体又はダクト装置を製造するための本発明にける方法で利用されるさらなる段階を列挙したフローチャートである。

【図16】射出器組立体又はダクト装置を製造するための本発明における方法に関連した処理の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

例えばガスタービンエンジンのような燃焼タービンエンジンの燃焼システムにおける分散型燃焼システム(DCS)手法及びアドバンスドダクティング手法(advanced ducting approach)を含む燃焼器の設計手法を統合することができるという優位性が存在する。

40

例えば、これら設計手法を適切に統合することによって、所望の静的温度を実現すると共に燃焼滞留時間を低減することができる。所望の静的温度の実現及び燃焼滞留時間の低減それぞれが、摂氏約1700度(華氏約3200度)以上のタービン入口温度においてNO<sub>x</sub>の排出を許容範囲内に低減することに繋がっている。

【0010】

焼成温度が摂氏1700度以上であったとしても、例えば反応物質(例えば燃料及び空気)を、主燃焼段の下流に位置する副燃焼段に配置されている複数の射出器組立体(空気吸入口及び燃料ノズルから成る組立体をそれぞれ備えている)を通じて射出することによって、NO<sub>x</sub>を形成するための閾値を下回る反応温度を維持することができる。

特定の実施例では、この副燃焼段は、比較的高い亜音速に到達可能な燃焼ガス(例えば

50

主燃焼領域からの汚染ガス)の交差流を通過させる流れ加速構造体を含んでいる。このことは、静的温度を低下させると共に燃焼滞留時間を減少させることに繋がっている。

【0011】

本発明の発明者は、通過する燃焼ガスの交差流の速度が比較的高い亜音速である場合に、システムの全圧が顕著に低下することを発見した。このことは、望ましいものではない。このような発見に鑑みて、本発明の発明者は、射出された反応物質と燃焼ガスの通過する交差流とを効果的に混合しつつ、このような圧力損失の大きさを低減するように適切に構成されている革新的な射出器組立体を提案する。

【0012】

本発明の発明者は、従来技術に基づく製造方法が射出器組立体を構成するためのコスト効率に優れた及び/又は実現可能とされる製造に繋がっておらず、上述の方法の効率的な実行に影響を及ぼす場合があることをさらに認識している。例えば従来技術に基づく製造方法は、製造誤差を確実に制限するには幾分不十分な傾向にあり、このような燃焼器部品に組み込まれている比較的複雑な外形形状並びに小型化された形体及び/又は導管をコスト効率良く且つ確実に製造するには不十分な場合がある。

【0013】

このようなさらなる認識に鑑みて、一の非限定的な実施例では、本願の発明者は、比較的複雑な外形形状並びに小型化された形体及び/又は導管を含む開示される射出器組立体をコスト効率良く製造することに繋がる可能性がある、例えば選択的レーザ焼結法(SLM)、直接金属焼結法(DMLS)、電子ビーム積層造形法(EBM)のような、三次元(3D)プリンティング造形/積層造形(AM)の利用をさらに提案する。3Dプリンティング造形/積層造形(AM)技術に関連する一般的な予備知識が必要である場合には、非特許文献1を参照すべきである。

【0014】

以下の詳細な説明では、このような実施例を完全に理解することができるように、様々な具体的詳細部分について説明する。しかしながら、当業者であれば、具体的詳細な説明が無くとも、本発明の実施例が実施可能であること、図示の実施例に限定される訳ではないこと、及び本発明が様々な代替的な実施例において実施可能であることを理解することができるであろう。当業者にとっては周知の他の実施例、方法、手順、及び構成部材については、不要な説明及び面等な説明を回避するために詳述しない。

【0015】

さらに、本発明の実施例を理解するのに有益となるように、様々な操作について、複数の個別のステップとして説明する。しかしながら、説明の順序は、これら作業が本明細書に記載された順番で実施される必要があると解釈されるべきではなく、これら作業は、特に示さない限り順序に依存するものではない。さらに、繰り返し利用される“一の実施例では”との語句は、必ずしも同一の実施例について言及している訳では無いが、同一の実施例に言及している場合もある。開示される実施例が、相互に排他的な実施例として解釈される必要はない。このような開示される実施例の実施態様は、所与の利用分野における必要性に従って、当業者によって適切に組み合わせ可能とされるからである。

【0016】

本出願で利用される“備えている”、“含んでいる”、“有している”等の用語は、明示のない限り、同義的に利用されることが意図されている。最後に、本明細書で利用するように、“ように構成されている”又は“ように配置されている”との語句は、“ように構成されている”又は“ように配置されている”に先行する特徴が特定の方法で実施又は機能するように意図的に且つ具体的に設計又は製造されているという概念を強調するものであって、明示のない限り、当該特徴が特定の方法で実施又は機能するための能力又は適性を有していることを意味するものと解釈すべきではない。

【0017】

一の非限定的な実施例では、開示される射出器組立体は、利用された射出器組立体を備えている。“利用された”との用語は、本願との関連において明示のない限り、例えば3

10

20

30

40

50

Dプリント技術/付加製造(AM)技術(これに限定される訳では無い)のような急速製造技術を利用して単一体(例えばモノリシックな構成)として形成されている構造体を意味する。一体化された構造体は、単体で又は他の一体化された構造体と共に、例えば射出器組立体や当該射出器組立体を含むダクティング装置全体のような燃焼タービンエンジンの構成部品を形成することができる。

【0018】

図1は、例えばガスタービンエンジンのような燃焼タービンエンジンの燃焼システムにおける燃焼移行ダクト10の概略図である。燃焼移行ダクト10では、複数の流路12が1つの環状チャンバ14に滑らかに集合している。流路12それぞれは、流れ案内羽根の第1の段をエンジンのタービンセクションに設ける必要なく、燃焼器それぞれに形成された燃焼ガスをエンジンのタービンセクションに供給するように構成されている。

10

【0019】

非限定的な実施例では、流路12それぞれが、コーン16と一体型出口ピース(IEP)18とを含んでいる。コーン16それぞれは、円状の断面を具備するコーン入口26を有しており、コーン入口26は、燃焼器出口(図示しない)からの燃焼ガスを受容するように構成されている。コーン16の断面形状は、コーン出口28に向かって縮小されている。IEP入口30に関連するコーン出口28は、IEP入口30と流通している。

【0020】

コーン16の縮小する断面形状に基づいて、燃焼ガスの流れは、コーン入口26からコーン出口28に移動するに従って加速され、制限されることなく約0.3Ma~約0.8Maの範囲の比較的高い亜音速マッハ(Ma)数に到達するので、コーン16は、一般に流れ加速構造体の非限定的な実施例として概念化される場合がある。従って、燃焼ガスは、流れ速度を増大させつつコーン16を通じて流れる。その結果として、燃焼ガスのこのような流れによって、コーン16の内部の静温度が低下すると共に、燃焼残渣時間が低減される。静温度の低下及び燃焼残渣時間の低減それぞれが、燃焼タービンエンジンの高い焼成温度におけるNOx排出量の削減に貢献する。

20

【0021】

反応物質を比較的低い静温度を有するコーンの位置に、例えばコーン入口26とコーン出口28との間の位置に排出することによって、特定の非限定的な実施例では焼成温度が約1700以上であとしても、効率的に反応温度をNOx形成の閾値温度より低くすることが好ましい。すなわち射出器の位置は、一旦燃焼されたガスの静温度が反応物質がコーン入口26に射出された場合に燃焼された静温度より低くなるであろう位置とされる。

30

【0022】

説明を簡単にするために、図1は、図1に表わすコーンそれぞれと接続している単一の射出器組立体32の概念的な概略図である。しかしながら、複数の射出器がコーン16の周囲に配置されていることが理解される。一の非限定的な実施例では、周方向に配置されている射出器組立体は、2列以上の周方向に配置されている射出器組立体とされる。一の非限定的な実施例では、このような2列以上の周方向に配置されている射出器組立体それぞれの射出器組立体の数量は、所与の用途の必要性に従って変化する。

【0023】

本発明の射出器組立体が、流れ加速構造体を含む用途に限定される必要がないことが理解される。比較的高い亜音速マッハ(Ma)数を有する直交流を含む用途であれば、このような射出器組立体から利益を受けることができるからである。本発明の射出器組立体と関連する構造的詳細及び/又は動作上の関係については、以下に詳述する。

40

【0024】

図2は、本発明における射出器組立体40の一の非限定的な実施例の概略図である。上述のように、射出器組立体40は、燃焼器出口(図示しない)からの燃焼ガスの直交流を受容するように流通している燃焼段に配置されている。射出器組立体40は、入口側44及び出口側46を有する反応物質案内構造体42を含んでいる。反応物質案内構造体42は、入口側44における第1の流れ方向(矢印50として概略的に表わす)から、出口側

50

46における第2の流れ方向(矢印52として概略的に表わす)に、燃焼ガスの直交流に向かうように反応物質の流れを導くように、曲線流路47を形成している。

【0025】

第2の流れ方向52は、燃焼ガスの直交流に対して反応物質の流れの所望の射出角度を実現するように配向されている。所望の射出角度は、圧力損失を低減させるように選定される。さもないと、圧力損失は、上述のように比較的高い亜音速マッハ数を伴う直交流に向かう反応物質の流れの略垂直な射出の存在下において増大する。

【0026】

一の非限定的な実施例では、燃焼ガスの直交流に対する反応物質の流れの所望の射出角度は、図2において角度として概略的に表わすように、約0°~約90°の範囲とされる。角度が約90°である場合には、反応物質の流れが直交流に対して略直角に射出される一方、角度が約0°である場合には、反応物質の流れが直交流に対して略平行に射出される。

10

【0027】

射出角度が0°に近づくに従って、対応して圧力損失が減少する。圧力損失は、射出角度が約0°である場合に最大減少する。逆に、射出角度が90°に近づくに従って、対応して圧力損失が増大する。圧力損失は、射出角度が約90°である場合に減少しなくなる。しかしながら、射出角度が90°である場合に直交流と反応物質の流れとの混入/混合が発生する用途(例えば比較的低いマッハ数の直交流を伴う用途)が存在する。0°以上90°以下の範囲にある任意の射出角度が、全圧損失と運動量フラックス比との両方に影響を及ぼすことに留意すべきである。例えば射出角度を0°から90°に増加させると、全圧損失と運動量フラックス比が増大する一方、射出角度を90°から0°に減少させると、全圧損失と運動量フラックス比が減少する。従って、最適な射出角度は、例えば直交流の状態等のような所与の用途の必要性に従って適切に選定される。

20

【0028】

当該実施例では、射出器組立体40は、入口側56(図4に良好に表わす)及び出口側57を有する直交流案内構造体54をさらに形成している。直交流案内構造体54は、直交流案内構造体54の入口側56において受容される(図2において矢印60で表わす)燃焼ガスの直交流の一部を射出器組立体を通じて直交流案内構造体54の出口側57に向かって(矢印62で表わすように)導くように、略アキシアル方向に延在している流路58を形成している。特に図示しないが、“略アキシアル方向に延在している流路”との用語は、直線的な流路又は燃焼ガスの直交流をタービンエンジンの長手方向軸線に関して上流位置から下流位置に輸送する流路を意味する。

30

【0029】

一の非限定的な実施例では、反応物質案内構造体と直交流案内構造体とを具備する本発明の射出器組立体は、一体構造を構成している。特定の実施例では、本発明の射出器組立体と流れ加速構造体それぞれとを具備するダクト装置は、一体構造を構成している。制限されることなく、実際の実施例は、約1mm~約30mmの範囲にある最小直径を有する少なくとも幾つかの流れ導管を備えている。

【0030】

40

一の非限定的な実施例では、反応物質案内構造体42の出口側46において流出する反応物質の流れと、直交流案内構造体54の出口側57において流出する燃焼ガスの直交流の一部とが、略同軸の並行流を形成するように互いに対して配置されている。略同軸の並行流は、反応物質の流出する流れの内側部分(例えば内環)と燃焼ガスの直交流の流出する部分のうち対応する部分との間に、同心状に配置された第1の並行混合流界面(図3において粗線63で概略的に表わす)を形成している。同様に、反応物質案内構造体の出口側において流出する反応物質の流れと、射出器組立体の周囲に沿って通過する燃焼ガスの直交流とは、反応物質の流出する流れの外側部分(例えば外環)と燃焼ガスの通過する直交流の対応する部分との間に(粗線64で概略的に表わす)第2の並行混合流界面を形成するように互いに対して配置されている。このよう流れは、射出器組立体40の本体の外

50

周を通過する燃焼ガスの直交流である。

【0031】

本発明の実施態様は、環帯や同軸の並行流に限定される訳ではないことに留意すべきである。例えば、(図2の矢印62によって概略的に示す)直交流案内構造体54の出口側57において流出する燃焼ガスの直交流の一部の流れ方向は、(図2の矢印52によって概略的に示す)反応物質案内構造体42の出口側46における反応物質の流れの流れ方向に対して、所望の射出角度を実現するように配置されている。すなわち、反応物質の流れのための射出角度は、出口側57において流出する燃焼ガスの直交流の一部のための射出角度と同一である必要はない。さらに、当該流出する流れは、環帯として構成されている必要はなく、他の構成であっても良い。

10

【0032】

図5は、本発明における射出器組立体の他の非限定的な実施例における反応物質案内構造体42の出口側46と直交流案内構造体54の出口側57との等角図である。第1の流れ方向50が、射出器組立体が燃焼領域に入る際に通過する燃焼器壁面66に対して垂直とされる(図3及び図4参照)代わりに、当該実施例では、第1の流れ方向50は、水平面に対して、例えば燃焼器壁面66に対して角度で傾斜している。一の非限定的な実施例では、第1の流れ方向50の角度は、燃焼ガスの直交流に向かって約90°(例えば燃焼器壁面66に対して垂直)から約45°の範囲とされる。傾斜角度は、入口側における第1の流れ方向50から反応物質案内構造体42の出口側46における第2の流れ方向52に反応物質の流れを案内するために、曲線流路47の曲率半径を大きくするのに効果的である。

20

【0033】

図7は、燃焼ガスの直交流の分岐された部分108それぞれと混合するために、反応物質の分岐流れ106それぞれを提供するための分岐構造体102, 104を備えている、本発明における射出器組立体100のさらなる他の非限定的な実施例の概略図である。図示の分岐構造は、限定的な意味で解釈されるべきでないことに留意すべきである。分岐の数量(すなわち枝分かれの回数)が、2に限定される必要がないからである。さらに、留意すべきである。反応物質の分岐された並行流の分岐された並行流106と燃焼ガスの分岐された直交流部分108とがそれぞれ、互いと同軸に配置される必要がないからである。すなわち、反応物質の分岐された流れそれぞれの流れ方向及び/又は燃焼ガスの直交流の分岐された部分それぞれの流れ方向が、異なる射出角度を備えている場合がある。

30

【0034】

図8は、燃焼ガスの直交流の部分それぞれ(矢印118で概略的に示す)と混合するために反応物質の入れ子式に配置された流れそれぞれ(矢印116で概略的に示す)を形成するように配置されている、入れ子式構造体112, 114を備えている本発明における射出器組立体110のさらなる他の非限定的な実施例の概略図である。図示の入れ子式構造は、限定的な意味で解釈されるべきでないことに留意すべきである。入れ子式構造の数量は任意の特定の数字に限定される必要はないからである。反応物質の入れ子式に配置された並行流116と燃焼ガス118の入れ子式に配置された直交流とが、互いに対して同軸とされる必要がないことにさらに留意すべきである。すなわち、反応物質の入れ子式に配置された流れそれぞれの流れ方向、及び/又は、燃焼ガスの直交流の入れ子式に配置された部分の流れ方向は、異なる射出角度を備えている場合がある。

40

【0035】

本発明における射出器組立体の実施態様を任意の特定の動作原理に限定することなく、一の基本的な思想は、所定の射出器組立体の内部における反応物質の流出する流れと、所定の射出器組立体の内部における燃焼ガスの流出する流れと、所定の射出器組立体の周囲を通過する外部直交流との間に形成される、並行混合流界面同士の間において利用可能とされる表面積を最大化する又は適切に大きくすることである。様々な開示する実施例から理解されるように、当該基本的な思想は、所定の用途における必要性に基づいて、様々な方法で実施可能とされる。

50

## 【0036】

図9は、本発明における射出器組立体120のさらにさらなる他の非限定的な実施例の概略図である。当該実施例では、内部直交流案内構造体を具備する必要は必ずしもないが、上述の実施例に関して説明したように、反応物質案内構造体124の入口側122は、燃焼ガスの通過する直交流（矢印126で概略的に示す）に対して流線型本体を形成するように位置決めされた、楕円状本体125（例えば縦長状の本体や翼形状の形状）を備えている。

## 【0037】

反応物質案内構造体124の出口側128は、楕円状本体125より小さいさらなる楕円状本体127を備えている。一の非限定的な実施例では、さらなる楕円状本体127は、反応物質案内構造体124の入口122において楕円状本体125に対して横方向に配置されている。一の非限定的な実施例では、曲線流路123は、反応物質案内構造体124の入口側における楕円状本体125と反応物質案内構造体124の出口側における楕円状本体127との間に位置する円状断面129を通じて移行する。さもなければ、上述の「横方向に配置されている」は、流線型本体の長手方向軸線に対して約90°の角度で又は流線型本体の長手方向軸線に対して略横方向に位置決めされた、さらなる流線型本体127の長手方向軸線として解釈される。

## 【0038】

反応物質案内構造体124の入口側122に配置されている流線型本体は、直交流の阻害を効果的に低減することができるので、燃焼ガスの通過する直交流の比較的高い超音速マッハ数に起因して発生する圧力損失を効果的に低減することもできる。さらなる楕円状本体127が、反応物質案内構造体124の出口側において、反応物質案内構造体124の入口側における楕円状本体125の配向に対して横向きに配向されているので、射出された反応物質の流れ同士の間におけるラジアル方向上方の並行混合流界面と燃焼ガスの通過する直交流の対応する部分との間の速度勾配を効果的に高めることができる。これにより、このような並行流同士の間における剪断誘起の混合を効果的に増大させることができる。

## 【0039】

上述の構造及び/又は動作上の関係が、図9に関連して説明したように、先行して開示した実施例及び以下に開示する実施例のうち任意の実施例に組み込み可能とされる。例えば、図2に表わす実施例における入口側44は、燃焼ガスの通過する直交流に対する流線型本体（例えば楕円状の本体、縦長状の本体や翼形状の本体）として配置されている。同様に、当該実施例における出口側46は、入口側44における流線型本体に対して横方向に配置されているさらなる楕円状本体として配置されている。

## 【0040】

図10は、本発明における射出器組立体130のさらなる非限定的な実施例の概略図である。当該実施例では、直交流案内構造体132は、射出オリフィス136のアレイに流体的に結合されている（図11参照）直交流導管134を含む、直交流マニホールド装置133を備えている。射出オリフィス136は、図10に矢印138で概略的に示すように、反応物質の囲んでいる流出流れと混合するために、直交流案内構造体132の入口側において受容される燃焼ガスの直交流の一部（矢印135で概略的に示す）それぞれから成るアレイを射出するように構成されている。このような構成は、燃焼ガスの直交流の温度より低い温度を有する周囲反応物質流れと共に、燃焼ガスの直交流の一部（図10に矢印148で概略的に示す）それぞれを輸送する導管134を効果的に冷却するのに有効である。

## 【0041】

図12は、本発明における射出器組立体140のさらにさらなる非限定的な実施例の概略図である。当該実施例では、射出器組立体140は、反応物質導管146のアレイを含んでいる反応物質マニホールド装置144を含む、反応物質案内構造体142をさらに備えている。反応物質導管146のアレイは、図12に矢印152で概略的に示された反応

10

20

30

40

50

物質流れそれぞれから成るアレイを射出するように構成されている、射出器オリフィス147のアレイ(図13参照)に流体的に結合されている。反応物質流れそれぞれから成るアレイの流出する反応物質流れそれぞれが、(図12に矢印148で概略的に示す)燃焼ガスの直交流の部分それぞれから成るアレイを射出する射出オリフィス150から成るアレイの内部において流出する部分それぞれと混合するように同心状に配置されている場合がある(が、必ずしも必要ではない)。このような構成によって、上述のように燃焼ガスの直交流の温度より低い温度を有する周囲反応物質流れから成るアレイそれぞれと共に、燃焼ガスの直交流の部分それぞれを輸送する導管を効果的に冷却するのに有効である。

【0042】

動作の際に、本発明における射出器組立体は、反応物質の流れを燃焼ガスの通過する直交流に射出すると共に、射出された反応物質と燃焼ガスの通過する直交流との効果的な混合を実現しつつ、全体の圧力損失を低減させるように構成されている。

【0043】

動作の際に、開示される実施例は、ガスタービンエンジンの内部において約65%以上の複合サイクル効率を実現可能とされる燃焼システムに導通することを期待されている。また、開示される実施例は、冷却空気の消費を増大させることなく、比較的レベルのNOx排出を維持すると共にガスタービンエンジンの構成部品の内部において許容温度を維持しつつ、約1700以上のタービン入口温度で安定動作を維持することができる燃焼システムを実現することを期待されている。

【0044】

図14A、ガスタービンエンジンの燃焼システムのためのこのような射出器組立体を含む開示される射出器組立体及び/又はダクト装置を製造するための、本発明における方法で利用されるステップを列挙したフローチャートである。図14に表わすように、開始ステップ200の後のステップ202は、例えばコンピュータ支援設計(CAD)モデルとして、射出器組立体のコンピュータ読み取り可能な三次元(3D)モデルを生成することができる。代替的には、射出器組立体のコンピュータ読み取り可能な三次元(3D)モデルの代わりに、ステップ202は、このような射出器組立体を含むダクト装置のコンピュータ読み取り可能な三次元(3D)モデルを生成することができる。いずれの場合であっても、図1~図13に関連して上述したように、三次元モデルは、射出器組立体(又はダクト装置)のデジタル表現を形成している。

【0045】

戻りステップ206の前に、ステップ204は、生成された三次元モデルに基づいて付加製造技術を利用することによって、複数の射出器組立体(又はダクト装置)を製造することができる。付加製造技術の非限定的な例としては、レーザ焼結法、選択的レーザ溶融法(SLM)、直接金属レーザ焼結法(DMLS)、電子ビーム焼結法(EBM)、及び電子ビーム溶融法(EBM)等が挙げられる。三次元モデルが生成されると、又は三次元モデルが利用可能になる(例えば3Dデジタルプリンタにロードされるか、又は付加製造技術を制御するプロセッサにロードされる)と、その後には、生成ステップ202が製造ステップ204を先行する必要はなくなる。

【0046】

図15は、ダクト装置を製造するための本発明における方法で利用されるさらなるステップを列挙したフローチャートである。一の非限定的な実施例では、製造ステップ204(図14参照)は、開始段階208の後に、以下の段階を含んでいる。段階210は、プロセッサで三次元モデルを射出器組立体(又はダクト装置)の断面レイヤそれぞれを形成する複数のスライスに加工する。段階212で説明するように、複数のスライスのうち少なくとも幾つかのスライスが、1つ以上の空洞(例えば流路47, 58(図2参照)、導管134(図10参照)、導管146(図12参照)等のような、射出器組立体40の中空部分を形成するために利用される空洞それぞれ)を射出器組立体(又はダクト装置)の少なくとも幾つかの断面レイヤの内部に形成する。戻り段階216の前に、段階214は、例えばレーザエネルギーや電子ビームエネルギーのような適切なエネルギー源を利用して金

10

20

30

40

50

属粉体を融合させることによって、射出器組立体（又はダクト装置）の断面レイヤそれぞれを連続的に形成する。但し、エネルギーがこれらに限定される訳ではない。

【0047】

図16は、例えば射出器組立体を具備するダクト装置のような3Dオブジェクト232を製造するための、本発明における方法に関連する処理の流れ図である。3Dオブジェクトの、例えばコンピュータ支援設計(CAD)モデルのようなコンピュータ読み取り可能な三次元(3D)モデル224は、プロセッサ226で処理され、スライスモジュール228は、三次元モデル224を、3Dオブジェクトの断面レイヤそれぞれを形成する複数のファイル(例えば2Dデータファイル)に変換する。プロセッサ226は、3Dオブジェクト232を生成するために利用される付加製造技術230を制御するように構成されている。

10

【0048】

一の非限定的な実施例では、射出器組立体は、付加製造技術を利用することによって、射出器組立体のコンピュータ読み取り可能な三次元モデルに基づいて製造される。射出器組立体の三次元モデルは、付加製造技術を制御するように構成されているプロセッサで処理可能とされる。

【0049】

射出器組立体は、入口側及び出口側を具備する反応物質案内構造体であって、燃焼ガスの直交流に向かって入口側における第1の流れ方向から出口側における第2の流れ方向に反応物質の流れを案内するための曲線流路形成している反応物質案内構造体によって特徴づけられている。第2の流れ方向は、燃焼ガスの直交流に対して反応物質の流れの所望の射出角度を実現するように配置されている。

20

【0050】

射出器組立体は、入口側及び出口側を具備する直交流案内構造体であって、直交流案内構造体の入口側で受容される燃焼ガスの直交流の一部を直交流案内構造体の出口側に向かって射出器組立体を通じて案内するための、略アキシアル方向に延在している流路を形成している直交流案内構造体によってさらに特徴づけられている。反応物質案内構造体の出口側において流出する燃焼ガスの直交流の一部の流れ方向は、反応物質案内構造体の出口側における反応物質流れの流れ方向に対して所望の射出角度を実現するように配置されている。

30

【0051】

一の非限定的な実施例では、ダクト装置は、適切な製造技術を利用することによって、ダクト装置のコンピュータ読み取り可能な三次元モデルに基づいて製造される。ダクト装置の三次元モデルは、付加製造技術を制御するように構成されているプロセッサで処理可能とされる。

【0052】

ダクト装置は、入口及び出口を具備する流れ加速構造体であって、流れ加速構造体の入口が、燃焼器出口からの燃焼ガスの流れを受容するように流体的に結合されている、流れ加速構造体によって特徴づけられている。少なくとも1つの射出器組立体が、流れ加速構造体の入口と出口との間に配設されている。射出器組立体は、入口側及び出口側を具備する反応物質案内構造体であって、燃焼ガスの直交流に向かって入口側における第1の流れ方向から出口側における第2の流れ方向に反応物質の流れを案内するための曲線流路を形成している反応物質案内構造体によって特徴づけられている。第2の流れ方向は、燃焼ガスの直交流に対して反応物質の流れの所望の射出角度を実現するように配置されている。

40

【0053】

射出器組立体は、入口側及び出口側を具備する直交流案内構造体であって、直交流案内構造体の出口側に向かって直交流案内構造体の入口側で受容される燃焼ガスの直交流の一部を射出器組立体を通じて案内するための、略アキシアル方向に延在している流路を形成している直交流案内構造体によってさらに特徴づけられている。反応物質案内構造体の出口側において流出する燃焼ガスの直交流の一部の流れ方向は、反応物質案内構造体の出口

50

側における反応物質流れの流れ方向に対して所望の射出角度を実現するように配置されている。

【 0 0 5 4 】

本発明の実施例について例示的に説明したが、当業者にとっては、特許請求の範囲に記載のように、本発明の技術的思想及び技術的範囲並びにその均等物から逸脱することなく変更、追加、及び削除することができることは明白である。

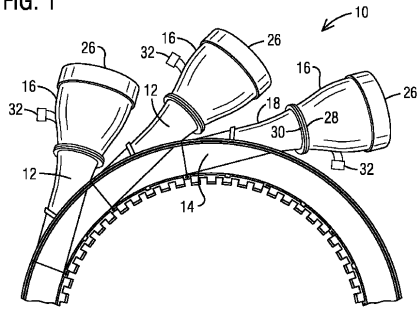
【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

1 0	燃焼移行ダクト	
1 2	流路	10
1 4	環状チャンバ	
1 6	コーン	
1 8	一体型出口ピース ( I E P )	
2 6	コーン入口	
2 8	コーン出口	
3 0	I E P 入口	
3 2	射出器組立体	
4 0	射出器組立体	
4 2	反応物質案内構造体	
4 4	入口側	20
4 6	出口側	
4 7	曲線流路	
5 0	第 1 の流れ方向	
5 2	第 2 の流れ方向	
5 4	直交流案内構造体	
5 6	入口側	
5 7	出口側	
5 8	流路	
6 0	矢印	
6 2	矢印	30
6 3	第 1 の混合流界面	
6 4	第 2 の混合流界面	
6 6	燃焼器壁面	
1 0 6	反応物質の分岐流れ	
1 0 8	燃焼ガスの分岐された直交流部分	

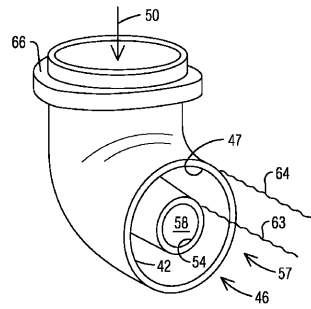
【 図 1 】

FIG. 1



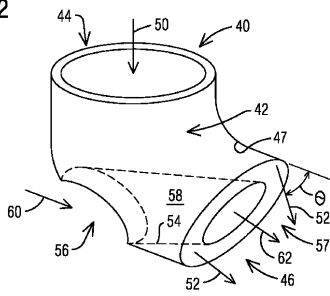
【 図 3 】

FIG. 3



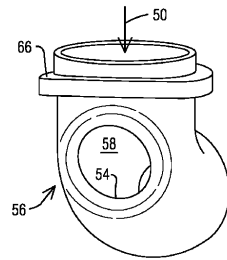
【 図 2 】

FIG. 2



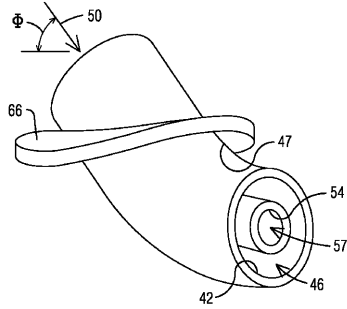
【 図 4 】

FIG. 4



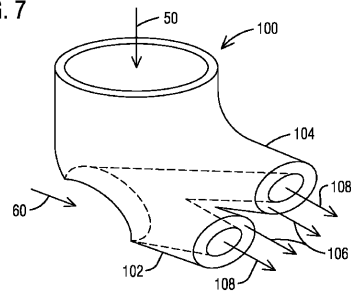
【 図 5 】

FIG. 5



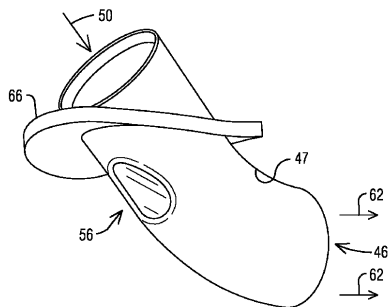
【 図 7 】

FIG. 7



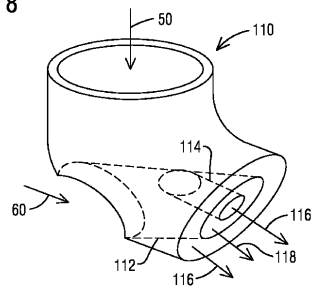
【 図 6 】

FIG. 6

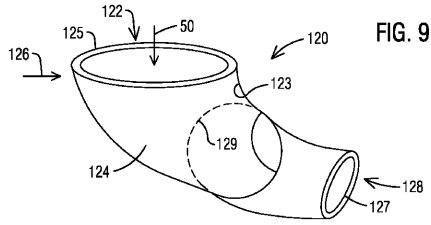


【 図 8 】

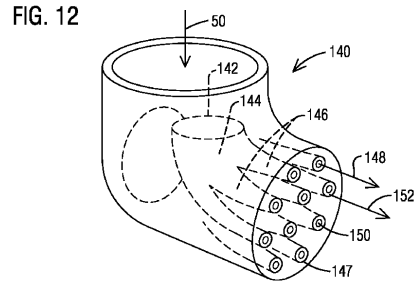
FIG. 8



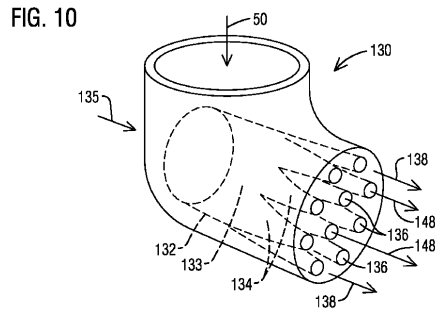
【図9】



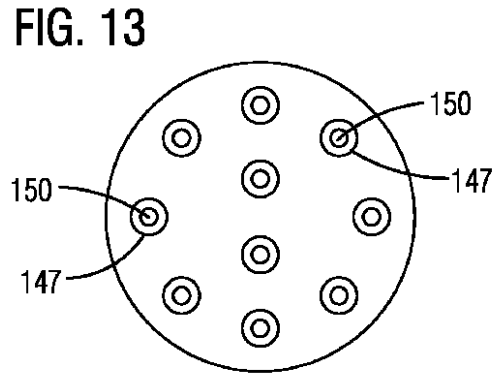
【図12】



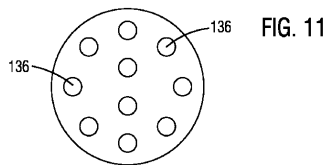
【図10】



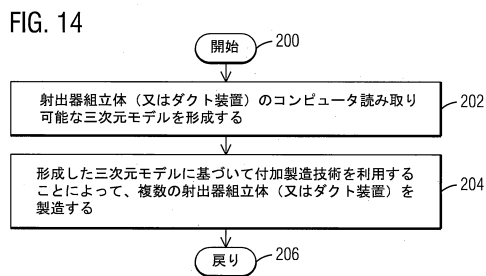
【図13】



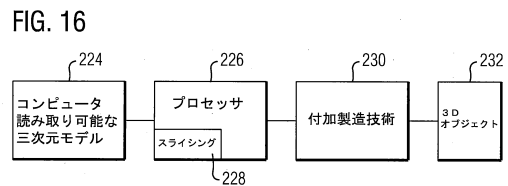
【図11】



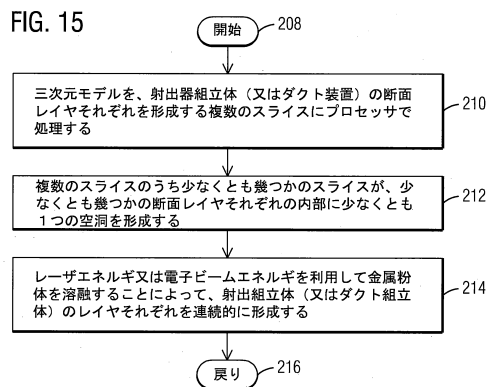
【図14】



【図16】



【図15】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ホワン・エンリケ・ポージェロ・ビルバオ  
アメリカ合衆国・フロリダ・32766・オービエード・サフラワー・テラス・3766
- (72)発明者 ウォルター・レイ・ラスター  
アメリカ合衆国・フロリダ・32766・オービエード・コッパーリーフ・コーブ・1668
- (72)発明者 ジョセフ・メドーズ  
アメリカ合衆国・ノースカロライナ・28278・シャーロット・スプリングポイント・レーン・  
11805

審査官 高吉 統久

- (56)参考文献 特開平09-287740(JP,A)  
欧州特許出願公開第02808612(EP,A1)  
特開昭50-065708(JP,A)  
特開平07-318060(JP,A)  
特開2010-236550(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C	7/22
F23R	3/10
F23R	3/34
F23R	3/42
F23R	3/46