

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5100287号  
(P5100287)

(45) 発行日 平成24年12月19日 (2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日 (2012.10.5)

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| (51) Int.Cl.                   | F I             |
| <b>F 2 3 R 3/28 (2006.01)</b>  | F 2 3 R 3/28 B  |
| <b>F 0 2 C 7/232 (2006.01)</b> | F 0 2 C 7/232 B |
| <b>F 2 3 R 3/14 (2006.01)</b>  | F 2 3 R 3/14 D  |
|                                | F 2 3 R 3/28 D  |

請求項の数 10 (全 21 頁)

|                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 特願2007-257445 (P2007-257445) | (73) 特許権者 390041542<br>ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ<br>アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ<br>クタディ、リバーロード、1番 |
| (22) 出願日 平成19年10月1日 (2007.10.1)        |                                                                                    |
| (65) 公開番号 特開2008-89297 (P2008-89297A)  |                                                                                    |
| (43) 公開日 平成20年4月17日 (2008.4.17)        | (74) 代理人 100137545<br>弁理士 荒川 聡志                                                    |
| 審査請求日 平成22年9月30日 (2010.9.30)           | (74) 代理人 100105588<br>弁理士 小倉 博                                                     |
| (31) 優先権主張番号 11/537,730                | (74) 代理人 100129779<br>弁理士 黒川 俊久                                                    |
| (32) 優先日 平成18年10月2日 (2006.10.2)        | (72) 発明者 ギルバート・オー・クレイマー<br>アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グ<br>リアー、ノース・スタッグホーン・レーン<br>、8番       |
| (33) 優先権主張国 米国 (US)                    |                                                                                    |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンエンジンを運転する装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼室（106）を定める少なくとも1つの燃焼器壁（105）と、  
前記燃焼室に第1流体流（132）を噴射するように構成された少なくとも1つの第1流体入口（154）を前記少なくとも1つの燃焼器壁内に定めており、前記燃焼室と流れ連通して結合されている少なくとも1つの第1流体流路（158）と、  
前記少なくとも1つの第1流体入口に隣接して位置付けられた少なくとも1つの第2流体入口（152）を前記少なくとも1つの燃焼器壁内に定めている少なくとも1つの第2流体流路（156）と、  
を含み、  
前記少なくとも1つの第2流体入口が前記燃焼室と流れ連通して結合され、該第2流体入口は、第2流体流（160）を前記第1流体流に対してある傾斜角（164）で前記燃焼室に噴射して前記第2流体流及び第1流体流が予め設定された入射角で交差するように構成されており、  
前記少なくとも1つの第2流体入口（152）が、複数の第1流体入口（154）に円周方向で隣接した複数の第2流体入口を含み、前記複数の第2流体入口及び前記複数の第1流体入口は、交互に配置された1つの円形のリング（151、153、及び155）で構成され、前記複数の第2流体入口及び前記第1流体入口は、1つの円形の流体流パターンを協働して形成するよう構成されている、  
ことを特徴とする燃焼器組立体（104）。

## 【請求項 2】

前記第 2 流体流 ( 1 6 0 ) は、前記燃焼室 ( 1 0 6 ) の中心線 ( 1 0 7 ) に対して斜めにされた予め設定された第 2 の角度 ( 1 6 1 ) で前記燃焼室 ( 1 0 6 ) に噴射され、前記第 1 流体流 ( 1 6 2 ) は、前記中心線 ( 1 0 7 ) に対して斜めにされた予め設定された第 1 の角度 ( 1 6 3 ) で前記燃焼室 ( 1 0 6 ) に噴射されることを特徴とする請求項 1 に記載の燃焼器組立体 ( 1 0 4 ) 。

## 【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの円形のリング ( 1 5 1、1 5 3、及び 1 5 5 ) は、第 1 の円周方向を有する第 1 の同心且つ環状の流動パターン及び第 2 の円周方向を有する少なくとも 1 つの隣接する同心且つ環状の流動パターンを形成するように構成された複数の同心且つ環状のリングを含み、

前記第 1 の同心且つ環状の流動パターン及び隣接した同心且つ環状の流動パターンが、前記第 2 の円周方向に対して反対である前記第 1 の円周方向と、前記第 2 の円周方向に対して同じである前記第 1 の円周方向と、の少なくとも 1 つを含む、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の燃焼器組立体 ( 1 0 4 ) 。

## 【請求項 4】

少なくとも 1 つのスワラ組立体 ( 6 0 4 ) を更に含み、前記少なくとも 1 つのスワラ組立体は前記燃焼器組立体内に位置付けられ、前記少なくとも 1 つのスワラ組立体は前記燃焼室 ( 1 0 6 ) への噴射前に前記第 1 流体と第 2 流体とを混合するように構成されており、前記少なくとも 1 つのスワラ組立体が、

少なくとも 1 つの第 2 流体源と流れ連通して結合された少なくとも 1 つの燃焼室 ( 6 0 6 ) と、

前記少なくとも 1 つの燃焼室及び少なくとも 1 つの第 1 流体源と流れ連通して結合された少なくとも 1 つのスワールベン ( 6 1 2 ) と、

前記第 1 流動流 ( 6 1 6 ) に対してある傾斜角で前記第 2 流動流 ( 6 2 0 ) を前記燃焼室 ( 6 1 5 ) に噴射するよう促進して前記第 2 及び第 1 の流体流が予め設定された入射角で交差するように構成された複数の流体入口 ( 6 0 7、6 0 8、6 1 7 ) と、

を含む、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の燃焼器組立体 ( 1 0 4 ) 。

## 【請求項 5】

前記複数の流体入口 ( 6 0 7、6 0 8、6 1 7 ) が、

矩形スロット、楕円形スロット、及び円形スロットのうちの少なくとも 1 つであるように構成されている、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の燃焼器組立体 ( 1 0 4 ) 。

## 【請求項 6】

前記第 2 流体流 ( 1 6 0 ) が、

少なくとも 1 つの燃焼ガス、少なくとも 1 つの希釈剤、及び少なくとも 1 つの燃料のうちの少なくとも 1 つを含む、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の燃焼器組立体 ( 1 0 4 ) 。

## 【請求項 7】

前記第 1 流体流 ( 1 6 0 ) が、

空気、少なくとも 1 つの燃焼ガス、少なくとも 1 つの希釈剤、及び少なくとも 1 つの燃料のうちの少なくとも 1 つを含む、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の燃焼器組立体 ( 1 0 4 ) 。

## 【請求項 8】

少なくとも 1 つの流体アレイ ( 1 2 8 ) を更に含み、前記少なくとも 1 つの流体アレイが、前記少なくとも 1 つの燃焼器壁 ( 1 0 5 ) の少なくとも一部分内に定められ、前記少なくとも 1 つの流体アレイが、

前記少なくとも 1 つの第 1 流体入口 ( 1 5 4 ) の周りに円周方向に間隔を置いて配置され

10

20

30

40

50

た複数の第 2 流体入口 ( 1 5 2 ) と、  
前記少なくとも 1 つの第 2 流体入口の周りに円周方向に間隔を置いて配置された複数の第 1 流体入口と、  
のうちの少なくとも 1 つを含む、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の燃焼器組立体 ( 1 0 4 ) 。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの流体アレイ ( 1 2 8 ) が、前記少なくとも 1 つの燃焼器壁 ( 1 0 5 ) の少なくとも一部分内に定められる複数の同心且つ環状のリング ( 1 5 1、1 5 3、及び 1 5 5 ) を含む、  
ことを特徴とする請求項 8 に記載の燃焼器組立体 ( 1 0 4 ) 。

10

【請求項 10】

前記複数の第 2 流体入口 ( 1 5 2 ) の各々が、一对の円周方向に隣接した第 1 流体入口 ( 1 5 4 ) の間に位置付けられる、  
ことを特徴とする請求項 8 に記載の燃焼器組立体 ( 1 0 4 ) 。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、全体として回転機械に関し、より詳細にはガスタービンエンジンを運転する方法及び装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

少なくとも幾つかの周知のガスタービンエンジンは、燃料空気混合気を燃焼させて、該混合物から熱エネルギーを放出し、高温ガス流路を介してタービンに誘導される高温燃焼ガス流を形成する。タービンは、燃焼ガス流からの熱エネルギーを機械エネルギーに変換し、タービンシャフトを回転させる。タービンの出力を利用して、機械、例えば発電機又はポンプに動力を供給することができる。

【0003】

燃焼反応の少なくとも 1 つの副生成物は、規制制限を受ける場合がある。例えば、熱駆動反応内では、窒素酸化物 (  $\text{NO}_x$  ) は、ガスタービンエンジン内の高温によって開始される空気中の窒素と酸素の反応によって生成することができる。一般に、エンジン効率は、エンジンのタービンセクションに入る燃焼ガス流の温度が上昇するに従って高くなる。しかしながら、前記燃焼ガス温度の上昇は、 $\text{NO}_x$  生成の増大を促進する可能性がある。

30

【0004】

燃焼は通常、反応帯又は一次領域と一般に呼ばれる燃焼器の上流側領域又はその近傍で起こる。燃料と空気の混合及び燃焼はまた、多くの場合希釈領域と呼ばれる領域の反応帯の下流側で生じることができる。不活性希釈剤は、希釈領域に直接導入されて燃料空気混合気を希釈し、タービンセクションに入るガス流の予め設定された混合及び / 又は温度の達成を促進することができる。しかしながら、不活性希釈剤は、常時利用可能な訳ではなく、エンジン発熱率に悪影響を及ぼす可能性があり、資本及び運転コストを上昇させる場合がある。蒸気は、希釈剤として導入することができるが、蒸気は高温ガス流路構成部品の平均寿命を短縮する可能性がある。

40

【0005】

タービンエンジン運転中に  $\text{NO}_x$  エミッションの制御を促進するため、少なくとも幾つかの周知のガスタービンエンジンは、希薄燃空比で動作し、及び / 又は、燃料が燃焼器の反応帯に入る前に空気と予混合されるように運転される燃焼器を使用する。予混合は、燃焼温度の低減を促進し、続いて希釈剤の添加を必要とせずに  $\text{NO}_x$  生成を低減することができる。しかしながら、使用燃料が、プロセスガス又は合成ガスもしくはシingasである場合、選択されたプロセスガス及び / 又はシingasは、関連する高い火炎速度が混合装置内で自己点火、逆火、及び / 又は保炎を促進することができるように、十分な水素を含む

50

ことができる。更に、こうした高火炎速度は、燃焼前の均一な燃料及び空気混合を促進することができない。

【特許文献 1】米国特許第 4618323号明細書

【特許文献 2】米国特許第 5437158号明細書

【特許文献 3】米国特許第 5479781号明細書

【特許文献 4】米国特許第 5494437号明細書

【特許文献 5】米国特許第 5746048号明細書

【特許文献 6】米国特許第 6067790号明細書

【特許文献 7】米国特許第 6192688号明細書

【特許文献 8】米国特許第 4674071号明細書

10

【特許文献 9】米国特許第 6360525号明細書

【特許文献 10】米国特許第 6550696号明細書

【特許文献 11】米国特許第 6705855号明細書

【特許文献 12】米国特許第 6908298号明細書

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0006】

1つの態様において、燃焼器組立体が提供される。該組立体は、燃焼室を定める少なくとも1つの燃焼器壁を含む。前記組立体はまた、少なくとも1つの燃焼器壁内で少なくとも1つの第1流体入口を定める少なくとも1つの第1流体流路を含む。該少なくとも1つの第1流体流路は、燃焼室と流れ連通して結合される。少なくとも1つの第1流体入口は、第1流体流を燃焼室に噴射するように構成される。本組立体は更に、少なくとも1つの燃焼器壁内で少なくとも1つの第2流体入口を定める少なくとも1つの第2流体流路を含む。少なくとも1つの第2流体入口は、少なくとも1つの第1流体入口に隣接し、燃焼室と流れ連通して結合される。前記第2流体入口は、第1流体流に関してある傾斜角で燃焼室に第2流体流を噴射し第2及び第1流体流が予め設定された入射角で交差するように構成される。

20

【0007】

別の態様においては、タービンエンジンが提供される。該エンジンは、少なくとも1つの第1流体源と、少なくとも1つの第2流体源と、少なくとも1つの第1流体源及び少なくとも1つの第2流体源と流れ連通して結合された燃焼器組立体とを含む。本燃焼器組立体は、少なくとも1つの燃焼器壁と、少なくとも1つの第1流体流路と、少なくとも1つの第2流体流路とを含む。少なくとも1つの燃焼器壁は燃焼室を定める。少なくとも1つの第1流体流路は、少なくとも1つの燃焼器壁内に少なくとも1つの第1流体入口を定め、該少なくとも1つの第1流体流路は、燃焼室と流れ連通して結合される。少なくとも1つの第1流体入口は、第1流体流を燃焼室に噴射するように構成される。少なくとも1つの第2流体流路は、少なくとも1つの燃焼器壁内に少なくとも1つの第2流体入口を定める。少なくとも1つの第2流体入口は、少なくとも1つの第1流体入口に隣接して位置付けられる。少なくとも1つの第2流体入口は、燃焼室と流れ連通して結合され、第1流体流に関して傾斜角で、第2流体流を燃焼室に噴射して第2流体流及び第1流体流が予め設定された入射角で交差するように構成される。

30

40

【0008】

またここでは、タービンエンジンを運転する方法が開示される。この方法は、燃焼室を定める少なくとも1つの燃焼器組立体を提供する段階を含み、該燃焼室は貫通して延びる中心線を有する。本方法はまた、少なくとも1つの第1流体流を燃焼室に噴射する段階を含む。本方法は更に、少なくとも1つの第2流体流を少なくとも1つの第1流体流に対してある傾斜角で燃焼室に噴射し、これにより少なくとも1つの第2流体流を少なくとも1つの第1流体流に対して交差させて混合する段階を含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

50

図1は、例示的なガスタービンエンジン100の概略図である。エンジン100は、圧縮機102と燃焼器組立体104を含む。燃焼器組立体104は、少なくとも部分的に燃焼室106を定める燃焼器組立体壁105を含む。燃焼室106は、貫通して延びる中心線107を有する。例示的な実施形態において、エンジン100は複数の燃焼器組立体104を含む。燃焼器組立体104、更に具体的には燃焼室106は、圧縮器102から下流側で結合され、圧縮器102と流れ連通している。エンジン100はまた、タービン108、及び圧縮機/タービンシャフト110（ローターと呼ばれることもある）を含む。例示的な実施形態において、燃焼室106は実質的に円筒形であり、タービン108と流れ連通して結合されている。タービン108は、シャフト110に回転可能に結合され、シャフト110を駆動する。圧縮機102はまた、シャフト110に回転可能に結合されている。1つの実施形態においては、エンジン100は、サウスカロライナ州 Greenville の General Electric Company から商業的に入手可能な 7FB エンジンと呼ばれることもある MS7001FB エンジンである。本発明は、どのような特定のエンジンにも限定されず、他のエンジンと接続して実施することができる。

10

#### 【0010】

作動時、圧縮器102を通る空気流及び十分な量の加圧空気は、燃焼器組立体104に供給される。組立体104はまた、燃料源（図1には示されていない）と流れ連通し、燃料及び空気を燃焼室106に誘導する。例示的な実施形態において、燃焼器組立体104は、約871（度）から1593（華氏1600度から2900度）の高温燃焼ガス流（図1には示されていない）を発生させる燃焼室106内で、例えばプロセスガス及び/又は合成ガス（シンガス）などの燃料を点火し燃焼させる。或いは、組立体104は、限定ではないが、天然ガス及び/又は燃料油を含む燃料を燃焼させる。燃焼器組立体104は、ガス流熱エネルギーを機械回転エネルギーに変換するタービン108に燃焼ガス流を誘導する。

20

#### 【0011】

図2は、燃焼器組立体104の概略断面図である。図3は、線3-3に沿った燃焼器組立体104の概略断面図である。具体的には、図3は、燃焼器組立体104と共に使用される例示的な燃料-空気アレイ128を示している。一般に、燃焼器組立体104は、第1流体入口を定める少なくとも1つの第1流体流路を含み、該流路及び入口の両方は、第1流体流の形成を促進する。例示的な実施形態において、燃焼器組立体104は、少なくとも1つの空気流路122を含む。更に一般に、燃焼器組立体104は、第2流体入口を定める少なくとも1つの第2流体流路を含み、該流路及び入口の両方は、第2流体流の形成を促進する。例示的な実施形態において、燃焼器組立体104は、複数の燃料流路120を含む。或いは、燃焼器組立体104は、本明細書に記載されるようにエンジン100の動作を促進するために組立体104内に構成及び位置付けられた少なくとも1つの第2の流体又は燃料の流路（図示せず）に隣接した複数の第1の流体又は空気の流路を含む。

30

#### 【0012】

空気流路122は、例示的な実施形態において圧縮機102（図1に示されている）である少なくとも1つの第1流体源と流れ連通して結合されている。或いは、第1流体源は、本明細書に記載されるようなエンジン100の運転を促進するどのような供給源であってもよい。燃料流路120は、例示的な実施形態においては燃料源（図2又は図3に示されていない）である少なくとも1つの第2流体源に流れ連通して結合されている。

40

#### 【0013】

例示的な実施形態において、空気流路122は、空気流132（関連する矢印で図示されている）の誘導を促進する燃焼器壁105の一部内の空気入口124を定める。同様に、例示的な実施形態において、燃料流路120は、燃焼器壁105の一部内の複数の燃料入口126を定める。燃料流路120は、複数の燃料流130（複数の関連する矢印で図示されている）の誘導を促進する。或いは、第1流体流路（又は空気流路122）、及び/又は第2流体流路（又は燃料流路120）は、限定ではないが、予混合燃料及び空気、

50

不活性希釈剤及び排気ガスを含む他の流体を誘導するように構成することができる。

【 0 0 1 4 】

組み立て時には、燃料入口 1 2 6、空気入口 1 2 4、及び燃焼器壁 1 0 5 は燃料 - 空気アレイ 1 2 8 を定める。例示的な実施形態において、アレイ 1 2 8 は、以下に更に記載されるように、燃焼器組立体 1 0 4 内で燃焼の希薄直接噴射 ( L D I ) 法を提供する。図 2 及び図 3 は、空気流路 1 2 2 を、壁 1 0 5 に実質的に直角で且つ燃焼室中心線 1 0 7 に実質的に平行に示している。以下に更に説明されるように、燃料 - 空気アレイ 1 2 8 は、壁 1 0 5 及び中心線 1 0 7 に対する燃焼室 1 0 6 にある角度で流入する流路 1 2 2 及び関連する空気入口 1 2 4 を備えて構成される。具体的には、流路 1 2 2 は、中心線 1 0 7 に対して上方又は下方の向き、及び / 又は左方又は右方の向き、並びにこれらのいずれかの組  
10  
み合わせで構成することができる。従って、例示的な実施形態において、流路 1 2 2 は、本明細書に記載されるような燃料流 1 3 0 及び空気流 1 3 2 の衝突を促進する壁 1 0 5 及び中心線 1 0 7 に対してあらゆる方向で構成される。

【 0 0 1 5 】

タービンエンジン 1 0 0 を運転する方法は、燃焼室 1 0 6 を定める少なくとも 1 つの燃焼器組立体 1 0 4 を提供する段階を含み、燃焼室 1 0 6 は、貫通して延びる中心線 1 0 7 を有する。本方法はまた、少なくとも 1 つの第 1 流体流を燃焼室 1 0 6 に噴射する段階を含み、例示的な実施形態においては、本方法は、空気流 1 3 2 を燃焼室 1 0 6 に噴射する段階を含む。本方法は、更に、少なくとも 1 つの第 2 流体流を燃焼室 1 0 6 に噴射する段階を含み、例示的な実施形態においては、本方法は、空気流 1 3 2 に対して傾斜角 1 3 4  
20  
で燃料流 1 3 0 を燃焼室 1 0 6 に噴射することにより、燃料流 1 3 0 を空気流 1 3 2 と交差させて混合させる段階を含む。或いは、第 1 流体流路 ( 又は空気流路 1 2 2 ) 及び / 又は第 2 流体流路 ( 又は燃料流路 1 2 0 ) は、限定ではないが、予混合燃料及び空気、不活性希釈剤並びに排気ガスを含む他の流体流 ( 図示せず ) 誘導する。

【 0 0 1 6 】

作動時、燃料流路 1 2 0 は複数の燃料流 1 3 0 を誘導し、空気流路 1 2 2 は燃料 - 空気アレイ 1 2 8 を通して空気流 1 3 2 を燃焼室 1 0 6 に誘導する。空気流 1 3 2 は実質的に均一に流しても、又は不均一に流してもよく、例えば、空気流 1 3 2 は、燃料 - 空気アレイ 1 2 8 に入る前にスワールさせることができる。例示された実施形態において、空気流 1 3 2 は、燃焼室中心線 1 0 7 に実質的に平行且つ壁 1 0 5 に実質的に垂直な燃焼室 1 0  
30  
6 に噴射される。混合を強化するために、燃料流 1 3 0 は各々、空気流 1 3 2 に対して予め設定された半径方向傾斜入射角 1 3 4、及び空気流 1 3 2 に関して予め設定された円周方向傾斜入射角 1 3 6 で燃焼室 1 0 6 に噴射される。より具体的には、例示的な実施形態においては、燃料流 1 3 0 は各々、0 度から 9 0 度の間の半径方向入射角 1 3 4、及び 0 度から 3 6 0 度の間の円周方向入射角 1 3 6 で噴射される。燃料入口 1 2 6 の数、半径方向角度の値 1 3 4、及び円周方向角度の値 1 3 6 は、燃料流 1 3 0 と空気流 1 3 2 の衝突に続く燃料と空気の迅速且つ完全な混合を促進する様々な運転パラメータに基づいて可変的に選択される。

【 0 0 1 7 】

例示的な実施形態において、燃料流 1 3 0 は、第 1 燃料としてプロセスガス及び / 又は  
40  
シingasを含む。或いは、本明細書に記載されるような燃焼器組立体 1 0 4 の動作を促進するどのような燃料も使用することが可能である。シingasは、当該技術分野で公知の方法を使用して合成され、典型的には、合成方法に少なくとも部分的に依存する様々な化学成分を有する。プロセスガスは通常、限定ではないが、石油精製を含む化学プロセスの副生成物である。シingas及びプロセスガスは通常、限定ではないが、液体燃料又は留出物を含むことができる蒸発炭化水素を含む。シingas及びプロセスガスはまた、当該技術分野で公知の関連する 1 次可燃成分に比較して反応性の低い可燃成分、不活性物質及び不純物を含むことができる。

【 0 0 1 8 】

例示的な実施形態において、アレイ 1 2 8 は、燃焼器組立体 1 0 4 内で希薄直接噴射 (

10

20

30

40

50

LDI) 燃焼法を提供する。LDI 燃焼法は通常、噴射前の空気及び燃料の予混合を伴わずに、燃焼器の燃焼室に燃料及び空気を噴射する噴射スキームとして定義される。本方法は、通常は燃焼器の予混合部分内の燃料及び空気の各々の少なくとも一部を予混合することで、その後で燃焼室に噴射される燃料 - 空気混合気を形成することにより定められる希薄予混合噴射燃焼法と大きく異なる。希薄予混合燃焼法は通常、一般的には従来の非予混合又は拡散燃焼法によって特徴付けられる方法よりも低い火炎温度で特徴付けられる。希薄予混合燃焼法に関連する低燃焼温度は、 $\text{NO}_x$ の生成の割合及び規模の低減を容易にするが、しかしながら、燃料 - 空気混合気は、一般的には引火性があり、燃焼器の予混合セクションへの好ましくない点火及び燃焼の逆火の発生する可能性が促進される。

#### 【0019】

幾つかの燃料及び空気混合気は、一般に、迅速な反応速度を促進し、続いて、他の燃料に比べて比較的高い火炎速度を促進する。火炎速度は、燃料 - 空気混合気内での燃焼の点火、拡散及び伝播の速度として定義することができる。燃料流速に実質的に等しい火炎速度は、実質的に安定で定常的な火炎を促進する。より高い火炎速度は、関連する近傍の放熱に対応するように設計されていない燃焼器の範囲内で自己点火、逆火、及び/又は保炎を促進することができる。予め定められた容積における燃料及び空気の混合気の滞留時間が同じ容積内の燃料及び空気混合気の反応時間よりも長いときに保炎が促進され、燃料及び空気の燃焼の結果として得られる火炎が達成される。具体的には、火炎速度が燃料 - 空気混合気流れ速度と実質的に同じである場合、結果として得られた火炎を安定として特徴付けることができる。

#### 【0020】

サーマル $\text{NO}_x$ は通常、空気中で見られる窒素の高温酸化によって燃料と空気の燃焼中に形成される $\text{NO}_x$ として定義される。この形成速度は、主として、予め定められた領域内の燃料及び空気の局所燃焼に関連する温度及び当該温度での窒素の滞留時間の関数であり、この滞留時間は上述したような燃料及び空気の滞留時間と実質的に同じである。従って、 $\text{NO}_x$ 生成に影響する少なくとも二つの要因は、燃焼温度と当該温度での窒素の滞留時間である。滞留時間は更に、燃料の一部と空気の一部が共に混合されて、限定ではないが、熱、水、窒素及び二酸化炭素を含む燃焼後生成物のみが残るような点火及び燃焼を完了する時間として定義される。一般的には、燃焼の温度及び/又は滞留時間が増加するにつれて、 $\text{NO}_x$ 生成速度も同様に増大する。滞留時間及び温度の最適化により完全燃焼が促進され、 $\text{NO}_x$ 生成の緩和も促進される。上述したような一定の燃料及び空気の高い反応速度は、燃料及び空気混合の緩和を促進し、従って、 $\text{NO}_x$ 生成を促進する。これは、燃料の迅速な点火に伴う局所的な温度上昇、並びに実質的に完全燃焼を促進するために燃料及び空気を組み合わせるのに必要な滞留時間の増大に起因する。一般的に、積極的な燃料及び空気混合を通じて、予め設定された容積内の燃料及び空気分子の予め設定された反応速度を平準化することは、局所的な発熱エネルギー放出、ひいては容積内の局所温度の平準化を促進する。

#### 【0021】

燃料 - 空気混合が点火することができるような条件である場合、火炎を生成する完全点火は直ぐには起こらず、典型的には点火遅れ又は誘導期間と呼ばれるある遅延を伴って点火が生じ、該遅延は、限定ではないが、点火される燃料の特定のタイプ、燃料 - 空気混合温度、及び燃料分子と空気分子の相対濃度を含む要因に応じて決まる。誘導期間が長くなると、空気及び燃料混合に利用できる時間が増大する。典型的には、燃料によっては誘導期間は比較的短い。滞留時間とは対照的に、誘導期間が短縮されることにより、微視的スケールで燃焼が促進されるが、より長い滞留時間の必要性が促進されると、巨視的スケールでの完全な燃料及び空気混合、並びに実質的に完全な燃焼が促進される。

#### 【0022】

火炎安定性、燃焼の完全性、及び $\text{NO}_x$ 生成はまた、燃焼前に燃料及び空気の乱流及び/又はスワールによって影響を受ける可能性がある。スワールの相対振幅は、スワール数で表わされることが多い。スワール数は通常、燃料及び空気分子の接線方向モーメントを

10

20

30

40

50

、同じ燃料及び空気分子の軸方向モーメントと比較し、又は除算した比として定義される。スワール及び乱流は、スワール数が乱流の大きさを反映する特性である点において対照をなす。乱流の大きさはまた、限定ではないが、不規則な（又はランダムな）流れ及び拡散流れを含む特性によって反映することができる。乱流及び／又はスワールを増大させることにより、燃料及び空気の滞留時間、並びに燃焼のピーク温度及び局所温度の低減を促進し、従って、 $\text{NO}_x$ 生成の低減を促進することができる。

#### 【 0 0 2 3 】

幾つかの実施形態において、非限定的に予混合燃料及び空気、不活性希釈剤、並びに排気ガスを含む流体はまた、本明細書に記載されるように、火災安定性、燃焼の完全性、及び $\text{NO}_x$ 生成の低減を確立する方法を可能にするように噴射することができる。このこと  
10  
この検討では、燃料及び空気と共に燃焼室 1 0 6 に噴射するためのこうした流体を含むことは前提とすべきである。

#### 【 0 0 2 4 】

例えば、燃料及び空気流 1 3 0 及び 1 3 2 のそれぞれ、並びに不活性希釈剤、及び／又は燃料 - 空気アレイ 1 2 8 内の少なくとも部分的に予混合された燃料及び空気（いずれも図示せず）など、複数の流れを予め設定された入射角、流速、及び質量流量で互いに衝突させることにより、予め設定された容積内で定義され、且つ予め設定された特性セットで定義される少なくとも 1 つの局所流動場（図示せず）を含む予め設定された渦（図示せず）が形成される。該予め設定された特性セットは、限定ではないが、予め設定された乱流  
20  
、滞留時間、及び温度を含む。燃焼器組立体、例えば、複数の燃料 - 空気アレイ 1 2 8 を有する組立体 1 0 4 は、以下で更に検討する複数の局所流動場（図示せず）を含む渦の形成を促進することになる。こうした複数の局所流動場は、互いに相互作用して、以下で更に検討するような大きな流動場（図示せず）を含む渦（図示せず）を形成することができる。

#### 【 0 0 2 5 】

燃料 - 空気アレイ 1 2 8 は、燃焼室 1 0 6 への流入に続く予め設定された局所流動場（図示せず）内の燃料及び空気の迅速な混合を促進する。アレイ 1 2 8 内で、燃料入口 1 2 6 の数、中心線 1 0 7 に対する空気流 1 3 2 の噴射角の値、半径方向角 1 3 4 の値及び円周方向角 1 3 6 の値、並びに入口 1 2 4 及び 1 2 6 のサイズ及びスケールは、燃料及び空  
30  
気の迅速且つ完全な混合を促進する予め設定された流動場を形成するために可変的に選択される。具体的には、燃料は、エンジン 1 0 0（図 1 に示される）の運転範囲の少なくとも一部を通じて、典型的には入口 1 2 4 を介して燃焼室 1 0 6 内に噴射された空気の噴射速度よりも高速の予め設定された速度で入口 1 2 6 を介して燃焼室 1 0 6 に噴射される。より高速の燃料流 1 3 0 は、流れ 1 3 0 及び 1 3 2 の衝突時に局所流動場燃焼室 1 0 6 内の燃料流 1 3 0 と空気流 1 3 2 の迅速且つ完全な混合を促進する。流れ 1 3 0 及び 1 3 2 がより迅速且つ完全に混合されるほど、局所流動場内の予め設定された滞留時間がサーマル $\text{NO}_x$ 誘導期間に近づくように燃料 - 空気混合滞留時間の短縮が促進される。更に、後続の燃焼前により迅速且つ完全に混合されると、上述したように、局所的な放熱速度を平  
40  
準化することによって局所流動場内の燃焼温度の低下が促進される。これら迅速な混合作用の両方は、 $\text{NO}_x$ 生成の低減を促進すると同時に、燃焼器組立体 1 0 4 の単位容積当たりの放熱速度の増大を促進する。

#### 【 0 0 2 6 】

燃料 - 空気アレイ 1 2 8 によって促進されるような L D I 燃焼法はまた、希薄予混合燃焼法に関して自己点火、逆火、及び保炎（燃焼室 1 0 4 の予め設定された領域以外におけるもの）の潜在性の低下を促進する。例えば、入口 1 2 4 及び 1 2 6 の上流側で燃料及び空気の予混合が無いと、アレイ 1 2 8 内での自己点火及び逆火の可能性が実質的にゼロに低下することになる。従って、L D I 燃焼法は、欠点の幾つかが無く拡散及び希薄予混合燃焼法の利点の一部を提供する。

#### 【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

50

図４は、燃焼器組立体１０４と共に使用することができる別の燃料 - 空気アレイ１４０の概略断面図である。アレイ１４０は、アレイ１４０が空気流路１２２及び燃焼室１０６と流れ連通して結合された少なくとも１つのパージ及び冷却空気流路１４１を含むことを除いて、アレイ１２８に実質的に類似している。流路１４１の各々は、パージ及び冷却空気流１４３の燃焼室１０６への誘導を促進する壁１０５内の入口１４２を形成する。空気流路１４１は、例えば、空気流路１２２に平行ではないこと、及び互いに対して異なる角度であることを含む、中心線１０７及び壁１０５に対してある角度で方向付けし、本明細書に記載されるような燃焼器組立体１０４の動作を促進することができる。作動時、空気流路１４１は、空気流１３２の少なくとも一部を燃焼室１０６内の関連する領域に噴射することによって、空気入口１２４と燃料入口１２６との間の壁１０５近傍での保炎の緩和を促進する。こうした方法は、壁１０５から燃料をパージして離すのを促進する。更に、このような方法は、壁１０５の局所領域の冷却を促進する。或いは、上述のように、流路１４１は、燃料 - 空気混合気、及び／又は不活性希釈剤を誘導し、保炎の緩和を促進し、冷却を促進する。

#### 【００２８】

図５は、燃焼器組立体１０４と共に使用することができる更に別の燃料 - 空気アレイ１４５の概略断面図である。アレイ１４５は、少なくとも１つの流体源（図５に示されていない）及び燃焼室１０６と流れ連通して結合された少なくとも１つのパージ及び冷却流体流路１４６を含むことを除いて、アレイ１２８に実質的に類似している。別の実施形態において、使用することができる流体は、限定ではないが、空気、予混合された燃料及び空気、及び／又は不活性希釈剤を含む。流路１４６の各々は、パージ及び冷却流体流１４８を燃焼室１０６に誘導するのを促進する壁１０５内に入口１４７を形成する。空気流路１４６は、例えば、空気流路１２２に平行ではないこと、及び互いに対して異なる角度であることを含む、中心線１０７及び壁１０５に対してある角度で方向付けて、本明細書に記載されるような燃焼器組立体１０４の動作を促進することができる。作動時、空気流路１４６は、流体流１４８を燃焼室１０６内の関連する領域に噴射することによって、空気入口１２４と燃料入口１２６との間の壁１０５近傍での保炎の緩和を促進する。こうした方法は、壁１０５から燃料をパージして離すのを促進する。更に、こうした方法は、壁１０５の局所領域の冷却を促進する。

#### 【００２９】

図６は、線６－６に沿った別の燃料空気アレイ１４０（図４に示されている）及び１４５（図５に示されている）の概略断面図である。パージ及び冷却空気入口１４２は、アレイ１４０内の燃料入口１２６と空気入口１２４との間に半径方向に位置付けられる。パージ及び冷却流体入口１４７は、アレイ１４５内に同様の方法で位置付けられる。入口１４２及び入口１４７は、本明細書に記載されるような燃焼器組立体１０４の動作を促進する入口１２４の周囲に円周方向に位置付けることができる。更に、代替的に、本明細書に記載されるような燃焼器組立体１０４の動作を促進する空気入口１４２及び流体入口１４７のあらゆる組み合わせを使用することができる。更に、代替的に、本明細書に記載されるようなエンジン１００の動作を促進するために、燃料 - 空気アレイ１４０及び１４５内に構成され位置付けられた少なくとも１つの第２流体又は燃料の流路（図示せず）に円周方向に隣接した複数の第１流体又は空気の流路を含む燃料 - 空気アレイ１４０及び１４５が使用される。

#### 【００３０】

図７は、燃焼器組立体１０４と共に使用することができる複数の例示的な燃料空気アレイ１２８の概略端面図である。例示的な実施形態において、壁１０５は、互いから予め設定された離間距離で位置付けられた複数の燃料 - 空気アレイ１２８を含む。壁１０５の特定の領域内に位置付けられたアレイ１２８の増加数、すなわち、アレイ１２８のより大きな密度は、アレイ１２８に関連した壁１０５の表面積とアレイ１２８を通して燃焼室１０６（図２に示されている）に流れる容積流体流量に対するより大きな比率を可能にする。この「表面对容積」比を高めることにより、その後、燃焼室１０６内で燃料及び空気混合

10

20

30

40

50

の完全性及び迅速性の向上を促進し、従って滞留時間の短縮及び燃焼温度の低下を促進して、その後で $\text{NO}_x$ 生成の減少が促進されるようにする。或いは、燃料 - 空気アレイ 1 4 0 及び / 又は 1 4 5 を燃料 - 空気アレイ 1 2 8 の代わりに、或いは隣接して位置付けることができる。更に、代替的に、本明細書に記載されるようなエンジン 1 0 0 の動作を促進するために、燃料 - 空気アレイ 1 2 8、1 4 0 及び / 又は 1 4 5 内に構成され位置付けられた少なくとも 1 つの第 2 流体又は燃料の流路（図示せず）に円周方向に隣接した複数の第 1 流体又は空気の流路を含む燃料 - 空気アレイ 1 2 8、1 4 0 及び / 又は 1 4 5 の代替の実施形態（図示せず）が使用される。

#### 【 0 0 3 1 】

図 8 は、燃焼器組立体 1 0 4 と共に使用することができる別の燃料 - 空気アレイ 1 5 0 の概略端面図である。アレイ 1 5 0 は、壁 1 0 5 内に定められる複数の燃料入口 1 5 2 及び空気入口 1 5 4 を含む。入口 1 5 2 及び 1 5 4 は、入口 1 2 6 及び 1 2 4 それぞれに実質的に類似している（図 2 及び図 3 に示されている）。壁 1 0 5 内で、燃料入口 1 5 2 及び空気入口 1 5 4 の複数の環状内側、中間、及び外側の同心リング 1 5 1、1 5 3、及び 1 5 5 がそれぞれ定められる。入口 1 5 2 の各々は、予め設定された半径方向及び円周方向の入射角（図 8 には示されていない）で構成され、本明細書に記載されるような空気と燃料の混合及び渦形成を促進する複数の燃料及び空気衝突を形成する。例えば、入口 1 5 2 の各々は、円周方向に隣接した空気入口 1 5 4 に関連する空気との燃料衝突を促進し、複数の予め設定された局所流動場を含む渦を形成するように構成される。こうした局所流動場は、局所的火炎を伴う局所燃焼の形成を促進する。このような燃料及び空気混合及び局所的火炎形成は、以下に更に記載されるように、局所的火炎の組み合わせを促進し、予め設定された大きな流動場及び大きな火炎の形成を更に促進する。

#### 【 0 0 3 2 】

別の燃料 - 空気アレイ 1 5 0 の 1 つの実施形態は、その後で予め設定された大きな流動場（図示せず）を形成する実質的に同心の逆方向回転又は逆方向スワールの燃料 - 空気混合 / 燃焼流動場（図示せず）を形成するリング 1 5 1、1 5 3、及び 1 5 5 を構成する段階を含む。例えば、リング 1 5 1 及び 1 5 5 は、リング 1 5 3 が反時計方向の流動場を形成するように構成されている場合に、時計方向の回転流動場を形成するように構成することができる。関連する流動場を定めるスワール混合気の複数の半径方向に隣接する同心リングの各々は、実質的な円周方向で反対に流れる関連する流体流を有することができる。相対する流体流の交差点は、典型的には、局所流動場内の同じ方向に流れるスワールにより特徴付けられる。結果として得られた大きな流動場は、隣接する逆方向のスワール流動場の相互作用を含み、これにより大きな流動場内で予め設定されたスワール数及び乱流の形成が促進され、従って、良好な保炎特性を有する実質的にスワールの無い大きな流動場の形成が促進される。

#### 【 0 0 3 3 】

更に、燃料及び空気流（図 8 には示されていない）が局所的に交差する大きな流動場の領域は、火炎の安定化を促進する。更に、結果として得られた大きな流動場は、隣接する共スワールの相互作用を含み、これにより予め設定された渦の形成を更に促進する大きな流動場内のスワール及び乱流が促進される。こうした渦形成はまた渦崩壊を促進し、ここでは大きな流動場と壁 1 0 5 との間に再循環領域（図示せず）が形成され、燃料 - 空気混合気が大きな流動場を出て該再循環領域に入る。次いで、燃料 - 空気混合気は、大きな流動場に再噴射されて戻り、これにより大きな流動場の乱流の増大、大きな流動場内の燃料及び空気の滞留時間、燃焼温度、並びにその後の $\text{NO}_x$ 形成の低減が促進される。

#### 【 0 0 3 4 】

代替の燃料 - 空気アレイ 1 5 0 の別の実施形態は、続いて予め設定された大きな流動場（図示せず）を形成する環状の共回転する燃料 - 空気混合 / 燃焼流動場（図示せず）を実質的に含む渦を形成するために、リング 1 5 1、1 5 3、及び 1 5 5 を構成する段階を含む。例えば、リング 1 5 1、1 5 3、及び 1 5 5 は、時計周りの共回転又は共スワールの流動場を形成するように構成することができる。関連した流動場を定めるスワール混合気

の複数の半径方向に隣接した同心リングの各々は、実質的に同じ円周方向に流れる関連する流体流を有することができる。結果として得られた大きな流動場は、互いに相対する隣接した共スワール流動場の相互作用を含み、これにより大きな流動場内のスワール及び乱流が促進されるようになり、大きな流動場は、上述のように通常は逆方向スワールの実施形態の特性よりも優れた混合燃料及び空気特性を有する予め設定された渦の形成を促進する。

#### 【 0 0 3 5 】

代替の燃料 - 空気アレイ 1 5 0 の別の実施形態は、リング 1 5 1、1 5 3、及び 1 5 5 のいずれかの入口 1 5 2 及び 1 5 4 のあらゆる組み合わせがエンジン 1 0 0 (図 1 に示されている)の動作範囲全体で使うことができるように燃料入口 1 5 2 及び空気入口 1 5 4 の各々を構成する段階を含む。例えば、アレイ 1 5 0 は、燃料入口 1 5 2 の予め設定された数及び配置が、エンジン 1 0 0 の発電の特定の範囲で使われるように構成される。アクティブ燃料入口 1 5 2 の予め設定された構成は、発電需要をサポートするのに十分な放熱を促進しながら、NO<sub>x</sub>生成を緩和する燃料及び空気混合を促進する渦を形成する。こうした構成は、限定ではないが、リング 1 5 5 によって形成される流動場とは異なるようにリング 1 5 1 によって形成される局所スワールリング流動場と相互作用する局所スワールリング流動場を形成するような構成 1 5 3 を含むことができる。

#### 【 0 0 3 6 】

図 9 は、図 8 に示され楕円 9 - 9 に沿った燃料 - 空気アレイ 1 5 0 の一部の概略断面図である。図 1 0 は、図 9 に示され、線 1 0 - 1 0 に沿った燃料 - 空気アレイ 1 5 0 の一部の概略俯瞰断面図である。この構成において、燃料入口 1 5 2、空気入口 1 5 4、燃料流路 1 5 6、及び空気流路 1 5 8 の各々のひとは、燃焼器組立体壁 1 0 5 内に定められる。入口 1 5 2 及び 1 5 4 の相対な構成はまた、アレイ 1 5 0 の下に図示されている。流路 1 5 6 及び 1 5 8 は、入口 1 5 2 及び 1 5 4 を介して燃料流 1 6 0 及び空気流 1 6 2 をそれぞれ燃焼室 1 0 6 に誘導するのを促進する。燃料流 1 6 0 は、燃焼室中心線 1 0 7 (図 8 に示されている)に対して斜めにされた予め設定された角度 1 6 1 で燃焼室 1 0 6 に噴射される。空気流 1 6 2 は、燃焼室中心線 1 0 7 に対して斜めにされた予め設定された角度 1 6 3 で燃焼室 1 0 6 に噴射される。角度 1 6 1 及び 1 6 3 は、流れ 1 6 0 及び 1 6 2 の予め設定された入射角 1 6 4 を定める。流れ 1 6 0 及び 1 6 2 の予め設定された入射角 1 6 4 は、燃料流 1 6 0 と空気流 1 6 2 の完全且つ迅速な混合を促進する。

#### 【 0 0 3 7 】

図 1 1 は、燃焼器組立体 1 0 4 (図 2 に示されている)と共に使うことができる代替の燃料 - 空気アレイ 1 7 0 の一部の概略断面図である。図 1 2 は、図 1 1 に示され、線 1 2 - 1 2 に沿った別の燃料 - 空気アレイ 1 7 0 の一部の概略俯瞰断面図である。この構成において、一対の燃料入口 1 5 2、単一の空気入口 1 5 4、一対の燃料流路 1 5 6、及び単一の空気流路 1 5 8 が燃焼器組立体壁 1 0 5 内に定められる。入口 1 5 2 及び 1 5 4 はまた、透視図でアレイ 1 5 0 の下に図示される。流路 1 5 6 及び 1 5 8 は、それぞれ入口 1 5 2 及び 1 5 4 を介して燃料流 1 6 0 及び空気流 1 6 2 を燃焼室 1 0 6 に噴射するのを促進する。入口 1 5 4 は、燃焼室中心線 1 0 7 (図 8 に示されている)に実質的に平行な燃焼室 1 0 6 に空気流 1 6 2 を噴射するように構成される。入口 1 5 2 は、完全且つ迅速な燃料流 1 6 0 及び空気流 1 6 2 の混合を促進する予め設定された半径方向傾斜入射角で流れ 1 6 0 を燃焼室 1 0 6 に噴射するように構成される。流れ 1 6 0 はまた、予め設定された円周方向傾斜入射角 1 3 6 (図 3 に示されている)で配向することができる。或いは、単一の燃料入口 1 5 2、一対の空気入口 1 5 4、単一の燃料流路 1 5 6、及び一対の空気流路 1 5 8 は、空気流路 1 5 8 を備えた燃焼器組立体壁 1 0 5 内に配向し、流れ 1 6 2 が予め設定された半径方向及び円周方向の傾斜入射角で流れ 1 6 0 に噴射され、完全且つ迅速な燃料流 1 6 0 及び空気流 1 6 2 を促進するのを確保することができる。更に、代替として、燃料 - 空気アレイ 1 7 0 は、本明細書に記載されるような燃料 - 空気アレイ 1 7 0 の動作を促進するあらゆる構成において、単一の燃料入口 1 5 2 及び燃料流路 1 5 6 当たりに空気入口 1 5 4 及び空気流路 1 5 8 のいかなる数を有する。

## 【 0 0 3 8 】

図 1 3 は、燃焼器組立体 1 0 4 ( 図 2 に示されている ) と共に使用することができる別の燃料 - 空気アレイ 1 8 0 の一部の概略断面図である。図 1 4 は、図 1 3 に示され線 1 4 - 1 4 に沿った別の燃料 - 空気アレイ 1 8 0 の一部の概略俯瞰断面図である。この構成において、4 つの燃料入口 1 5 2、単一の空気入口 1 5 4、4 つの燃料流路 1 5 6、及び単一の空気流路 1 5 8 が、燃焼器組立体壁 1 0 5 内に定められる。入口 1 5 2 及び 1 5 4 の相対構成はまた、透視図でアレイ 1 8 0 の下に図示されている。流路 1 5 6 及び 1 5 8 は、それぞれ燃料流 1 6 0 及び空気流 1 6 2 を入口 1 5 2 及び 1 5 4 それぞれを介して燃焼室 1 0 6 に誘導するのを促進する。入口 1 5 4 は、空気流 1 6 2 を燃焼室中心線 1 0 7 ( 図 8 に示されている ) に実質的に平行に燃焼室 1 0 6 に噴射するように構成される。各入口 1 5 2 は、入口 1 5 4 のまわりに円周方向に配向され、完全且つ迅速な燃料流 1 6 0 及び空気流 1 6 2 を促進する予め設定された半径方向及び円周方向の流れ 1 6 0 の傾斜入射角 ( 半径方向角度 1 7 2 は透視図で図示されている ) を確保する。更に、代替的に、単一の燃料入口 1 5 2、4 つの空気入口 1 5 4、単一の燃料流路 1 5 6、及び 4 つの空気流路 1 5 8 は、流れ 1 6 2 が流れ 1 6 0 に噴射されて完全且つ迅速な燃料流 1 6 0 及び空気流 1 6 2 の混合を促進するのを確保するように構成された空気流路 1 5 8 を備えた燃焼器組立体壁 1 0 5 内に配向することができる。

10

## 【 0 0 3 9 】

アレイ 1 2 8 ( 図 2 及び図 3 に示されている )、1 4 0 ( 図 4 及び図 6 に示されている )、1 4 5 ( 図 5 及び図 6 に示されている )、1 5 0 ( 図 8、図 9 及び図 1 0 に示されている )、1 7 0 ( 図 1 1 及び図 1 2 に示されている )、及び 1 8 0 ( 図 1 3 及び図 1 4 に示されている ) のいずれかはまた、本明細書に記載されるように  $\text{NO}_x$  を低減しながら燃焼を促進するいずれの流路を介して、予混合燃料、空気、及び / 又は不活性希釈剤のあらゆる組み合わせの誘導及び噴射を促進する。更に、アレイ 1 2 8、1 4 0、1 4 5、1 5 0、1 7 0、及び 1 8 0 のいずれもが、関連する流体を噴射して、関連する燃料の領域をパージし、更に壁 1 0 5 の少なくとも一部の冷却を又促進するように小さい空気又は不活性流体の入口 ( 図 4、図 5、及び図 6 に図示される入口に類似し、図 8 から図 1 4 には示されていない ) を位置付けることによって、壁 1 0 5 近傍での保炎を緩和するのを促進することができる。

20

## 【 0 0 4 0 】

典型的には、ガスタービンエンジンにおいて通常  $\text{DLN}$  と呼ばれる乾燥低  $\text{NO}_x$  内の一定燃料の燃焼は、燃料内の可燃成分、例えば水素と関連する性質に起因して困難な場合がある。アレイ 1 2 8、1 4 0、1 4 5、1 5 0、1 7 0、及び 1 8 0 のいずれも、実質的にあらゆるガスタービンエンジンに挿入して、予混合燃料、空気、及び / 又は希釈剤の噴射を補完するために燃料、空気、及び / 又は希釈剤流の直接噴射により燃焼及び  $\text{NO}_x$  の低減を促進することができる。

30

## 【 0 0 4 1 】

更に、アレイ 1 2 8、1 4 0、1 4 5、1 5 0、1 7 0、及び 1 8 0 は、更に以下に議論される幅広い種類の燃料及び希釈剤を使用して、幅広い運転発電範囲にわたってエンジン 1 0 0 の動作を促進する広範な配置でこうしたアレイ 1 2 8、1 4 0、1 4 5、1 5 0、1 7 0、及び 1 8 0 の柔軟な位置付け及び配向を促進する。更に、エンジン 1 0 0 内の燃料 - 空気アレイ 1 2 8、1 4 0、1 4 5、1 5 0、1 7 0、及び 1 8 0 の密度を増大させることにより、エンジン 1 0 0 の単位容積当たりの放熱速度の増大が促進され、従って、予め設定された運転発電範囲におけるエンジン 1 0 0 のサイズ及びコストの低減が促進される。

40

## 【 0 0 4 2 】

図 1 5 は、エンジン 1 0 0 ( 図 1 に示されている ) と共に使用することができる別の燃焼器組立体 2 0 4 の概略断面図である。組立体 2 0 4 は、燃焼室 2 0 6 を少なくとも部分的に形成する壁 2 0 5 を含む。組立体 2 0 4 はまた、実質的にアレイ 1 2 8 ( 図 2 及び図 3 に示されている )、1 4 0 ( 図 4 及び図 6 に示されている )、1 4 5 ( 図 5 及び図 6 に

50

示されている)、150(図8、図9及び図10に示されている)、170(図11及び図12に示されている)、及び/又は180(図13及び図14に示されている)に類似している複数のLDI燃料-空気アレイ211を含む。組立体204は、どのような数のアレイ211も複数の局所的且つ大きな流動場(図示せず)の形成を促進する何らかの構成で位置付けられ配向されるように構成され、該複数の局所的且つ大きな流動場は更に、本明細書に記載されるようなエンジン100の運転の実質的に全範囲の間で放熱速度及びNOx生成速度を促進する。組立体204は更に、燃焼ガス流213をタービン108(図1に示されている)に向けて誘導するのを促進する移行部品212を含む。この代替の実施形態において、移行部品212は、当該技術分野で良く使用される長さよりも短い長さで燃焼室206からタービン108に延びることができる。更に、この代替の実施形態において、移行部品212及び壁205は、一体化部品として製作することができる。

10

#### 【0043】

図16は、エンジン100(図1に示されている)と共に使用することができる別の燃焼器組立体304の概略断面図である。組立体304は、燃焼室306を少なくとも部分的に形成する壁305を含む。組立体304はまた、実質的にアレイ128(図2及び図3に示されている)、140(図4及び図6に示されている)、145(図5及び図6に示されている)、150(図8、図9及び図10に示されている)、170(図11及び図12に示されている)、及び/又は180(図13及び図14に示されている)に類似している複数のLDI燃料-空気アレイ311を含む。組立体304は、どのような数のアレイ311も複数の局所的且つ大きな流動場(図示せず)の形成を促進する何らかの構成で位置付けられ配向されるように構成され、該複数の局所的且つ大きな流動場は更に、本明細書に記載されるようなエンジン100の運転の実質的に全範囲の間で放熱速度及びNOx生成速度を促進する。組立体304は、タービン108(図1に示されている)と流れ連通して直接結合され、移行部品が使用されないように燃焼ガス流313をタービン108に向けて誘導するのを促進する。アレイ311は、組立体304の冷却を促進するために壁305に沿って位置付けられる。

20

#### 【0044】

図17は、エンジン100(図1に示されている)と共に使用することができる別の燃焼器組立体404の概略断面図である。組立体404は、燃焼室406を少なくとも部分的に形成する壁405を含む。組立体404はまた、実質的にアレイ128(図2及び図3に示されている)、140(図4及び図6に示されている)、145(図5及び図6に示されている)、150(図8、図9及び図10に示されている)、170(図11及び図12に示されている)、及び/又は180(図13及び図14に示されている)に類似している複数のLDI燃料-空気アレイ411を含む。組立体404は、複数の局所的且つ大きな流動場(図示せず)の形成を促進するいずれかの構成で位置付けられ配向されるようにあらゆる数のアレイ411が構成され、該複数の局所的且つ大きな流動場は更に、本明細書に記載されるようなエンジン100の運転の実質的に全範囲の間で放熱速度及びNOx生成速度を促進する。組立体404は、タービン108(図1に示されている)と流れ連通して直接結合され、移行部品が使用されないように燃焼ガス流413をタービン108に向けて誘導するのを促進する。アレイ411は、組立体404の冷却を促進するために壁405に沿って位置付けられる。

30

40

#### 【0045】

図18は、エンジン100(図1に示されている)と共に使用することができる別の燃焼器組立体504の概略断面図である。組立体504は、燃焼室506を少なくとも部分的に形成する壁505を含む。組立体504はまた、実質的にアレイ128(図2及び図3に示されている)、140(図4及び図6に示されている)、145(図5及び図6に示されている)、150(図8、図9及び図10に示されている)、170(図11及び図12に示されている)、及び/又は180(図13及び図14に示されている)に類似している複数のLDI燃料-空気アレイ511を含む。組立体504は、複数の局所的且つ大きな流動場(図示せず)の形成を促進するいずれかの構成で位置付けられ配向される

50

ようにあらゆる数のアレイ 5 1 1 が構成され、該複数の局所的且つ大きな流動場は更に、本明細書に記載されるようなエンジン 1 0 0 の運転の実質的に全範囲の間で放熱速度及び N O x 生成速度を促進する。組立体 5 0 4 は更に、燃焼ガス流 5 1 3 をタービン 1 0 8 ( 図 1 に示されている ) に向けて誘導するのを促進する移行部品 5 1 2 を含む。この代替の実施形態において、移行部品 5 1 2 は、当該技術分野で良く使用される長さよりも短い長さで燃焼室 5 0 6 からタービン 1 0 8 に延びることができる。更に、この代替の実施形態において、移行部品 5 1 2 及び壁 5 0 5 は一体化部品として製作することができる。

#### 【 0 0 4 6 】

図 1 9 は、エンジン 1 0 0 ( 図 1 に示されている ) と共に使用することができるスワール組立体 6 0 4 の概略断面図である。組立体 6 0 4 は、燃料流 6 1 3 が生成される燃料燃焼室 6 0 6 を少なくとも部分的に形成する壁 6 0 5 を含む。壁 6 0 5 は、複数の燃料開口 6 0 7 を含む。組立体 6 0 4 はまた、スワールペーン 6 1 2 を含み、該スワールペーン 6 1 2 は、複数の実質的に矩形の空気室 6 1 4 及び複数の燃料開口 6 0 8 を含む。空気室 6 1 4 の各々は、少なくとも 1 つの空気源 ( 図示せず ) と流れ連通している。複数の燃料流路 ( 図示せず ) は、開口 6 0 7 が開口 6 0 8 と流れ連通して結合されるようにスワールペーン 6 1 2 内に形成される。更に、燃焼室 6 1 4 の各々は、開口 6 1 7 を含む。空気室 6 1 4、空気開口 6 1 7、及び複数の燃料開口 6 1 8 の各々は、少なくとも 1 つの燃料 - 空気アレイ 6 1 1 を形成する。アレイ 6 1 1 は、アレイ 1 2 8 ( 図 2 及び図 3 に示されている )、1 4 0 ( 図 4 及び図 6 に示されている )、1 4 5 ( 図 5 及び図 6 に示されている )、1 5 0 ( 図 8、図 9 及び図 1 0 に示されている )、1 7 0 ( 図 1 1 及び図 1 2 に示されている )、及び / 又は 1 8 0 ( 図 1 3 及び図 1 4 に示されている ) に類似している。1 つの実施形態において、開口 6 1 7 は実質的に矩形である。或いは、開口 6 1 7 は、限定ではないが、実質的に円形及び楕円形の開口を含む本明細書に記載されるようなエンジン 1 0 0 の運転を促進するあらゆる構成を含む。更に、1 つの実施形態において、開口 6 0 8 は、実質的に円形である。或いは、開口 6 0 8 は、限定ではないが、実質的に矩形及び楕円形の開口を含む本明細書に記載されるようなエンジン 1 0 0 の運転を促進するあらゆる構成を含む。

#### 【 0 0 4 7 】

空気室 6 1 4 の各々は、空気流 6 1 6 を受けるように構成される。開口 6 0 7 及び 6 0 8 の各々は、燃料流 6 1 3 の少なくとも一部を受けると構成される。アレイ 6 1 1 の各々は、空気流 6 1 6 及び燃料流 6 1 3 の少なくとも一部を燃焼室 6 1 5 に誘導するように構成される。アレイ 6 1 1 は、空気流 6 1 8 を燃焼室 6 1 5 に誘導し、少なくとも 1 つの燃料流 6 2 0 を燃焼室 6 1 5 に誘導する。燃料流 6 2 0 は、空気流 6 1 8 に対してある傾斜角度で燃焼室 6 1 5 に噴射され、これにより燃料流 6 2 0 を空気流 6 1 8 と交差させて混合する。流れ 6 1 8 及び 6 2 0 はまた、本明細書に記載されるようなエンジン 1 0 0 の運転を促進する燃料、空気、燃焼ガス及び / 又は不活性希釈剤のいずれかの予め設定された混合を含むことができる。更に、アレイ 6 1 1 の各々は、予め設定された局所的及び大きな流動場 ( いずれも図示せず ) が燃焼室 6 1 5 内に形成されるように他のアレイ 6 1 1 とは異なる予め設定された混合を上述のように誘導するよう構成される。

#### 【 0 0 4 8 】

作動時、空気流 6 1 6 は、スワールペーン 6 1 2、特に空気室 6 1 4 に誘導される。燃料流 6 1 3 は、燃焼室 6 0 6 に、続いてスワールペーン 6 1 2 内に形成された開口 6 0 7 に誘導される。燃料は、関連する流路を介して開口 6 0 7 から開口 6 0 8 に誘導される。アレイ 6 1 1 の各々は、開口 6 1 7 を介して空気室 6 1 4 から燃焼室 6 1 5 に空気流 6 1 8 を誘導するのを促進する。アレイ 6 1 1 の各々はまた、燃焼室 6 1 5 への燃料流 6 2 0 の誘導を促進し、ここで空気流 6 1 8 及び燃料流 6 2 0 の各々は互いに衝突し、燃焼室 6 1 5 内で完全に混合される。空気流 6 1 6 に関連する空気質量流量及び流れ 6 1 3 に関連する燃料 / 空気 / 希釈剤質量流量は、各燃焼室 6 1 5 が予め設定された比率の燃料及び空気及び希釈剤を受けると制御される。流れ 6 1 8 と 6 2 0 との間の予め設定された角度の衝突 ( 図示せず ) は、本明細書に記載されるようなエンジン 1 0 0 の運転が促進され

るように燃焼室 6 1 5 内での予混合を促進する。追加の燃料、空気及び / 又は希釈剤流路は、本明細書に記載されるようなエンジン 1 0 0 の運転を促進するためにスワールベン 6 1 2 内に含めることができる。

【 0 0 4 9 】

本明細書に記載されたガスタービンエンジン及び燃焼器組立体は、燃焼生成物エミッションの緩和を促進すると共に、単位容積当たりの予め設定された放熱速度を促進する。より詳細には、エンジンは、燃料と空気流の衝突の結果として、完全且つ迅速な燃料及び空気混合を促進する希薄直接噴射燃焼器組立体を含む。こうした衝突は、 $\text{NO}_x$  の低減、より広い低下マージン、火災安定性、放熱の特定の速度を達成するのに必要な燃焼器組立体のサイズの縮小、及びプロセスガス及びシンガスを含む燃料を燃焼させるときの好ましくない燃焼動特性の緩和を促進する。続いて、より小さい燃焼組立体内に定められた冷却流路内の関連する空気圧降下の低下は、より効率的な空気噴射法を可能にする。結果として、こうしたエンジンの運転効率を高めることができ、エンジンの資本及び運転コストを低減することができる。

【 0 0 5 0 】

本明細書に記載されるようなシンガス及びプロセスガスを燃焼させる方法及び装置は、ガスタービンエンジンの運転を促進する。より具体的には、上述したようなエンジンは、より堅牢な燃焼器組立体構成を促進する。こうした燃焼器組立体構成はまた、効率、信頼性、及びメンテナンスコスト並びにガスタービンエンジン燃料消費量の低減を促進する。

【 0 0 5 1 】

ガスタービンエンジンと関連する燃焼器組立体の例示的な実施形態が詳細に上述された。本方法、装置、及びシステムは、本明細書に記載された特定の実施形態に限定されず、特定の図示されたガスタービンエンジン及び燃焼器組立体にも限定されるものではない。

【 0 0 5 2 】

本発明を様々な特定の実施形態に関して説明してきたが、当業者であれば、本発明が請求項の精神及び範囲内で修正を行い得る点を理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 3 】

【図 1】例示的なガスタービンエンジンの概略断面図。

【図 2】図 1 で示されるガスタービンエンジンと共に使用することができる例示的な燃焼器組立体の一部の概略断面図。

【図 3】図 2 で示され、線 3 - 3 に沿った燃焼器組立体の概略断面図。

【図 4】図 2 で示される燃焼器組立体と共に使用することができる代替の燃料 - 空気アレイの概略断面図。

【図 5】図 2 で示される燃焼器組立体と共に使用することができる別の代替の燃料 - 空気アレイの概略断面図。

【図 6】図 4 及び図 5 に示され、線 6 - 6 に沿った代替の燃料空気アレイの概略断面図。

【図 7】図 2 で示される燃焼器組立体と共に使用することができる複数の例示的燃料空気アレイの概略断面図。

【図 8】図 2 で示される燃焼器組立体と共に使用することができる代替の燃料 - 空気アレイの概略断面図。

【図 9】図 8 で示され、楕円 9 - 9 に沿った燃料 - 空気アレイの一部の概略断面図。

【図 10】図 9 に示され、線 10 - 10 に沿った燃料 - 空気アレイの一部の概略俯瞰断面図。

【図 11】図 2 に示された燃焼器組立体と共に使用することができる代替の燃料 - 空気アレイの一部の概略断面図。

【図 12】図 11 に示され、線 12 - 12 に沿った代替の燃料 - 空気アレイの一部の概略俯瞰断面図。

【図 13】図 2 に示される燃焼器組立体と共に使用することができる代替の燃料 - 空気アレイの一部の概略断面図。

10

20

30

40

50

【図 1 4】図 1 3 に示され線 1 4 - 1 4 に沿った代替の燃料 - 空気アレイの一部の概略俯瞰断面図。

【図 1 5】図 1 に示されるガスタービンエンジンと共に使用することができる代替の燃焼器組立体の概略断面図。

【図 1 6】図 1 に示されるガスタービンエンジンと共に使用することができる代替の燃焼器組立体の概略断面図。

【図 1 7】図 1 に示されるガスタービンエンジンと共に使用することができる代替の燃焼器組立体の概略断面図。

【図 1 8】図 1 に示されるガスタービンエンジンと共に使用することができる代替の燃焼器組立体の概略断面図。

10

【図 1 9】図 1 に示されるガスタービンエンジンと共に使用することができるスワロー組立体の概略断面図。

【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

3 線 3 - 3

6 線 6 - 6

9 楕円 9 - 9

1 0 線 1 0 - 1 0

1 2 線 1 2 - 1 2

1 4 線 1 4 - 1 4

20

1 0 0 ガスタービンエンジン

1 0 2 圧縮機

1 0 4 燃焼器組立体

1 0 5 燃焼器組立体壁

1 0 6 燃焼室

1 0 7 燃焼室中心線

1 0 8 タービン

1 1 0 圧縮機 / タービンシャフト

1 2 0 燃料流路

1 2 2 空気流路

30

1 2 4 空気入口

1 2 6 燃料入口

1 2 8 燃料 - 空気アレイ

1 3 0 燃料流

1 3 2 空気流

1 3 4 半径方向傾斜角

1 3 6 円周方向傾斜角

1 4 0 燃料 - 空気アレイ

1 4 1 空気流路

1 4 2 空気入口

40

1 4 3 冷却空気流

1 4 5 燃料 - 空気アレイ

1 4 6 空気流路

1 4 7 冷却流体入口

1 4 8 冷却流体流

1 5 0 燃料 - 空気アレイ

1 5 1 環状内側同心リング

1 5 2 燃料入口

1 5 3 環状中間同心リング

1 5 4 空気入口

50

|       |                               |    |
|-------|-------------------------------|----|
| 1 5 5 | 環状外側同心リング                     |    |
| 1 5 6 | 燃料流路                          |    |
| 1 5 8 | 空気流路                          |    |
| 1 6 0 | 燃料流                           |    |
| 1 6 1 | 燃料流の燃焼室中心線に対して傾斜した予め設定された噴射角度 |    |
| 1 6 2 | 空気流                           |    |
| 1 6 3 | 空気流の燃焼室中心線に対して傾斜した予め設定された噴射角度 |    |
| 1 6 4 | 入射角                           |    |
| 1 6 8 | 予め設定された半径方向傾斜入射角              |    |
| 1 7 0 | 燃料 - 空気アレ                     | 10 |
| 1 7 2 | 半径方向角度                        |    |
| 1 8 0 | 燃料 - 空気アレ                     |    |
| 2 0 4 | 燃焼器組立体                        |    |
| 2 0 5 | 壁                             |    |
| 2 0 6 | 燃焼室                           |    |
| 2 1 1 | 燃料 - 空気アレ                     |    |
| 2 1 2 | 移行部品                          |    |
| 2 1 3 | 燃焼ガス流                         |    |
| 3 0 4 | 燃焼器組立体                        |    |
| 3 0 5 | 壁                             | 20 |
| 3 0 6 | 燃焼室                           |    |
| 3 1 1 | 燃料 - 空気アレ                     |    |
| 3 1 3 | 燃焼ガス流                         |    |
| 4 0 4 | 燃焼器組立体                        |    |
| 4 0 5 | 壁                             |    |
| 4 0 6 | 燃焼室                           |    |
| 4 1 1 | 燃料 - 空気アレ                     |    |
| 4 1 3 | 燃焼ガス流                         |    |
| 5 0 4 | 代替の燃焼器組立体                     |    |
| 5 0 5 | 壁                             | 30 |
| 5 0 6 | 燃焼室                           |    |
| 5 1 1 | 燃料 - 空気アレ                     |    |
| 5 1 2 | 移行部品                          |    |
| 5 1 3 | 燃焼ガス流                         |    |
| 6 0 4 | スワラ組立体                        |    |
| 6 0 5 | 壁                             |    |
| 6 0 6 | 燃料燃焼室                         |    |
| 6 0 7 | 燃料開口                          |    |
| 6 0 8 | 燃料開口                          |    |
| 6 1 1 | 燃料 - 空気アレ                     | 40 |
| 6 1 2 | スワラベーン                        |    |
| 6 1 3 | 燃料流                           |    |
| 6 1 4 | 空気室                           |    |
| 6 1 5 | 燃焼室                           |    |
| 6 1 6 | 空気流                           |    |
| 6 1 7 | 空気開口                          |    |
| 6 1 8 | 燃料開口                          |    |
| 6 2 0 | 燃料流                           |    |

【図 1】

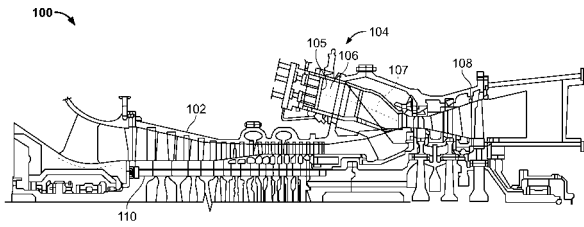


FIG. 1

【図 2】

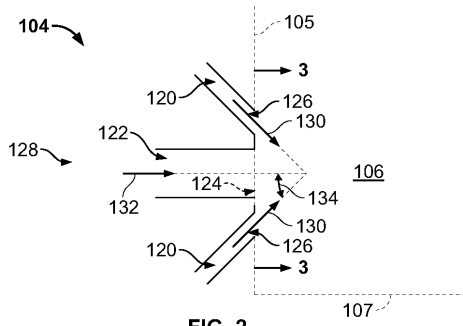


FIG. 2

【図 3】

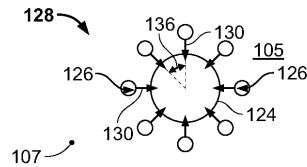


FIG. 3

【図 4】

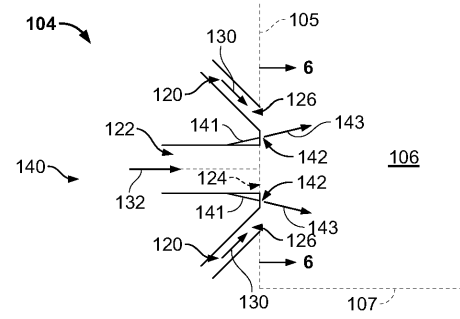


FIG. 4

【図 5】

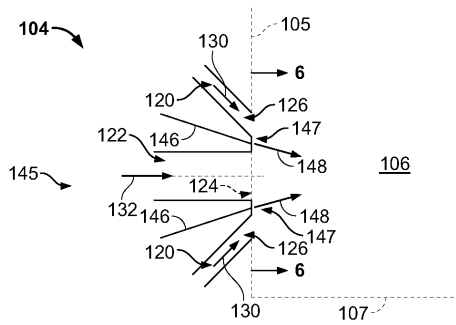


FIG. 5

【図 7】

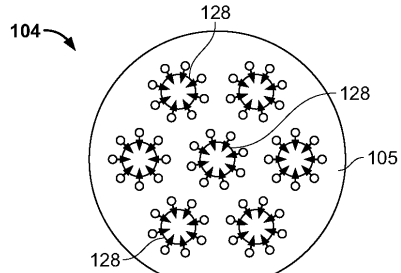


FIG. 7

【図 6】

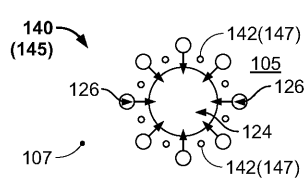


FIG. 6

【図 8】

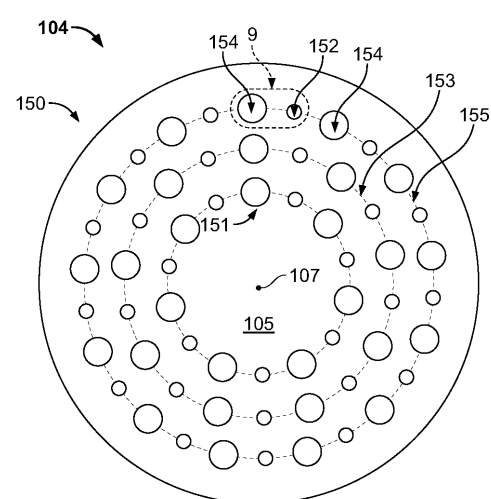


FIG. 8

【図 9】

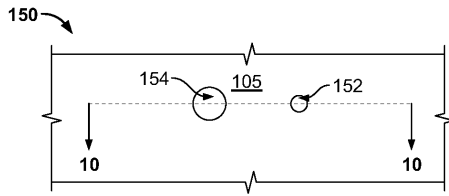


FIG. 9

【図 10】

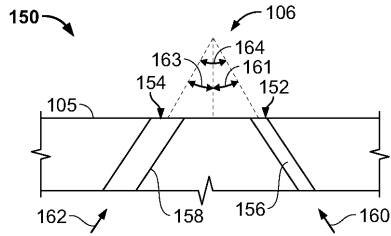


FIG. 10

【図 11】

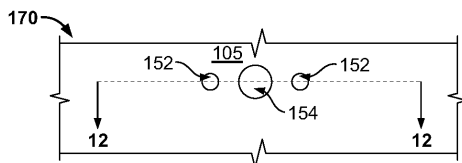


FIG. 11

【図 12】

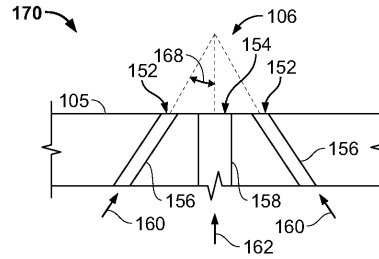


FIG. 12

【図 13】

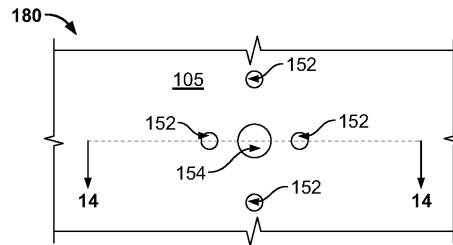


FIG. 13

【図 14】

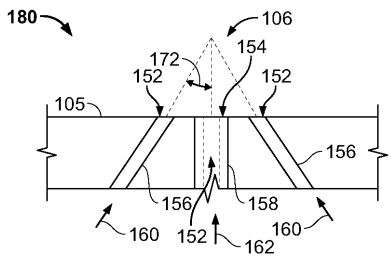


FIG. 14

【図 15】

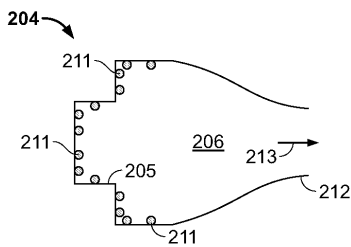


FIG. 15

【図 16】

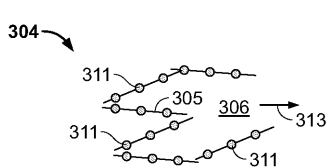


FIG. 16

【図 17】

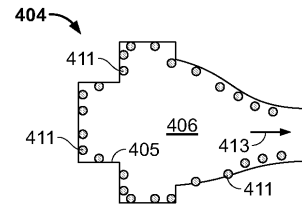


FIG. 17

【図 18】

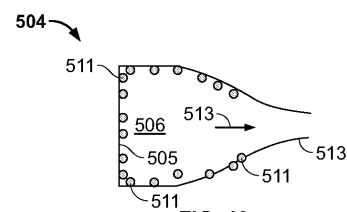


FIG. 18

【図 19】

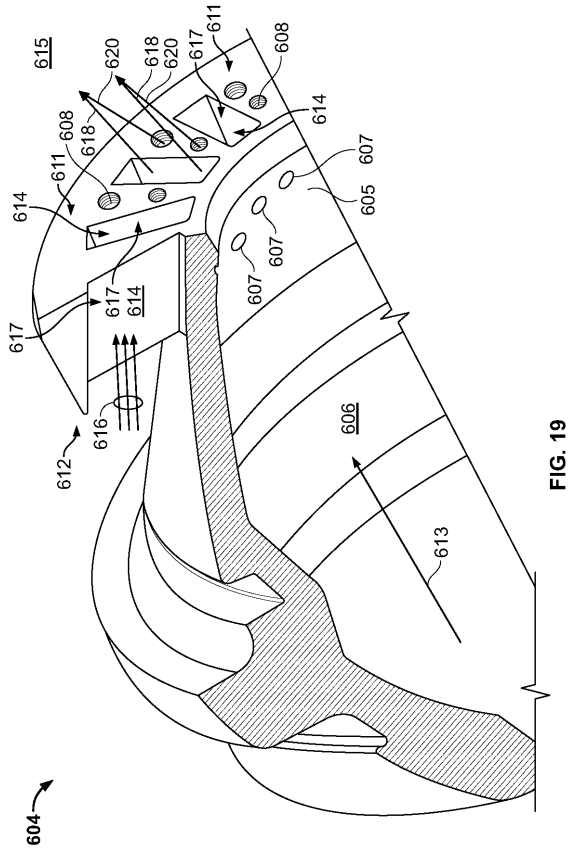


FIG. 19

---

フロントページの続き

(72)発明者 ベンジャミン・レイシー

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリアー、トレイバーン・コート、1番

(72)発明者 ジョン・ジョセフ・リビンスキ

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、ソーン・ヒル・コート、7番

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 特開2004-101175(JP, A)

米国特許第03603092(US, A)

米国特許第04801092(US, A)

特開平05-332540(JP, A)

米国特許第05437158(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/232

F23R 3/14

F23R 3/28