

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5179525号
(P5179525)

(45) 発行日 平成25年4月10日 (2013. 4. 10)

(24) 登録日 平成25年1月18日 (2013.1.18)

(51) Int. Cl.

F 1

F 2 3 R 3/32 (2006.01)
F 2 3 R 3/30 (2006.01)
F 2 3 R 3/16 (2006.01)
F 2 3 R 3/28 (2006.01)

F 2 3 R 3/32
F 2 3 R 3/30
F 2 3 R 3/16
F 2 3 R 3/28

D

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-15315 (P2010-15315)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成22年1月27日 (2010. 1. 27)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2010-175244 (P2010-175244A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(43) 公開日	平成22年8月12日 (2010. 8. 12)		クタディ、リバーロード、1 番
審査請求日	平成24年8月13日 (2012. 8. 13)	(74) 代理人	100137545
(31) 優先権主張番号	12/364, 488		弁理士 荒川 聡志
(32) 優先日	平成21年2月2日 (2009. 2. 2)	(74) 代理人	100105588
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小倉 博
早期審査対象出願		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	グレゴリー・アレン・ボードマン
			アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グ
			リーア、ディルズ・ファーム・ウェイ、7
			1 6 番
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービン・エンジンにおける燃料噴射用装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料ノズル (1 2) を備え、

前記燃料ノズル (1 2) は、

燃料流れを出力するように構成された燃料噴射器 (6 1 、 7 0) と、

燃料噴射器 (6 1 、 7 0) から出力される燃料流れの周囲に配置される複数の予混合器チューブ (5 2) であって、穿孔部分 (7 4) と非穿孔部分 (7 6) とを有する側面を備え、非穿孔部分 (7 6) は穿孔部分 (7 4) の下流にある複数の予混合器チューブ (5 2) と、

燃料噴射器 (6 1 、 7 0) と複数の予混合器チューブ (5 2) とを取り囲むキャップ (5 0) と、
を備え、

キャップ (5 0) は、複数の窓を備える側部と、複数の開口を備える端部を有し、複数の開口の各々に予混合器チューブ (5 2) の下流側の端が接続し、

キャップ (5 0) は、燃焼器 (1 6) のケーシング (4 0) 内に配置され、複数の窓から空気を受け取り、空気をキャップ (5 0) 内面の下流部分 (5 5) 及び、複数の予混合器チューブ (5 2) の下流部分に送って燃料噴射器 (6 1 、 7 0) の下流部分の冷却を促進し、冷却に使用された空気を複数の予混合器チューブ (5 2) の上流部分に送るように構成されている、システム (1 0) 。

【請求項 2】

10

20

燃料ノズル(12)を備え、
前記燃料ノズル(12)は、
燃料流れを出力するように構成された燃料噴射器(61、70)と、
燃料噴射器(61、70)の下流において燃料流れの周囲に配置された穿孔(58)を有する側面を備える穿孔された複数の予混合器チューブ(52)であって、穿孔(58)は、
空気流が穿孔された複数の予混合器チューブ(52)内に旋回運動で入っていくことを促進するように角度が付いており、旋回の程度は、穿孔された複数の予混合器チューブ(52)の長さに沿った穿孔(58)の軸方向位置に基づいて変化する、複数の予混合器チューブ(52)と、

燃料噴射器(61、70)と複数の予混合器チューブ(52)とを取り囲むキャップ(50)と、

を備え、
キャップ(50)は、複数の窓を備える側部と、複数の開口を備える端部を有し、複数の開口の各々に予混合器チューブ(52)の下流側の端が接続し、

キャップ(50)は、燃焼器(16)のケーシング(40)内に配置され、複数の窓から空気を受け取り、空気をキャップ(50)内面の下流部分(55)及び、複数の予混合器チューブ(52)の下流部分に送って燃料噴射器(61、70)の下流部分の冷却を促進し、冷却に使用された空気を複数の予混合器チューブ(52)の上流部分に送るように構成されている、システム(10)。

【請求項3】

穿孔部分(74)の穿孔(58)は、予混合器チューブ(52)に入る空気を旋回させるように構成されており、
旋回の程度は、予混合器チューブ(52)の長さに沿った軸方向位置とともに変化する請求項1に記載のシステム(10)。

【請求項4】

穿孔された予混合器チューブ(52)は穿孔部分(74)と非穿孔部分(76)とを備え、穿孔部分(74)は非穿孔部分(76)の上流にある請求項2に記載のシステム(10)。

【請求項5】

燃料ノズル(12)が取り付けられる端部カバー(38)と、燃料ノズル(12)とを有する燃焼器(16)とを備え、
燃料噴射器(61、70)は、燃料カートリッジ(70)を通して予混合器チューブ(52)に燃料を供給する複数のオリフィス(61)を含むガス噴射器プレート(60)を備える請求項1乃至4のいずれかに記載のシステム(10)。

【請求項6】

穿孔された予混合器チューブ(52)の長さに沿って、第1の軸方向位置における第1の穿孔の組(58)が、第2の軸方向位置における第2の穿孔の組(58)とは実質的に反対方向に空気を旋回させるように構成されている請求項1乃至5のいずれかに記載のシステム(10)。

【請求項7】

穿孔された予混合器チューブ(52)の穿孔(58)は、予混合器チューブ(52)の長さに沿った軸方向に沿って複数配置される請求項1乃至6のいずれかに記載のシステム(10)。

【請求項8】

穿孔された予混合器チューブ(52)の穿孔(58)は、穿孔された予混合器チューブ(52)の長手軸(84)に沿った軸方向に角度(80、82)を付けて配向される請求項1乃至7のいずれかに記載のシステム(10)。

【請求項9】

燃料噴射器(61、70)は、霧状の液体燃料、ガス燃料、または2つの組み合わせを噴射するように構成されている請求項1乃至8のいずれかに記載のシステム(10)。

【請求項 10】

キャップ(50)は、キャップ(50)の下流部分(55)の付近においてキャップ(50)の周囲に沿って配置された複数の窓(54)と、
複数の窓(54)に入った空気をキャップ(50)の下流部分(55)に送ること促進する冷却板(72)とを備える請求項1乃至9のいずれかに記載のシステム(10)。

【請求項 11】

燃料ノズル(12)が取り付けられる端部カバー(38)と、燃料ノズル(12)とを有する燃焼器(16)とを備える請求項1乃至10のいずれかに記載のシステム(10)を製造する方法であって、

燃料を供給する複数のオリフィス(61)を含むガス噴射器プレート(60)を提供する工程と、

複数のオリフィス(61)の各々の周囲に予混合器チューブ(52)を配置する工程と、
キャップ(50)が、燃料噴射器(61、70)と予混合器チューブ(52)とを取り囲み、
キャップ(50)の複数の開口の各々に予混合器チューブ(52)の下流側の端が接続するように、
キャップ(50)を端部カバー(38)に固定する工程と、
を含む方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本明細書において開示される主題は、ガス・タービン・エンジンに関し、より具体的には燃料ノズルに関する。

【背景技術】**【0002】**

ガス・タービン・エンジンは、1つまたは複数の燃焼器を備える。燃焼器は、圧縮空気と燃料とを受け取って燃焼させ、高温の燃焼ガスを生成する。たとえば、ガス・タービン・エンジンは、回転軸の周方向に複数の燃焼器を備える場合がある。各燃焼器内の空気圧および燃料圧は、時間とともに周期的に変化する場合がある。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】米国特許第6532742号明細書

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

これらの空気圧および燃料圧の変動によって、燃焼ガスの圧力振動が特定の周波数において促進されるかまたは引き起こされる場合がある。この周波数がタービン・エンジン内の一部またはサブシステムの固有周波数に対応していると、その部品またはエンジン全体に対する損傷が生じる場合がある。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

当初に請求される発明と範囲が対応する特定の実施形態を以下にまとめる。これらの実施形態は、請求される発明の範囲を限定することは意図しておらず、むしろこれらの実施形態は、本発明の可能な形態の簡単な概要を与えることのみを意図している。実際には、本発明は、以下に述べる実施形態と同様の場合も異なる場合もある種々の形態を包含する場合がある。

【0006】

第1の実施形態においては、システムが燃料ノズルを備え、前記燃料ノズルは、燃料流れを出力するように構成された燃料噴射器と、燃料噴射器から出力される燃料流れの周囲に配置された予混合器チューブとを備えている。予混合器チューブは穿孔部分と非穿孔部分とを備え、非穿孔部分は穿孔部分の下流にある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

第2の実施形態においては、システムが燃料ノズルを備え、前記燃料ノズルは、燃料流れを出力するように構成された燃料噴射器と、穿孔された予混合器チューブとを備えている。穿孔された予混合器チューブは、燃料噴射器の下流において燃料流れの周囲に配置された穿孔を備えている。穿孔は、空気流が穿孔された予混合器チューブ内に旋回運動で入っていくことを助長するように角度が付いており、旋回の程度は、穿孔された予混合器チューブの長さに沿った穿孔の軸方向位置に基づいて変化する。

【 0 0 0 8 】

第3の実施形態においては、システムが燃料ノズルを備え、前記燃料ノズルは、複数の燃料噴射器と複数の穿孔された予混合器チューブとを備えている。各燃料噴射器から燃料流れが下流方向に、穿孔された予混合器チューブ内へ、穿孔された予混合器チューブの上流部分において出力される。また燃料ノズルは、内部空洞に至る複数の空気窓を備えるキャップを備えている。内部空洞には、穿孔された予混合器チューブが配置されている。キャップは、空気を、空気窓を通して、穿孔された予混合器チューブの周囲の内部空洞を通して、少なくとも部分的に、穿孔された予混合器チューブの下流部分から上流部分へ上流方向に送るように、また予混合器チューブ内に上流部分において送るように構成されている。上流方向は、燃料流れの下流方向と略反対である。

【 0 0 0 9 】

本発明のこれらおよび他の特徴、態様、および優位性は、以下の詳細な説明を添付図面を参照して読むことでより良好に理解される。添付図面では、同様の文字は図面の全体に渡って同様の部分を表わす。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 燃焼器に結合された燃料ノズルを有するタービン・システムのブロック図であり、燃料ノズルは、本技術の特定の実施形態により燃焼器に付随する圧力振動を減らすように構成されている。

【 図 2 】 本技術の特定の実施形態による図 1 に示すタービン・システムの切り欠き側面図である。

【 図 3 】 本技術の特定の実施形態による燃焼器の端部カバーに結合される燃料ノズルを伴う図 1 に示す燃焼器の切り欠き側面図である。

【 図 4 】 本技術の特定の実施形態による予混合器チューブの組を伴う図 3 に示す燃料ノズルの斜視図である。

【 図 5 】 本技術の特定の実施形態による図 4 に示す燃料ノズルの切り欠き斜視図である。

【 図 6 】 本技術の特定の実施形態による図 4 に示す燃料ノズルの分解斜視図である。

【 図 7 】 本技術の特定の実施形態による図 4 に示す燃料ノズルの断面側面図である。

【 図 8 】 本技術の特定の実施形態による図 7 に示す予混合器チューブの側面図である。

【 図 9 】 本技術の特定の実施形態による図 8 の線分 9 - 9 に沿って見た予混合器チューブの断面側面図である。

【 図 10 】 本技術の特定の実施形態による図 8 の線分 10 - 10 に沿って見た予混合器チューブの断面側面図である。

【 図 11 】 本技術の特定の実施形態による図 8 の線分 11 - 11 に沿って見た予混合器チューブの断面側面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の1つまたは複数の特定の実施形態について説明する。これらの実施形態について簡潔な説明を与えるために、本明細書では実際の具体化のすべての特徴については説明しない場合がある。次のことを理解されたい。すなわち、任意のこのような実際の具体化を開発する際には、任意のエンジニアリングまたはデザイン・プロジェクトの場合と同様に、開発者の特定の目標（たとえばシステム関連およびビジネス関連の制約と適合すること）を達成するために、具体化に固有の多数の決定を行なわなければならない。特

10

20

30

40

50

定の目標は具体化ごとに変わる場合がある。また次のことを理解されたい。すなわち、このような開発努力は、複雑で時間がかかる場合があるが、それでも、本開示の利益を受ける当業者にとってはデザイン、作製、および製造の日常的な取り組みであろう。

【0012】

本発明の種々の実施形態の要素を導入するとき、冠詞「a」、「an」、「the」、および「前記」は、要素の1つまたは複数が存在することを意味することが意図されている。用語「含む (comprising)」、「備える (including)」、および「有する (having)」は、包含的であることが意図されており、列記された要素以外の付加的な要素が存在していても良いことを意味する。

【0013】

本開示の実施形態では、燃焼器駆動振動を、燃料空気混合を（時間と空間において）拡散する（または広げる）こと、および燃焼器の混合部分内での燃料および/または空気滞留時間を増加させることによって減らせる場合がある。燃焼器駆動振動は、燃料および空気が燃焼器内に入り、混合し、および燃焼するときに起こる燃焼器における圧力振動と定義しても良い。燃焼器駆動振動によって、タービン・システムの全体に渡って圧力振動が生じ、その結果、燃焼器の上流および下流の両方において構成部品を磨耗させ潜在的に損傷する場合がある。以下に詳細に説明するように、これらの燃焼器駆動振動は、燃焼器に供給される燃料および空気における上流の圧力振動を小さくすることによって、実質的に低減するかまたは最小限になる場合がある。たとえば、上流の圧力振動は、タービン・エンジンの先端部および/または燃料ノズルにおける固有の圧力バランス特徴部を介して、実質的に低減するかまたは最小限になる場合がある。したがって、特定の実施形態では、穿孔を伴う1つまたは複数の予混合器チューブ、たとえば、長さが拡張されおよび/または穿孔部分の下流に非穿孔部分がある予混合器チューブを備えることによって、各燃料ノズルにおける滞留時間を増加させる場合がある。いくつかの実施形態では、予混合器チューブ内に旋回を誘発しても良い。この場合、旋回の程度は、予混合器チューブの長さに沿った穿孔の軸方向位置に基づいて変化する。燃料空気混合気を効果的に旋回することによって、混合が改善され、ノズル出口におけるディフューザ圧力回復が改善され、ノズル出口における火災安定性が改善され、および予混合器チューブを通る経路長が延び、その結果、滞留時間が増加する。いくつかの実施形態では、複数の予混合器チューブをミニ・ノズル・キャップ内で用いても良い。この場合、空気をキャップの裏側に渡って送って、空気が予混合器チューブに入る前に冷却を行なう。

【0014】

次に図面を参照し、最初に図1を参照して、ガス・タービン・システム10の実施形態のブロック図を例示する。ブロック図には、燃料ノズル12、燃料供給14、および燃焼器16が含まれている。図示したように、燃料供給14によって、液体燃料および/またはガス燃料（たとえば天然ガス）が、タービン・システム10に、燃料ノズル12を通して送られ、燃焼器16内に入る。後述するように、燃料ノズル12は、燃料を噴射して圧縮空気と混合する一方で、燃焼器駆動振動を最小限にするように構成されている。燃焼器16は、燃料空気混合気に点火して燃焼させてから、高温加圧排気ガスをタービン18内に送る。排気ガスは、タービン18におけるタービン・ブレードを通過することによって、タービン18を回転させる。そして次に、タービン18におけるブレードとシャフト19との間の結合によって、シャフト19が回転する。シャフト19はまた、タービン・システム10の全体に渡って複数の構成要素と結合しており、これは例示する通りである。最終的に、燃焼プロセスの排気ガスは、タービン・システム10から排気口20を通過して出ても良い。

【0015】

タービン・システム10の実施形態においては、圧縮機翼またはブレードが圧縮機22の構成要素として含まれている。圧縮機22内のブレードは、シャフト19に結合されていても良く、シャフト19がタービン18によって回転させられるときに回転する。圧縮機22は、空気をタービン・システム10に、空気取り入れ口24を介して取り入れても

10

20

30

40

50

良い。さらに、シャフト 19 は負荷 26 に結合されていても良い。負荷 26 は、シャフト 19 の回転によってパワー供給されても良い。理解されるように、負荷 26 は、タービン・システム 10 の回転出力によってパワーを発生させる場合がある任意の好適な装置であっても良い。たとえば発電所または外部の機械的負荷である。たとえば、負荷 26 は、発電機、飛行機のプロペラなどを含んでも良い。空気取り入れ口 24 は、空気 30 をタービン・システム 10 内に、好適なメカニズム（たとえば外気取り入れ口）を通して引き込み、以後に空気 30 を燃料供給 14 と燃料ノズル 12 を介して混合することに備える。以下に詳細に説明するように、タービン・システム 10 によって取り入れた空気 30 を供給して、圧縮機 22 内のブレードを回転させることによって圧縮し加圧空気にしても良い。加圧空気を次に、燃料ノズル 12 内に供給しても良い。これを矢印 32 で示す。燃料ノズル 12 は次に、加圧空気と燃料とを混合して（数字 34 で示す）、燃焼にとって好適な混合比を実現しても良い。たとえば、燃料を無駄にすることも過剰排出を引き起こすこともないように燃料をより完全に燃やす燃焼である。タービン・システム 10 の実施形態には、燃焼器駆動振動を減らすことによって性能を増加させ排出を低減するための燃料ノズル 12 内の特定の構造および構成要素が含まれる。

【0016】

図 2 に、タービン・システム 10 の実施形態の切り欠き側面図を示す。図示したように、実施形態には圧縮機 22 が含まれている。圧縮機 22 は、環状に配列された燃焼器 16（たとえば、6、8、10、または 12 個の燃焼器 16）に結合されている。各燃焼器 16 は、少なくとも 1 つの燃料ノズル 12（たとえば、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 個、またはそれ以上）を備えている。燃料ノズル 12 によって、空気燃料混合気が、各燃焼器 16 内に配置された燃焼ゾーンに供給される。空気燃料混合気が燃焼器 16 内で燃焼することによって、排気ガスが排気出口 20 に向かって進むときに、タービン 18 内の翼またはブレードが回転する。以下に詳細に説明するように、燃料ノズル 12 の特定の実施形態には、燃焼器駆動振動を減らすための種々の固有の特徴が含まれる。その結果、燃焼が改善され、望ましくない排気物質が低減され、および燃料消費量が改善される。

【0017】

図 3 に、図 2 に示す燃焼器 16 の実施形態の詳細図を例示する。図において、燃料ノズル 12 が、燃焼器 16 の基部すなわち先端部 39 における端部カバー 38 に取り付けられている。圧縮空気と燃料とが端部カバー 38 を通して燃料ノズル 12 に送られ、燃料ノズル 12 は空気燃料混合気を燃焼器 16 内に分配する。燃料ノズル 12 は圧縮空気を圧縮機 22 から受け取る。受け取りは、燃焼器 16 の周囲を通っておよび部分的に燃焼器 16 の中を通して燃焼器 16 の下流端から上流端（たとえば、先端部 39）に至る流路を介して行なわれる。特に、タービン・システム 10 はケーシング 40 を備えている、ケーシング 40 は、燃焼器 16 のライナ 42 および流れスリーブ 44 を取り囲んでいる。圧縮空気は、ケーシング 40 と燃焼器 16 との間を、流れスリーブ 44 に達するまで進む。流れスリーブ 44 に達したらすぐに、圧縮空気は、流れスリーブ 44 における穿孔を通過し、流れスリーブ 44 とライナ 42 との間の中空の環状空間に入り、先端部 39 に向かって上流へ流れる。このようにして、圧縮空気は、燃料と混合して燃焼に備える前に、燃焼器 16 を効果的に冷却する。先端部 39 に達したらすぐに、圧縮空気は燃料ノズル 12 内に流れて、燃料との混合に備える。そして次に、燃料ノズル 12 は加圧空気燃料混合気を燃焼器 16 内に分配しても良く、そこで混合気の燃焼が起こる。結果として生じる排気ガスは、移行部片 48 を通ってタービン 18 まで流れ、タービン 18 のブレードをシャフト 19 とともに回転させる。一般的に、空気燃料混合気は、燃焼器 16 内の燃料ノズル 12 の下流で燃焼する。空気と燃料ストリームとを混合することは、各ストリームの特性（たとえば燃料の発熱量、流量、および温度）に依存する場合がある。特に、加圧空気は温度が約 650 ~ 900 °F の場合があり、燃料は約 70 ~ 500 °F の場合がある。以下に詳細に説明するように、燃料ノズル 12 は、空気および / または燃料流れにおける圧力振動または変動を、燃焼器 16 内への噴射前に減らす種々の特徴を備える。その結果、燃焼器駆動振

動が実質的に低減される。

【 0 0 1 8 】

図 4 に、図 3 の燃焼器 1 6 において用いても良い燃料ノズル 1 2 の斜視図を示す。燃料ノズル 1 2 は、複数の予混合器チューブ 5 2 を伴うミニ・ノズル・キャップ 5 0 を備えている。第 1 の窓 5 4 を、ミニ・ノズル・キャップ 5 0 の周囲に沿って配置して、キャップ 5 0 の下流部分 5 5 の付近においてキャップ 5 0 内に空気流が入ることを促進しても良い。また第 2 の窓 5 6 を、端部カバー 3 8 により近いミニ・ノズル・キャップ 5 0 の周囲に沿って配置して、キャップ 5 0 の上流部分 5 7 の付近ににおいて付加的な空気流を与えても良い。しかし、以下でより詳細に前述するように、燃料ノズル 1 2 を、窓 5 4 および 5 6 の両方からの空気流を予混合器チューブ 5 2 内に、下流部分 5 5 よりも上流部分 5 7 で 10 の量を多くして送るように構成しても良い。第 1 の窓 5 4 および第 2 の窓 5 6 の数は、ミニ・ノズル・キャップ 5 0 内への所望の空気流に基づいて変わっても良い。たとえば、第 1 および第 2 の窓 5 4 および 5 6 はそれぞれ、ミニ・ノズル・キャップ 5 0 の周囲に沿って分配された約 2、4、6、8、10、12、14、16、18、または 20 個の窓の組を備えていても良い。しかしこれらの窓のサイズおよび形状は、特定の燃焼器 1 6 のデザイン検討に適合するように構成しても良い。ミニ・ノズル・キャップ 5 0 を端部カバー 3 8 に固定して、完成した燃料ノズル・アセンブリ 1 2 を形成しても良い。

【 0 0 1 9 】

以下に詳細に説明するように、燃料および空気を、燃焼器 1 6 内に噴射する前に予混合器チューブ 5 2 内で圧力振動を下げる仕方で混合しても良い。窓 5 4 および 5 6 からの空気は、予混合器チューブ 5 2 内に流れ込んで、端部カバー 3 8 を通って流れる燃料と混合 20 しても良い。燃料および空気は、予混合器チューブ 5 2 の長さに沿って移動するに従って混合しても良い。たとえば、各予混合器チューブ 5 2 は、延長された長さ、旋回を誘発する角度の付いた穿孔、および/または穿孔部分の下流に設けられた非穿孔部分を備えていても良い。これらの特徴によって、燃料および空気の滞留時間が実質的に増加し、予混合器チューブ 5 2 内での圧力振動が抑えられる場合がある。チューブ 5 2 を出たらすぐに、燃料空気混合気 ign に点火して、タービン 1 8 にパワーを供給する高温ガスを発生させても良い。

【 0 0 2 0 】

図 5 に、図 4 に示した燃料ノズル 1 2 の断面を示す。この断面は、ミニ・ノズル・キャップ 5 0 内の予混合器チューブ 5 2 を示している。図 5 に示すように、各予混合器チューブ 5 2 は、チューブ 5 2 の長手軸に沿って設けられた複数の穿孔 5 8 を含む。これらの穿孔 5 8 によって、窓 5 4 および 5 6 からの空気が予混合器チューブ 5 2 内に送られる。穿孔の数と各穿孔のサイズとは、各予混合器チューブ 5 2 内への所望の空気流に基づいて変わっても良い。燃料を、端部カバー 3 8 を通して噴射しても良く、穿孔 5 8 を通って入る空気と混合しても良い。この場合もやはり、穿孔 5 8 の位置、配向、および概略的な配置を、実質的に滞留時間を増加させ、燃料および空気における圧力振動を抑えるように構成しても良い。その結果、次に、燃料ノズル 1 2 の下流に設けられた燃焼器 1 6 内で起こる燃焼プロセスの振動が実質的に低減する。たとえば、穿孔 5 8 の割合は、各予混合器チューブ 5 2 の下流部分 5 5 よりも上流部分 5 7 の方が高くても良い。空気は、より上流側 5 7 で穿孔 5 8 を通って入るほど、予混合器チューブ 5 2 を通って移動する距離は長くなり、一方で、空気は、より下流側 5 5 で穿孔 5 8 を通って入るほど、予混合器チューブ 5 2 を通って移動する距離は短くなる。特定の実施形態においては、穿孔 5 8 のサイズを、予混合器チューブ 5 2 の上流部分 5 7 において比較的大きく取って下流部分 5 5 において比較的小さく取っても良いし、逆もまた同様である。たとえば、上流部分 5 7 における穿孔 5 8 の方が大きい場合、予混合器チューブ 5 2 の上流部分 5 7 を通って入る空気流の割合が大きくなる場合があり、その結果、予混合器チューブ 5 2 における滞留時間が長くなることになる。いくつかの実施形態においては、穿孔 5 8 に角度を付けて旋回を誘発して、混合を増やし、滞留時間を長くし、予混合器チューブ 5 2 を通って入る空気および燃料流れにおける圧力振動を抑えても良い。最終的には、燃料および空気流における圧力振動が 30 40 50

実質的に減衰した後で、予混合器チューブ５２から燃料空気混合気を燃焼器１６内に噴射して燃焼に備える。

【００２１】

図６は、図４に示した燃料ノズル１２の分解組立図である。この図ではさらに、ミニ・ノズル・キャップ５０内の予混合器チューブ５２の構成を示している。また図６では、第１の窓５４および第２の窓５６の別の視野も示している。加えて、この図では、各予混合器チューブ５２の基部内へ燃料供給するための経路および構造を例示している。

【００２２】

タービン・エンジンは、液体燃料、ガス燃料、または２つの組み合わせで動作しても良い。図６に示す燃料ノズル１２は、予混合器チューブ５２内への液体およびガス燃料の両方の流れを促進する。しかし他の実施形態では、液体燃料またはガス燃料で単独で動作するように構成しても良い。ガス燃料は、ガス噴射器プレート６０を通して予混合器チューブ５２に入っても良い。図示したように、このプレート６０は、予混合器チューブ５２にガスを供給する複数の円錐形オリフィス６１を含む。ガスを、端部カバー３８を通してガス噴射器プレート６０に供給しても良い。端部カバー３８は、燃料供給１４からのガスをガス噴射器プレート６０に送る複数の通路６２（たとえば、環状またはアーチ形に成形された凹部）を備えていても良い。例示した実施形態は、３つの通路６２、たとえば、第１の通路６４、第２の通路６６、および第３の通路６８を備えている。第２の通路６６および第３の通路６８は、複数の部分に分割されている。しかし代替的な実施形態では、連続的な環状の通路６６および６８を用いても良い。通路の数は、燃料ノズル１２の構成に基づいて変わっても良い。この図に示すように、ガス・オリフィス６１は、中央のオリフィス６１を取り囲む２つの同心円で配置されている。この構成では、第１の通路６４からガスを中央のオリフィス６１に供給しても良く、第２の通路６６からガスを内側の円のオリフィス６１に供給しても良く、および第３の通路６８からガスを外側の円のオリフィス６１に供給しても良い。このようにして、ガス燃料を各予混合器チューブ５２に供給しても良い。

【００２３】

液体燃料を予混合器チューブ５２へ、複数の液体噴霧器スティックまたは液体燃料カートリッジ７０を通して供給しても良い。各液体燃料カートリッジ７０は、端部カバー３８とガス噴射器プレート６０とを貫通しても良い。後述するように、各液体燃料カートリッジ７０の先端を各ガス・オリフィス６１内に配置しても良い。この構成では、液体およびガス燃料の両方とも予混合器チューブ５２に入っても良い。たとえば、液体燃料カートリッジ７０から、噴霧された液体燃料が各予混合器チューブ５２内に噴射されても良い。この噴霧液体は、噴射されたガスおよび空気と予混合器チューブ５２内で混合しても良い。混合物を次に、燃料ノズル１２を出たときに点火しても良い。さらに、各液体燃料カートリッジ７０は、液体スプレー（たとえば、水スプレー）を予混合器チューブ５２内に噴射するための流体冷媒（たとえば、水）通路を備えていても良い。特定の実施形態においては、予混合器チューブ５２の固有の特徴によって、空気、ガス燃料、液体燃料、液体冷媒（たとえば、水）、またはそれらの任意の組み合わせを含む流体供給における圧力変動が実質的に低減される場合がある。たとえば、予混合器チューブ５２における穿孔５８を、燃焼器１６内へ混合物を噴射する前に混合を増加させ、滞留時間を長くして、圧力振動を減衰させるような仕方、ガス燃料、液体燃料、および／または液体冷媒（たとえば、水）に接触するように、構成しても良い。

【００２４】

図７に、図４に示した燃料ノズル１２の断面を示す。前述したように、空気が、ミニ・ノズル・キャップ５０に、第１の窓５４および第２の窓５６を通して入っても良い。この図では、窓５４および５６を通して穿孔５８に至り、穿孔５８を通り、予混合器チューブ５２に沿って長さ方向に進む空気の経路を示す。第１の窓５４から空気がミニ・ノズル・キャップ５０の下流部分５５内に送られて冷却が促進されることが、空気が予混合器チューブ５２内の上流部分５７に進む前に行なわれる。言い換えれば、空気流が予混合器チュ

10

20

30

40

50

ープ５２の外部に沿って上流方向５９に下流部分５５から上流部分５７に進むことが、穿孔５８を通して予混合器チューブ５２内に入る前に行なわれる。このようにして、空気流５９によって、燃料ノズル１２、特に予混合器チューブ５２が実質的に冷却され、その効果は、燃焼器１６における燃焼の高温生成物に最も近い下流部分５５における方が大きい。第２の窓５６による予混合器チューブ５２内への空気流の促進は、予混合器チューブ５２の上流部分５７において穿孔５８内により接近してまたは直接的に行なわれる。図７では、２つの第１の窓５４および第２の窓５６のみを示している。しかし、図４に最も良く示されるように、これらの窓５４および５６は、ミニ・ノズル・キャップ５０の全周囲に沿って配置しても良い。

【００２５】

第１の窓５４に入った空気をミニ・ノズル・キャップ５０の下流部分５５に送ることを、ガイドまたは冷却板７２を用いて行なっても良い。図７に示すように、燃料ノズル１２では、第１の窓５４からの空気流を、燃料ノズル１２の長手軸と横方向および平行方向の両方向に分配する。すなわち、たとえば、空気流をすべての予混合器チューブ５２の周りで横方向に、および穿孔５８に向かって上流方向５９に長さ方向に分配する。窓５４からの空気流５９は、最終的には窓５６からの空気流と、空気流が予混合器チューブ５２における穿孔５８を通過するときに混合する。前述したように、窓５４からの空気流５９によって、燃料ノズル１２が下流部分５５において実質的に冷却される。その結果、燃焼の高温生成物が下流部分５５の付近にあるために、窓５４からの空気流５９は第２の窓５６からの空気流よりも、約５０°F～１００°Fだけ暖かい場合がある。したがって、各供給源からの空気を混合することによって、予混合器チューブ５２に入る空気温度を下げることに役立つ場合がある。

【００２６】

本実施形態における第１の窓５４は、第２の窓５６の約２倍の大きさである。この構成によって、ミニ・ノズル・キャップ５０の裏面が十分に冷却される一方で、予混合器チューブ５２に入る空気温度が下がることが確実になる場合がある。しかし窓サイズ比は、燃料ノズル１２の特定のデザイン検討に基づいて変わっても良い。さらに、他の実施形態においてはさらなる窓の組を用いても良い。

【００２７】

混合された空気流が、予混合器チューブ５２に、チューブ５２の穿孔部分７４に沿って配置された穿孔５８（矢印で示す）を通して入る。前述したように、燃料噴射器から、ガス燃料、液体燃料、液体冷媒（たとえば、水）、またはそれらの組み合わせを予混合器チューブ５２内に噴射しても良い。図７に例示した構成では、ガスおよび液体燃料の両方が噴射される。ガスを、端部カバー３８における噴射器プレート６０の真下に配置された通路６２から与えても良い。この実施形態においては、図６に示した同じ３通路構成を用いる。第１の通路６４が、中央の予混合器チューブ５２の下方に配置されている。第２の通路６６が、第１の通路６４を同軸または同心の配置で取り囲んで、次の外側の予混合器チューブ５２にガスを与える。第３の通路６８が、第２の通路６６を同軸または同心の配置で取り囲んで、外側の予混合器チューブ５２にガスを与える。ガスを予混合器チューブ５２内にガス・オリフィス６１を通して噴射しても良い。同様に、液体を液体燃料カートリッジ７０から噴射しても良い。液体燃料カートリッジ７０によって、液体燃料（および任意的な液体冷媒）を、噴霧または液体燃料液滴の形成を誘発するのに十分な圧力で噴射しても良い。液体燃料は、ガス燃料および空気と、予混合器チューブ５２の穿孔部分７４内で混合する場合がある。燃料と空気とがさらに混合することが、穿孔部分７４の下流にある非穿孔部分７６において続く場合がある。

【００２８】

これら２つの部分７４および７６を組み合わせることによって、燃料と空気との十分な混合が燃焼前に行なわれることが確実になる場合がある。たとえば、非穿孔部分７６によって空気流５９がさらに上流に強制的に流れて上流部分５７に至る結果、予混合器チューブ５２を通るすべての空気流について流路および滞留時間が増加する。上流部分５７では

10

20

30

40

50

、下流側窓 5 4 および上流側窓 5 6 の両方からの空気流が、穿孔部分 7 4 における穿孔 5 8 を通った後に、予混合器チューブ 5 2 の中を下流方向 6 3 に、燃焼器 1 6 内へ出るまで移動する。この場合もやはり、非穿孔部分 7 6 において穿孔 5 8 を排除することは、予混合器チューブ 5 2 における空気流の滞留時間を長くするように構成されている。なぜならば、非穿孔部分 7 6 によって本質的に、予混合器チューブ 5 2 内に空気流が入ることが妨げられ、空気流が上流の穿孔部分 7 4 における穿孔 5 8 に案内されるからである。さらに、穿孔 5 8 の位置が上流にあるため、上流 5 7 であるほど燃料空気混合が高まり、その結果、燃焼器 1 6 内に噴射する前に燃料と空気とが混合する時間が長くなる。同様に、穿孔 5 8 の位置が上流にあるために、流体流れ（たとえば、空気流、ガス流、液体燃料流れ、および液体冷媒流れ）における圧力振動が実質的に減る。なぜならば、穿孔によって横方向の流れが形成されて混合が高まり、圧力を安定させる滞留時間が長くなるからである。

10

【 0 0 2 9 】

また通路 6 2 を通って流れるガス燃料は、液体燃料カートリッジ 7 0 を絶縁するとともに、コークス化の可能性が低くなる十分低い値に液体燃料温度が留まることを確実にする働きもする場合がある。コークス化とは、燃料が割れ始めて、カーボン粒子を形成する状態である。これらの粒子は、液体燃料カートリッジ 7 0 の内壁に付着する場合がある。時間が経つと、粒子は壁から脱離して液体燃料カートリッジ 7 0 の先端を塞ぐ場合がある。コークス化が起こる温度は、燃料に応じて変化する。しかし典型的な液体燃料の場合、コークス化が起こる温度は、約 2 0 0、2 2 0、2 4 0、2 6 0、または 2 8 0 ° F よりも大きい場合がある。図 7 に示すように、液体燃料カートリッジ 7 0 は、通路 6 2 およびガス・オリフィス 6 1 内に配置されている。したがって、液体燃料カートリッジ 7 0 は、流れるガスによって完全に取り囲まれていても良い。このガスは、液体燃料カートリッジ 7 0 内の液体燃料を低温に保って、コークス化が起きる可能性を小さくする働きをする場合がある。

20

【 0 0 3 0 】

燃料および空気が予混合器チューブ 5 2 において適切に混合した後で、混合物に点火しても良い。その結果、各予混合器チューブ 5 2 の下流部分 5 5 の下流において火炎 7 8 が生じる。前述したように、火炎 7 8 によって燃料ノズル 1 2 が加熱される。なぜならば、ミニ・ノズル・キャップ 5 0 の下流部分 5 5 に比較的近い箇所だからである。したがって、前述したように、第 1 の窓 5 4 からの空気がミニ・ノズル・キャップ 5 0 の下流部分 5 5 を通って流れて、燃料ノズル 1 2 のキャップ 5 0 を実質的に冷却する。

30

【 0 0 3 1 】

動作中の予混合器チューブ 5 2 の数は、所望のタービン・システム出力に基づいて変わっても良い。たとえば、通常動作中に、ミニ・ノズル・キャップ 5 0 内のあらゆる予混合器チューブ 5 2 が動作して、特定のタービン出力レベルに対して燃料および空気の適切な混合を実現しても良い。しかしタービン・システム 1 0 が動作のターンドアウン・モードに入るときには、機能している予混合器チューブ 5 2 の数は減る場合がある。タービン・エンジンがターンドアウンまたは低パワー動作に入るときには、燃焼器 1 6 に対する燃料流れは、火炎 7 8 が消える点まで減少する場合がある。同様に、低い負荷条件の下では、火炎 7 8 の温度が減少して、窒素 (NO) および一酸化炭素 (CO) の酸化物の排出が増加することになる場合がある。火炎 7 8 を維持し、タービン・システム 1 0 が許容可能な排出限界内で動作することを確実にするために、燃料ノズル 1 2 内で動作する予混合器チューブ 5 2 の数は減る場合がある。たとえば、予混合器チューブ 5 2 の外輪を、外部の液体燃料カートリッジ 7 0 に対する燃料流れを遮断することによって作動停止しても良い。同様に、第 3 の通路 6 8 に対するガス燃料の流れを遮断しても良い。このようにして、動作中の予混合器チューブ 5 2 の数を減らしても良い。その結果、残りの予混合器チューブ 5 2 が発生させる火炎 7 8 を、火炎 7 8 が消されず、排出レベルが許容可能なパラメータとなるのを確実にする十分な温度に維持しても良い。

40

【 0 0 3 2 】

加えて、各ミニ・ノズル・キャップ 5 0 内の予混合器チューブ 5 2 の数は、タービン・

50

システム 10 のデザイン検討に基づいて変わっても良い。たとえば、タービン・システム 10 が大きくなるほど、各燃料ノズル 12 内で用いる予混合器チューブ 52 の数を大きくしても良い。予混合器チューブ 52 の数は変わっても良い一方で、ミニ・ノズル・キャップ 50 のサイズおよび形状は各用途に対して同じであっても良い。言い換えれば、タービン・システム 10 が用いる燃料流量が大きくなるほど、使用するミニ・ノズル・キャップ 50 が有する予混合器チューブ 52 の密度は高くなる場合がある。このようにして、タービン・システム 10 の構造コストが下がる場合がある。なぜならば、各キャップ 50 内の予混合器チューブ 52 の数は変わる場合がある一方で、共通のミニ・ノズル・キャップ 50 をほとんどのタービン・システム 10 に対して用いても良いからである。この製造方法は、各用途に対して固有の燃料ノズル 12 をデザインする場合よりも安価である場合がある。

10

【 0 0 3 3 】

図 8 は、図 4 の燃料ノズル 12 において用いても良い予混合器チューブ 52 の側面図である。図 8 に示すように、予混合器チューブ 52 は穿孔部分 74 と非穿孔部分 76 とに分割されている。例示した実施形態においては、穿孔部分 74 は非穿孔部分 76 の上流に位置している。この構成では、穿孔 58 内に流れる空気は、燃料噴射器（図示せず）を介して予混合器チューブ 52 の基部を通して入る燃料と混合しても良い。燃料と空気とを混合したものを次に、非穿孔部分 76 内に送っても良く、そこで、さらに混合を行なっても良い。

【 0 0 3 4 】

20

空気圧および燃料圧は通常、ガス・タービン・エンジン内で変動する。これらの変動によって、燃焼器振動が特定の周波数において起こる場合がある。この周波数がタービン・エンジン内の一部またはサブシステムの固有周波数に対応していると、その部品またはエンジン全体に対する損傷が生じる場合がある。燃焼器 16 の混合部分内での空気と燃料との滞留時間を長くすることによって、燃焼器駆動振動が減る場合がある。たとえば、空気圧が時間とともに変動する場合、燃料液滴の滞留時間を長くすると空気圧変動が平均する場合がある。具体的には、液滴が、燃焼前に空気圧変動の少なくとも 1 つの完全なサイクルを経る場合、その液滴の混合比は、燃料ストリームにおける他の液滴と実質的に同様となる場合がある。実質的に一定の混合比を維持することによって、燃焼器駆動振動が減る場合がある。

30

【 0 0 3 5 】

滞留時間を、燃焼器 16 の混合部分の長さを延ばすことによって長くしても良い。本実施形態では、燃焼器 16 の混合部分は予混合器チューブ 52 に対応する。したがって、予混合器チューブ 52 が長くなるほど、空気および燃料の両方に対して滞留時間が長くなる。たとえば、各チューブ 52 の長さとの比は、少なくとも、約 5、10、15、20、25、30、35、40、45、または 50 より大きくても良い。

【 0 0 3 6 】

非穿孔部分 76 は、さらなる空気と燃料との混合を可能にすることなく、予混合器チューブ 52 の長さを延ばす働きをする場合がある。この構成では、空気および燃料は、空気が穿孔 58 を通して噴射された後も混合し続ける場合があり、その結果、燃焼器駆動振動を減らす場合がある。特定の実施形態においては、穿孔部分 74 の長さは非穿孔部分 76 の長さに対して、少なくとも、約 1.5、2、2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6、6.5、7、7.5、8、8.5、9、9.5、または 10 より大きくても良いし、逆もまた同様である。一実施形態においては、穿孔部分 74 の長さは予混合器チューブ 52 の長さの約 80% であっても良く、一方で、非穿孔部分 76 の長さはチューブ 52 の長さの約 20% であっても良い。しかし、これらの部分 74 および 76 間での長さの比または割合は、流量および他のデザイン検討に応じて変わっても良い。たとえば、各非穿孔部分 76 の長さを予混合器チューブ 52 の長さの約 15% ~ 35% の範囲にして、混合時間を長くし燃焼器駆動振動を減らすようにしても良い。

40

【 0 0 3 7 】

50

また滞留時間を、予混合器チューブ 5 2 を通る流体流れ（たとえば、燃料液滴）の有効な経路長を延ばすことによって長くしても良い。具体的には、空気を予混合器チューブ 5 2 内に旋回運動で噴射しても良い。この旋回運動によって、液滴が予混合器チューブ 5 2 の中を非直線経路（たとえば、ランダム経路または螺旋状経路）に沿って移動することが誘発される場合があり、その結果、効果的に液滴経路長が長くなる。旋回の量は所望の滞留時間に基づいて変わっても良い。

【 0 0 3 8 】

また半径流の旋回は、液体燃料液滴を予混合器チューブ 5 2 の内壁に寄せ付けない働きをする場合がある。液滴は壁に付着すると、チューブ 5 2 内に残る時間が長くなる場合があり、燃焼を遅らせることになる。したがって、液滴が適切に予混合器チューブ 5 2 を出ることを確実にすることによって、タービン・システム 1 0 の効率が増加する場合がある。

【 0 0 3 9 】

加えて、予混合器チューブ 5 2 内での旋回空気によって、液体燃料液滴の噴霧が改善される場合がある。旋回空気によって、液滴の形成が促進されるとともに、液滴が予混合器チューブ 5 2 の全体に渡って概ね一様に分散する場合がある。その結果、タービン・システム 1 0 の効率がさらに向上する場合がある。

【 0 0 4 0 】

前述したように、空気が予混合器チューブ 5 2 に穿孔 5 8 を通って入っても良い。これらの穿孔 5 8 は、予混合器チューブ 5 2 の長さに沿った異なる軸方向位置における一連の同心円で配置しても良い。特定の実施形態においては、各同心円は 2 4 個の穿孔を有していても良く、各穿孔の直径は約 0 . 0 5 インチである。穿孔の数およびサイズ 5 8 は変わっても良い。たとえば、予混合器チューブ 5 2 は、空気の貫通および混合を強化するように構成された大きな液滴状の穿孔 7 7 を備えていても良い。加えて、中間サイズのスロットが付けられた穿孔 7 9 を予混合器チューブ 5 2 の下流端の方に配置して、高程度の旋回が発生するようにしても良い。穿孔 5 8 を、予混合器チューブ 5 2 の長手軸に垂直な平面に沿って角度を付けても良い。角度の付いた穿孔 5 8 によって旋回が誘発される場合があり、旋回の大きさは各穿孔 5 8 の角度に依存する場合がある。

【 0 0 4 1 】

図 9、1 0、および 1 1 は、図 8 の線分 9 - 9、1 0 - 1 0、および 1 1 - 1 1 に沿って見た予混合器チューブ 5 2 の単純化した断面図であり、チューブ 5 2 の長さに沿った異なる軸方向位置における穿孔 5 8 の角度の付いた配向をさらに例示するものである。たとえば、図 9 に、穿孔 5 8 と半径方向軸 8 1 との間の角度 8 0 を例示する。同様に、図 1 0 に、穿孔 5 8 と半径方向軸 8 3 との間の角度 8 2 を例示する。角度 8 0 および 8 2 の範囲は、約 0 ~ 9 0 度、0 ~ 6 0 度、0 ~ 4 5 度、0 ~ 3 0 度、または 0 ~ 1 5 度であっても良い。さらなる例として、角度 8 0 および 8 2 は、約 5、1 0、1 5、2 0、2 5、3 0、3 5、4 0、もしくは 4 5 度、またはそれらの間の任意の角度であっても良い。

【 0 0 4 2 】

特定の実施形態においては、穿孔 5 8 の角度は、線分 9 - 9、1 0 - 1 0、および 1 1 - 1 1 によって表わされる各軸方向位置ならびにチューブ 5 2 の長さに沿った他の軸方向位置において、同じであっても良い。しかし、例示した実施形態においては、穿孔 5 8 の角度はチューブ 5 2 の長さに沿って変わっても良い。たとえば、角度は徐々に増加しても良いし、減少しても良いし、方向が交互に変わっても良いし、またはそれらの組み合わせであっても良い。たとえば、図 9 に示す穿孔 5 8 の角度 8 0 は、図 1 0 に示す穿孔 5 8 の角度 8 2 よりも大きい。したがって、図 9 の穿孔 5 8 によって誘発される旋回の程度は、図 1 0 の穿孔 5 8 によって誘発される旋回の程度よりも大きい場合がある。

【 0 0 4 3 】

旋回の程度は、予混合器チューブ 5 2 の穿孔部分 7 4 の長さに沿って変わっても良い。図 8 に示す予混合器チューブ 5 2 は、穿孔部分 7 4 の下方の部分では旋回はなく、中央の部分では中程度の量の旋回であり、上方の部分では高程度の旋回である。これらの旋回の

程度が、図 11、10、および 9 において、それぞれ見られる場合がある。この実施形態においては、旋回の程度は、燃料が予混合器チューブ 52 を通って下流方向に流れるにつれて増加する。

【0044】

他の実施形態においては、旋回の程度は予混合器チューブ 52 の長さに沿って減少しても良い。さらなる実施形態においては、予混合器チューブ 52 のある部分が空気のある方向に回転させても良く、一方で、他の部分が空気を実質的に反対方向に回転させても良い。同様に、旋回の程度および旋回方向が両方とも、予混合器チューブ 52 の長さに沿って変わっても良い。

【0045】

さらに別の実施形態においては、空気を半径方向および軸方向の両方向に送っても良い。たとえば、穿孔 58 によって予混合器チューブ 52 内に合成角が形成されても良い。言い換えれば、穿孔 58 は半径方向および軸方向の両方向において角度が付いていても良い。たとえば、軸角（すなわち、穿孔 58 と長手軸 84 との間の角度）の範囲は、約 0 ~ 90 度、0 ~ 60 度、0 ~ 45 度、0 ~ 30 度、または 0 ~ 15 度であっても良い。さらなる例として、軸角は、約 5、10、15、20、25、30、35、40、もしくは 45 度、またはそれらの間の任意の角度であっても良い。合成角が付いた穿孔 58 によって、空気が、予混合器チューブ 52 の長手軸に垂直な平面内で回転することと、軸方向に流れることが誘発される場合がある。空気を、燃料流れ方向の下流に送っても良いし、上流に送っても良い。下流流れによって噴霧が向上する場合があります、一方で、上流流れによって燃料および空気のより良好な混合が実現される場合がある。空気流の軸方向成分の大きさおよび方向は、予混合器チューブ 52 の長さに沿った軸方向位置に基づいて変わっても良い。

【0046】

この書面の説明では、例を用いて、ベスト・モードを含む本発明を開示するとともに、どんな当業者も本発明を実行できるように、たとえば任意の装置またはシステムを作りおよび用いること、ならびに取り入れられた任意の方法を行なうことができるようにしている。本発明の特許可能な範囲は、請求項によって規定されるとともに、当業者に想起される他の例を含んでいても良い。このような他の例は、請求項の文字通りの言葉使いと変わらない構造要素を有するか、または請求項の文字通りの言葉使いとの差が非実質的である均等な構造要素を含む場合には、請求項の範囲内であることが意図されている。

10

20

30

【図 1】

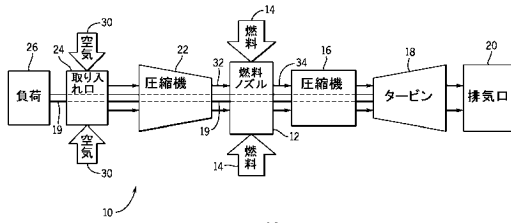


FIG. 1

【図 2】

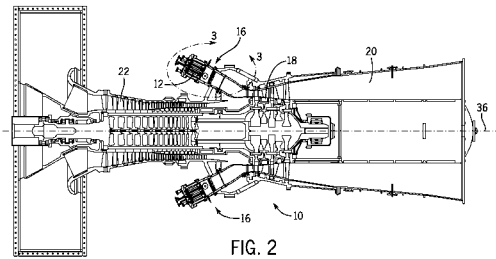


FIG. 2

【図 3】

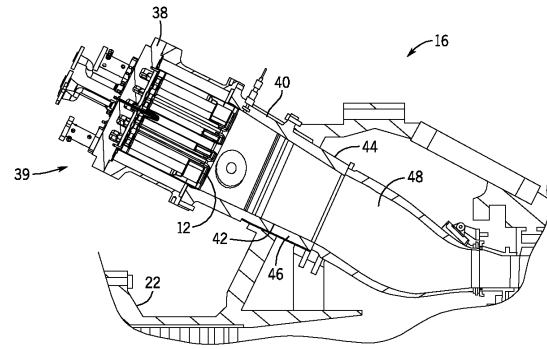


FIG. 3

【図 4】

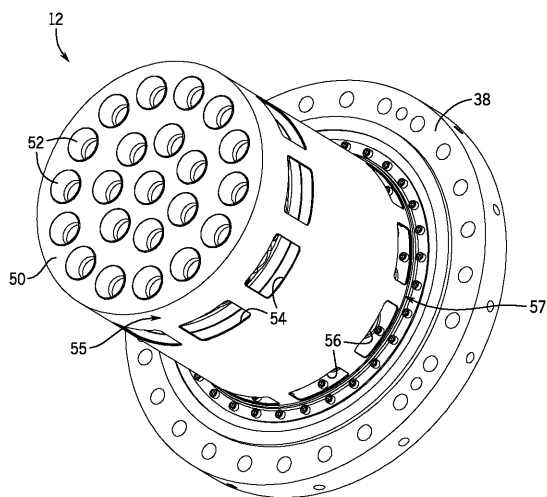


FIG. 4

【図 5】

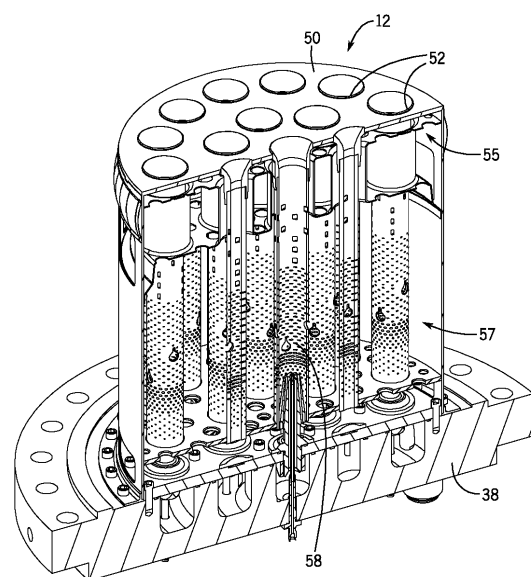
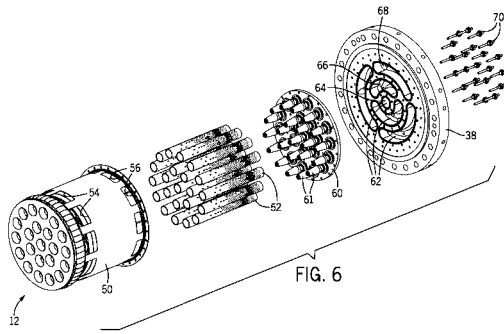


FIG. 5

【図 6】



【図 7】

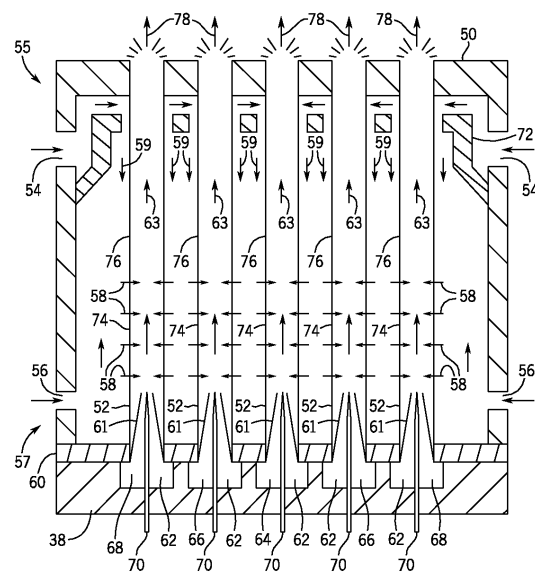


FIG. 7

【図 8】

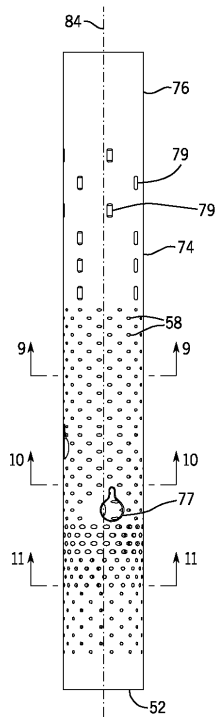
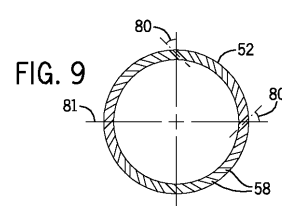
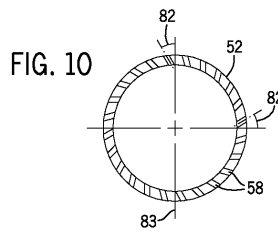


FIG. 8

【図 9】

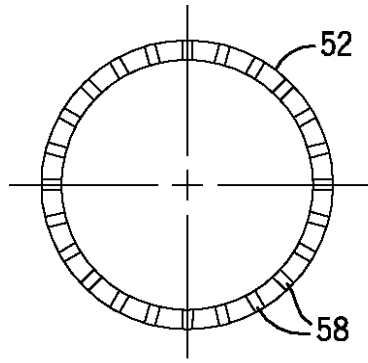


【図 10】



【図 11】

FIG. 11



フロントページの続き

(72)発明者 パトリック・ベネディクト・メルトン

アメリカ合衆国、ノースカロライナ州、ホース・シュー、アンバー・ドライブ、14番

(72)発明者 クリスティーン・エレイン・シム

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 石黒 雄一

(56)参考文献 特開平05-196232(JP,A)

特開平08-014565(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 1/00 - 9/58

F23R 3/00 - 7/00