

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-102995

(P2012-102995A)

(43) 公開日 平成24年5月31日(2012.5.31)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 2 3 R 3/20 (2006.01)</b>	F 2 3 R 3/20	
<b>F 2 3 R 3/12 (2006.01)</b>	F 2 3 R 3/12	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-243085 (P2011-243085)	(71) 出願人	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー 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
(22) 出願日	平成23年11月7日(2011.11.7)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	12/941, 340	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成22年11月8日(2010.11.8)	(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ロナルド・スコット・バンカー アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ビルディング・ケイ1-3エイ59 、ワン・リサーチ・サークル、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・グローバル・リサーチ

(54) 【発明の名称】 自己振動する燃料噴射噴流

(57) 【要約】

【課題】燃料と燃焼器の主流の空気（オキシダント）流などのコンパクトな空間内の空気を受動的に効率よく混合するシステムおよび方法を提供すること。

【解決手段】燃焼器構造は、主流の空気流領域を有する燃焼器の燃料 空気混合装置（150）を含む。一つまたは複数の凹部（154）、（156）、（158）は、燃料 空気混合装置（150）の主流の空気流領域に配置される。少なくとも一つの燃料噴射孔が少なくとも一つの凹部の上流基部領域に配置される。空気流を主空気流領域に通すことによって、少なくとも一つの凹部（154）、（156）、（158）の上流基部領域に噴射される燃料が凹部内で自然に振動する空気の渦と受動的に混合されるようになる。

【選択図】 図9

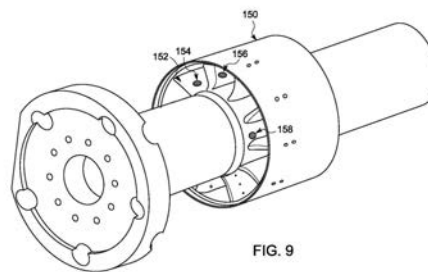


FIG. 9

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

燃焼器構造であって、

燃焼器（124）と、

前記燃焼器（124）の主流の空気流領域に配置される１つまたは複数の凹部（154）、（156）、（158）であって、少なくとも１つの燃料噴射孔が少なくとも１つの凹部の上流基部領域に配置される、凹部とを備える、燃焼器構造。

## 【請求項 2】

少なくとも１つの凹部が、前記燃焼器の主流の空気流通路内に配置される成形加工の障害物（152）の外壁に配置される、請求項 1 記載の燃焼器構造。

10

## 【請求項 3】

燃料噴射孔がない１つまたは複数の凹部をさらに備え、中に配置される１つまたは複数の燃料噴射孔を備える少なくとも１つの凹部が、対応する燃料 空気混合流れ領域を生成するように、中に配置される燃料噴射孔がない少なくとも１つの凹部にごく接近して配置される、請求項 1 記載の燃焼器構造。

## 【請求項 4】

中に配置される１つまたは複数の燃料噴射孔を備える少なくとも１つの凹部が、対応する燃料 空気混合流れ領域を生成するように、中に配置される１つまたは複数の燃料噴射孔を備える少なくとも１つの凹部にごく接近して配置される、請求項 1 記載の燃焼器構造。

20

## 【請求項 5】

燃焼器が、ガスタービン燃焼器である、請求項 1 記載の燃焼器構造。

## 【請求項 6】

中に配置される１つまたは複数の燃料噴射孔を備える少なくとも１つの凹部（154）、（156）、（158）が、噴射燃料と前記凹部内を流れる主流の空気を受動的に混合するように構成される、請求項 1 記載の燃焼器構造。

## 【請求項 7】

中に配置される１つまたは複数の燃料噴射孔を備える少なくとも１つの凹部（154）、（156）、（158）が、噴射燃料と前記凹部内に流れる振動している空気の渦を受動的に混合するように構成される、請求項 1 記載の燃焼器構造。

30

## 【請求項 8】

中に配置される１つまたは複数の燃料噴射孔を備える少なくとも１つの凹部（154）、（156）、（158）が、燃焼器に関連する音響的に結合する発熱を減少するように、噴射燃料と前記凹部内で振動している主流の空気を受動的に混合するように構成される、請求項 1 記載の燃焼器構造。

## 【請求項 9】

中に配置される１つまたは複数の燃料噴射孔を備える少なくとも１つの凹部（154）、（156）、（158）が、燃焼器に関連する燃焼器の音響を低減するように、噴射燃料と前記凹部内で振動する主流の空気を受動的に混合するように構成される、請求項 1 記載の燃焼器構造。

40

## 【請求項 10】

燃焼器の動作方法であって、

１つまたは複数の凹部（154）、（156）、（158）を燃焼器の主流の空気流領域に設けるステップと、

少なくとも１つの凹部（154）、（156）、（158）の上流基部領域に配置される燃料噴射孔を介して燃料を主空気流領域に噴射するステップとを含む、燃焼器の動作方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

50

本発明は、一般に、燃焼ダイナミックスに関し、より具体的には、燃料と燃焼器の主流の空気流のようなコンパクトな空間内の空気を効率的に混合するシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

燃焼ダイナミックスは、火炎の固有の不安定さが燃焼器の固有モードに固定され、フィードバックサイクルを確立するときに発生し、それによって大きな振幅の圧力摂動が引き起こされ、対応するハードウェアの起こり得る重大な損傷に至る。燃焼ダイナミックスは、発電、原動機、航空機産業、船舶用途のガスタービンを悩ますものとして知られている。

10

【0003】

燃焼ダイナミックスは、予混合燃焼システムの導入以来、その普遍的な問題であり、ガスタービンの製造業者が直面する最も大きな挑戦のうちの1つである。燃焼ダイナミックスに対処するには、これらに限定されるわけではないが、発生メカニズムを変える、燃焼器の寸法または減衰を変える、および能動的/受動的装置/方法を使用して問題を制御/抑制することを含む様々な技術が用いられてきた。

【0004】

非常に大きな振幅でダイナミックスが観測されると、決定的な燃焼器の損傷/故障を招くことになる。それほど深刻でなくても、ガスタービンの動作エンベロープを制限し、最良の性能の邪魔となる。燃焼ダイナミックスは、依然として、今ある設置済みのガスタービンにまん延する問題である。さらに、より厳しい排出規制および燃料フレキシビリティとともに、燃焼ダイナミックスに関する問題は深刻になると予想される。

20

【0005】

燃焼ダイナミックスに関する1つの重大な問題は、燃料と燃焼器の主流の空気(オキシダント)流チューブなどのコンパクトな空間内の空気の効率的な混合を対象とする。現在、燃料噴射孔は概ね円筒形であり、標準的な噴射噴流を作り出すように配置される。燃料と燃焼器の主流の空気流内の空気の混合を向上させる1つの技術には、スワラ機構の使用がある。しかし、スワラは、コストや構造の観点から複雑である。さらに、一般的にスワラは可動部分を用い、逆にそれがシステムの信頼性に影響を及ぼしてしまう。既知の一般的な構造の中には、空気力学的に大きな損失を作り出し、局所的な火炎保持またはフラッシュバックにつながる恐れがあるものもある。今まで、ダイナミックスおよび音響的な問題の解決は、一般的に、受動的技術よりもむしろ燃料噴射の能動的調整に焦点が置かれてきた。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第7,703,707号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記を考慮して、音響、エミッションおよび出力の点で最適な動作性能を達成するように、燃料と燃焼器の主流の空気(オキシダント)流などのコンパクトな空間内の空気を受動的に効率よく混合するシステムおよび方法が必要とされている。システムは、構造の点で、燃料とコンパクトな空間内の空気の混合を向上させる既知の構造に比べてシンプルでなくてはならない。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一実施形態は、燃焼器構造であって、  
燃料噴射器を備える燃焼器と、  
燃料噴射器の主流の空気流領域に配置される1つまたは複数の凹部であって、少なくとも

50

も1つの燃料噴射孔が少なくとも1つの凹部の上流基部領域に配置される、凹部とを備える燃焼器構造を対象とする。

【0009】

本開示の他の実施形態は、燃焼器構造であって、燃焼器の主流の空気流領域に配置される1つまたは複数の凹部と、少なくとも1つの凹部の上流基部領域に配置される1つまたは複数の燃料噴射孔とを備える燃焼器構造を対象とする。

【0010】

さらに他の実施形態によれば、燃焼器の動作方法は、燃焼器の主流の空気流領域に1つまたは複数の凹部を設けることと、少なくとも1つの凹部の上流基部領域に配置される燃料噴射孔を介して燃料を主空気流領域に噴射することを含む。

10

【0011】

本発明の上記その他の特徴、態様および利点は、添付の図面を参照して、以下の詳細な説明を読めばより良く理解できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】予め定義されたレイノルズ数の、噴射がない、凹部における局所的な流体圧力場による対の渦巻き運動を示す図である。

20

【図2】他の予め定義されたレイノルズ数の、噴射がない、凹部における局所的な流体圧力場による主要な渦巻き運動を示す図である。

【図3】一実施形態による、凹部の上流基部領域に配置され燃料を凹部内に流れる主流の空気流に噴射する別個の燃料孔を含む単一の凹部を示す図である。

【図4】一実施形態による、凹部の上流基部領域に配置される1対の個別の燃料噴射孔をそれぞれ含む、局所的な燃料 - 空気混合の向上を可能にするように構成される1対の凹部を示す図である。

【図5】一実施形態による、凹部の上流基部領域に配置される単一の燃料噴射孔をそれぞれ含む、局所的な燃料 - 空気混合の向上を可能にするように構成される1対の凹部を示す図である。

30

【図6】一実施形態による、燃料を凹部の上流基部領域に噴射するように構成される1対のディフューザの形の燃料噴射孔をそれぞれ含む、局所的な燃料 - 空気混合の向上を可能にするように構成される1対の凹部を示す図である。

【図7】一実施形態による、局所的な燃料 - 空気混合の向上を可能にするように、燃料噴射孔がある複数の凹部と一緒に構成される燃料噴射孔がない複数の凹部を示す図である。

【図8】図3～7に示されている凹部と一緒に構成可能であるガスタービンエンジンを示す図である。

【図9】一実施形態による、凹部付きで構成される燃料噴射器を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

40

上記で特定した図面は、代替実施形態を示しているが、議論からわかるように本発明の他の実施形態も企図される。いかなる場合でも、本開示は、例示される本発明の実施形態を、限定のためでなく説明のために提示する。当業者は、本発明の原理の範囲および精神の範囲に入る他の多くの修正形態および実施形態を考案することができる。

【0014】

天然ガスなどのガス燃料の燃料噴射は、一般的に、シリンダを横切る面に垂直に噴流を噴射することによって、または主流の空気流内に成形加工の障害物を配置することによって達成される。成形加工の障害物は、例えば、燃焼器の主流の空気（オキシダント）流に挿入される成形加工のストラットまたはパイロンであってよい。今まで、噴流噴射技術は、一般的に、円形の燃料噴射孔を用いており、その中にはクレータ付きくぼみ構造で終端

50

することが知られているものもある。

【0015】

本明細書で述べる実施形態は、一般的に、凹部の上流基部領域に噴射する燃料孔を用いる。本明細書で述べる凹部の実施形態は、いくつかある中で特に発電、原動機、航空機産業および船舶用途のガスタービンに使用可能である。発明人は、この場所に噴射される燃料が、凹部内の主流の空気との局所的に不安定な混合動作を受け、その後、渦の中に混合気として放出されることを確認した。というのも、渦は燃料噴射領域における典型的な乱流状態のために左右に振動するからである。この特徴は、この混合流れの自己振動の性質によって広い燃料 - 空気混合領域を作り出し、燃焼器の音響に関連する問題をなくす助けとなる。

10

【0016】

図1は、予め定義された流れレイノルズ数の、燃料噴射がない、凹部12における局所的な流体圧力場による予測される対の渦巻き運動場10を示す。図2は、他の予め定義された流れレイノルズ数の、燃料噴射がない、凹部12における局所的な流体圧力場による予測される単一の渦巻き運動場14を示す。乱流の渦巻き運動場が図1に示されるような対の渦16、18を含むか図2に示されるような単一の渦20を含むかにかかわらず、渦は左右に振動する。この受動的振動の性質によって、燃料噴射孔の寸法、形状および数が可変である特定の実施形態に関して本明細書で述べる原理を使用して広い燃料 - 空気混合領域を作り出すことが可能になる。

【0017】

図3は、一実施形態による、別個の燃料孔32を含む単一の凹部30を示す。別個の燃料孔32は、凹部の上流基部領域34内に配置され、凹部30内を流れる主流の空気38に燃料36を噴射する。凹部30の形状は可変であるが、本明細書で述べる原理に従って燃料 - 空気混合の向上を可能にするには断面が実質的に球形であるのが望ましい。凹部30の表面直径に対する深さは、放出される混合渦40の強さを制御すなわち設定するのに用いることができる1つの特徴である。

20

【0018】

図4は、一実施形態による、局所的な燃料 - 空気混合の向上を可能にするように構成される1対の凹部42、44を示す。各凹部は、その上流基部領域34内に配置される1対の別個の燃料噴射孔47、48を含む。隣接する凹部42と凹部44の間隔によって、全流れ領域46における燃料混合範囲が決まる。

30

【0019】

図5は、他の実施形態による、局所的な燃料 - 空気混合の向上を可能にするように構成される1対の凹部50、52を示す。各凹部は、その上流基部領域34内に配置される単一の燃料噴射孔54を含む。図4と同様に、隣接する凹部50と凹部52の間隔によって、対応する全流れ領域55における燃料混合範囲が決まる。

【0020】

図6は、他の実施形態による、局所的な燃料 - 空気混合の向上を可能にするように構成される1対の凹部60、62を示す。各凹部は、その対応する上流基部領域34に燃料を噴射するように構成される1対のディフューザの形の燃料噴射孔64を含む。図4、5に関して本明細書で述べる実施形態と同様に、隣接する凹部60と凹部62の間隔によって、対応する全流れ領域66における燃料混合範囲が決まる。

40

【0021】

一態様によれば、燃料 - 空気混合の向上を可能にするように、燃料噴射孔がない1つまたは複数の凹部を燃料噴射孔があるものの隣に使用してもよい。例えば、図7は、他の実施形態による、局所的な燃料 - 空気混合の向上を可能にするように、燃料噴射孔78、80を含む複数の凹部74、76と一緒に構成される燃料噴射孔がない複数の凹部70、72を示す。一態様によれば、各噴射孔78、80の主流面82に対する角度は、全流れ領域84における燃料 - 空気混合の最適化に使用することができる。

【0022】

50

要約すると、別個の燃料孔による凹部の上流基部領域への噴射を用いて、燃焼器の燃料噴射位置に局所的に不安定な混合動作をもたらす、それによって広い燃料 空気混合領域が作り出される。この技術は、現在の乾式低窒素 (DLN) タイプの噴射器とともに簡単に使用可能であり、有利には、噴射噴流がクレータ縁部などの障害と相互作用するような既知の燃料 空気混合技術に比べて損失がより低く火炎保持問題が少ないより広い燃料 空気混合範囲の選択をもたらすことができる。さらに、別個の燃料孔による機械加工のエッジがない凹部を介する凹部の上流基部領域への噴射を用いると、さらに、燃料と空気の不安定な混合においてより低い差圧損失 (differential pressure loss) を作り出すことができる。本明細書で述べる実施形態は、受動的に自己振動する燃料噴射構造を実現するので、有利には、いくつかある燃焼器ダイナミクスの中でも音響および音響的に結びついた発熱の問題を低減することができる。

#### 【0023】

図8は、例示的なガスタービンシステム100を示す。ガスタービンシステム100は、本明細書で述べる原理を使用した凹部の上流基部領域に噴射する燃料孔を用いることができる。タービンシステム100は、いくつかあるシステムの中でも特にガスタービンエンジン120を有することができる。ガスタービンエンジン120は、圧縮機セクション122、本明細書で述べる原理を使用した凹部の上流基部領域に噴射する燃料孔を用いるように構成可能な複数の燃焼剤カン126および対応する点火システム127を含む燃焼器セクション124、ならびに圧縮機セクション122に連結されるタービンセクション128を含む。排出セクション130は、ガスタービンエンジン120からの排ガスを流す。

#### 【0024】

一般的に、圧縮機セクション122は、入ってくる空気を圧縮して燃焼器セクション124に送り、そこで圧縮空気が燃料と混合され、混合気が燃やされて高圧高速のガスが生成される。タービンセクション128は、燃焼器セクション124から流れてくる高圧高速ガスからエネルギーを取り出す。いっそう明確にし、簡略を期すために、本明細書では、実施燃焼プロセスを説明するのに役立つガスタービンシステム100のこれらの態様だけしか述べないことにする。

#### 【0025】

圧縮機セクション122は、空気を圧縮することができる任意の装置を含むことができる。この圧縮空気は、燃焼器セクション124の入口ポートに向けられ得る。燃焼器セクション124は、圧縮空気を燃料と混合し、その混合気を燃焼器セクション124の1つまたは複数の燃焼剤カン126に送達するように構成される複数の燃料噴射器を含むことができる。各燃焼剤カン126に送達される燃料は、ディーゼルまたは天然ガスなどの任意の液体またはガスの燃料を含むことができる。任意の燃焼剤カン126に送達された燃料は、燃焼を経て燃焼副産物である高圧混合気を形成することができる。結果として生じる燃焼器セクション124からの高温高圧の混合気は、タービンセクション128に向けられ得る。次いで、燃焼ガスは、排出セクション130を通過して大気に放出される前にタービンセクション128から出ることができる。

#### 【0026】

図9は、ガスタービン用に使用可能な燃料噴射器150の一実施形態を示す。燃料噴射器150は、複数の角度付きベーン152を備える。複数の角度付きベーン152は、全流れに予混合器の旋回をもたらす、燃焼ゾーンの安定化を助け点火を可能にし燃焼効率を向上させるように滞留時間を増大させる流れ再循環領域を作り出す。複数のベーン152は中に配置される凹部154、156、158を備える。各凹部は、噴射された燃料と凹部内を流れる振動している空気の渦を受動的に混合するように構成される。振動している空気の渦は、燃料噴射器150の主空気通路を通る主空気流によって生成される。燃料は、対応する振動している空気の渦によって作り出される所望の受動的燃料 - 空気混合を可能にするように、少なくとも1つの凹部の上流基部領域に噴射される。凹部は、角度付きベーン152の外面に配置されるとして示してあるが、特定の用途のために凹部を燃料噴

射器 150 自体の内壁面に配置する、または燃焼器の主空気流通路の燃料 空気混合が必要とされる任意の他の部分に配置することによっても所望の燃料 空気混合を達成することができる。

【0027】

図9に関して本明細書で述べる角度付きベーン152は、一般的に、予混合スワラに連結して用いられ、全体的に本文で別に指摘される「障害物」とは同様でないことに留意されよう。本明細書で参照されるより一般的に使用される工業用障害物は、これらに限定されるわけではないが、V字形の溝または円筒形のカップなどの火炎保持器を含むことができる。噴射は、角度付きベーン152によってよく混合され得るが、それに加えて、凹部154、156、158は本明細書で述べる原理を使用して予混合装置内における火炎保持を防止する。

10

【0028】

本明細書では、凹部の上流基部領域への直線噴射噴流または平行噴流に関して具体的な実施形態を述べてきたが、空気/燃料混合を保持または向上させる一方予混合器内での火炎保持への抵抗も増大させるように、凹部に対するまたは燃焼器/噴射器の壁部に対する他の噴流方向も用いることができる。さらに、噴射孔の寸法は、特定の用途および/またはエンジンの必要性に従って変えることができる。さらに、本明細書では、燃料噴射があるごく少数の凹部しか示さない特定の実施形態を述べてきたが、他の実施形態は、燃料噴射を用いることができるものまたはできないものがある様々なパターンを含むことができることに留意されよう。

20

【0029】

本明細書では、本発明のいくつかの特徴しか図示され述べられていないが、当業者なら多くの修正および変更が思いつくであろう。したがって、添付の特許請求の範囲が本発明の真の精神に入るようなそうした全ての修正および変更を包含するものであると理解されるべきである。

【符号の説明】

【0030】

- 10 予想される対の渦巻き運動場
- 12 凹部
- 14 予想される単一の渦巻き運動場
- 16 対の渦(16、18)の1つ
- 18 対の渦(16、18)の1つ
- 20 単一の渦
- 30 単一の凹部
- 32 別個の燃料孔
- 34 単一の凹部の上流基部領域
- 36 燃料
- 38 主流の空気
- 40 放出される混合渦
- 42 対の凹部(42、44)の1つ
- 44 対の凹部(42、44)の1つ
- 46 対の凹部の(42、44)の流れ領域
- 50 対の凹部(50、52)の1つ
- 52 対の凹部(50、52)の1つ
- 54 各凹部(50)、(52)の燃料噴射孔
- 55 対の凹部(50、52)の流れ領域
- 60 対の凹部(60、62)の1つ
- 62 対の凹部(60、62)の1つ
- 64 対の凹部(60、62)のディフューザの形の燃料噴射孔
- 70 対の凹部(70、72)の1つ

30

40

50

7 2	対の凹部 ( 7 0 、 7 2 ) の 1 つ	
7 4	対の凹部 ( 7 4 、 7 6 ) の 1 つ	
7 6	対の凹部 ( 7 4 、 7 6 ) の 1 つ	
7 8	凹部 ( 7 4 ) の 燃 料 噴 射 孔	
8 0	凹部 ( 7 6 ) の 燃 料 噴 射 孔	
8 2	主 流 面	
8 4	凹部 ( 7 0 ) 、 ( 7 2 ) 、 ( 7 4 ) 、 ( 7 6 ) の 全 流 れ 領 域	
1 0 0	ガ ス タ ー ビ ン シ ス テ ム	
1 2 0	ガ ス タ ー ビ ン エ ン ジ ン	
1 2 2	圧 縮 機 セ ク シ ョ ン	10
1 2 4	燃 焼 器 セ ク シ ョ ン	
1 2 6	燃 焼 剤 カ ン	
1 2 7	点 火 シ ス テ ム	
1 2 8	タ ー ビ ン セ ク シ ョ ン	
1 3 0	排 出 セ ク シ ョ ン	
1 5 0	燃 料 噴 射 器	
1 5 2	角 度 付 き ベ ー ン	
1 5 4	凹 部	
1 5 6	凹 部	
1 5 8	凹 部	20

【 図 1 】

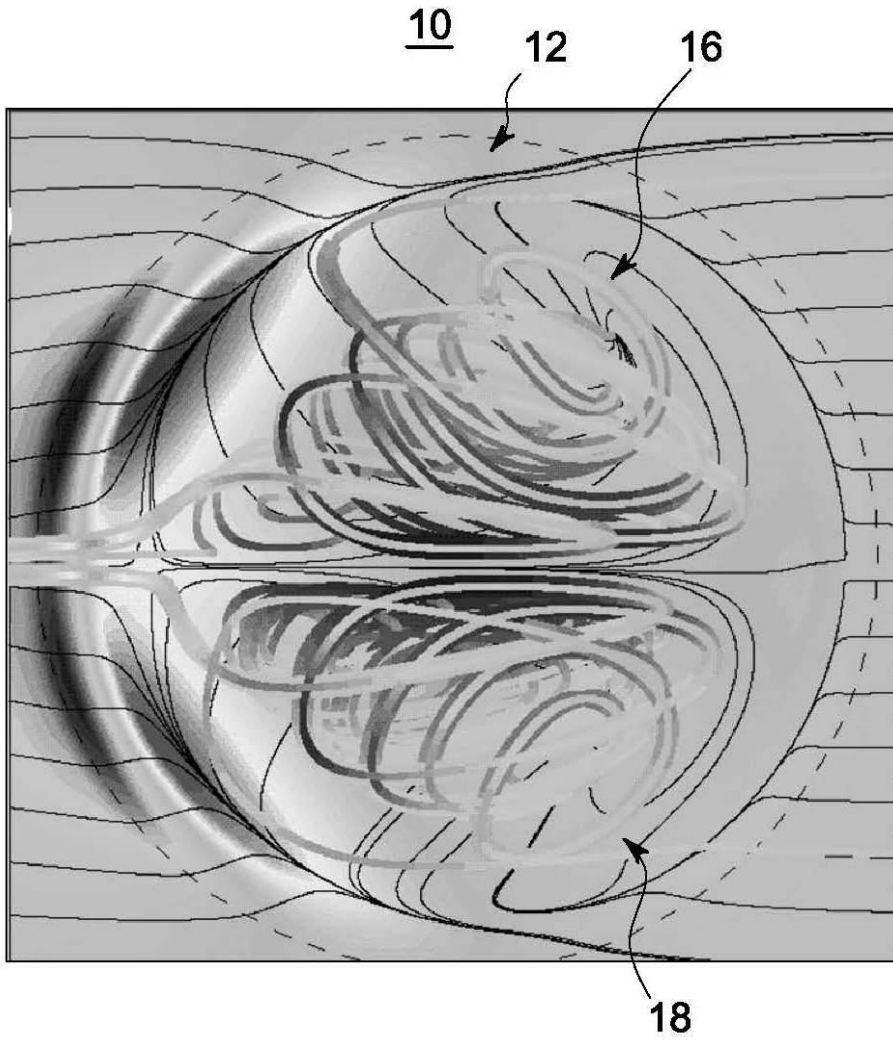


FIG. 1

【 図 2 】

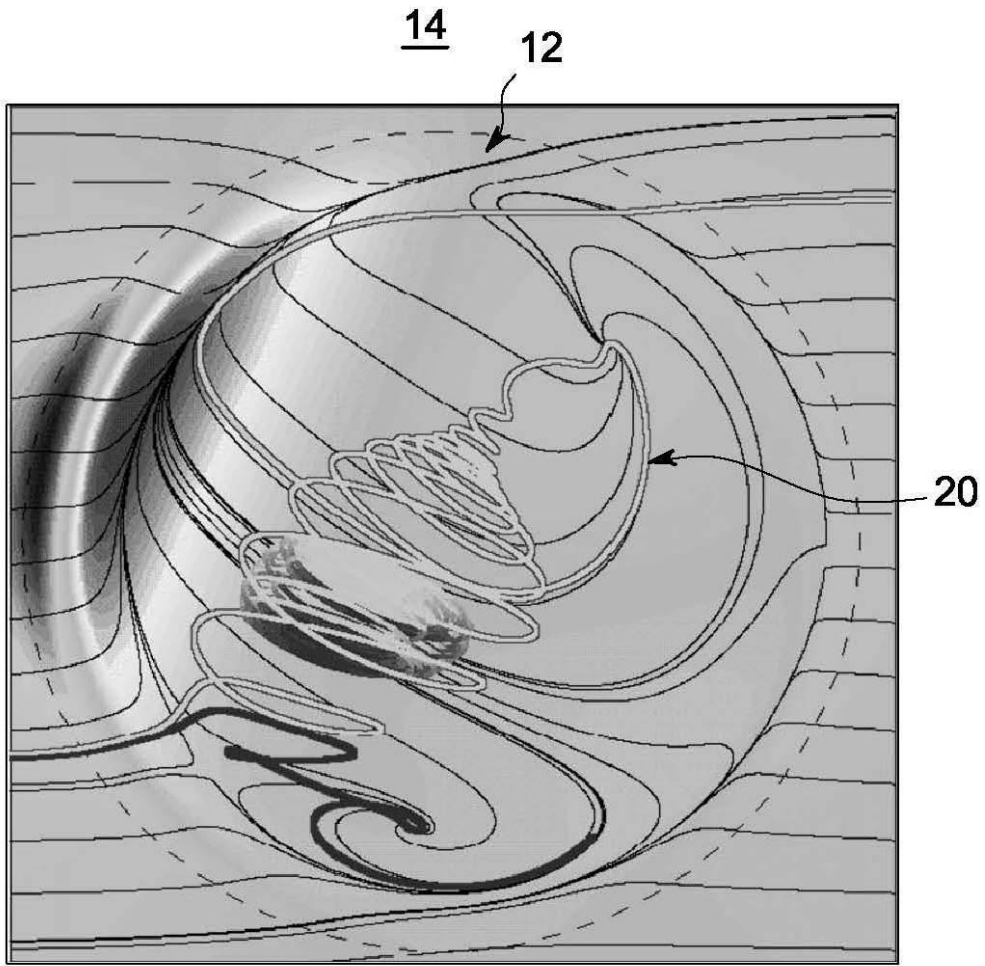


FIG. 2

【 図 3 】

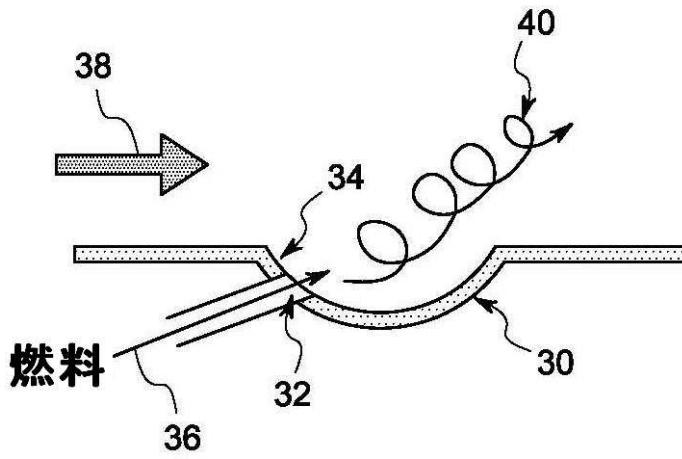


FIG. 3

【 図 4 】

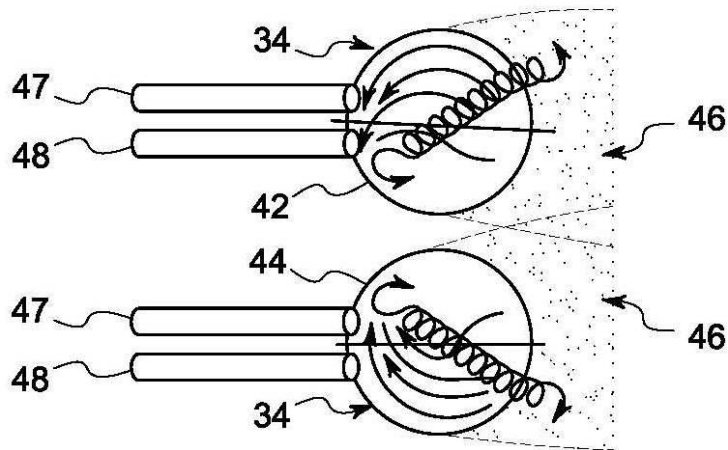


FIG. 4

【 図 5 】

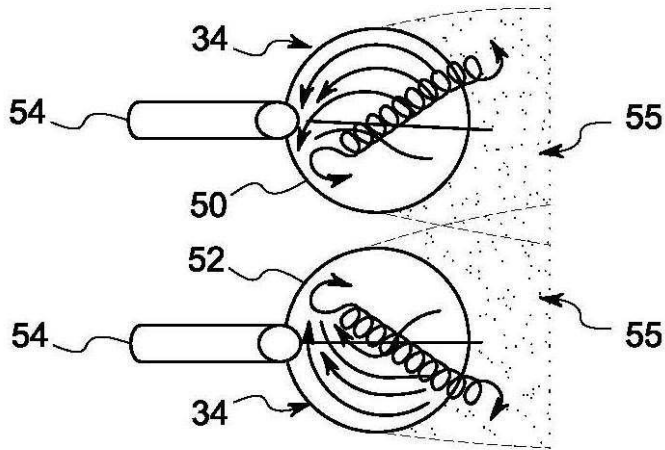


FIG. 5

【 図 6 】

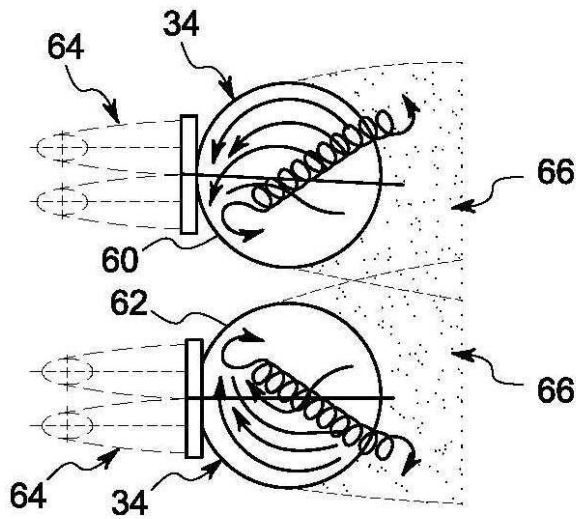


FIG. 6

【 図 7 】

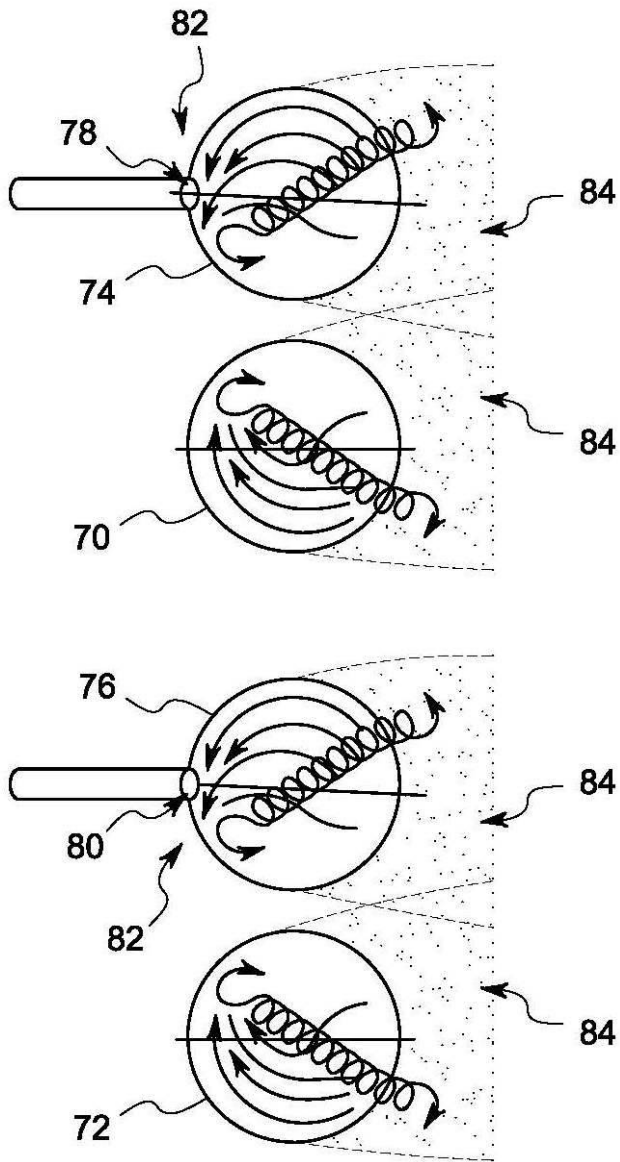


FIG. 7

【 图 8 】

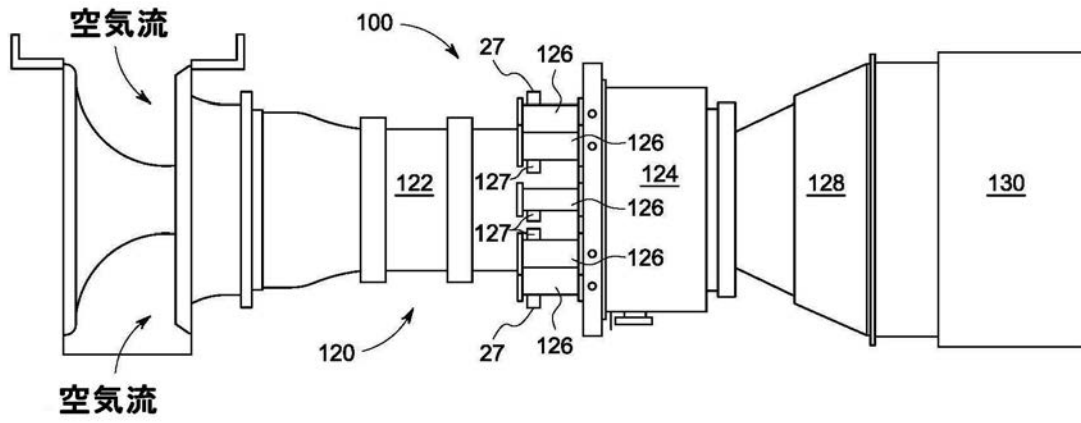


FIG. 8

【 图 9 】

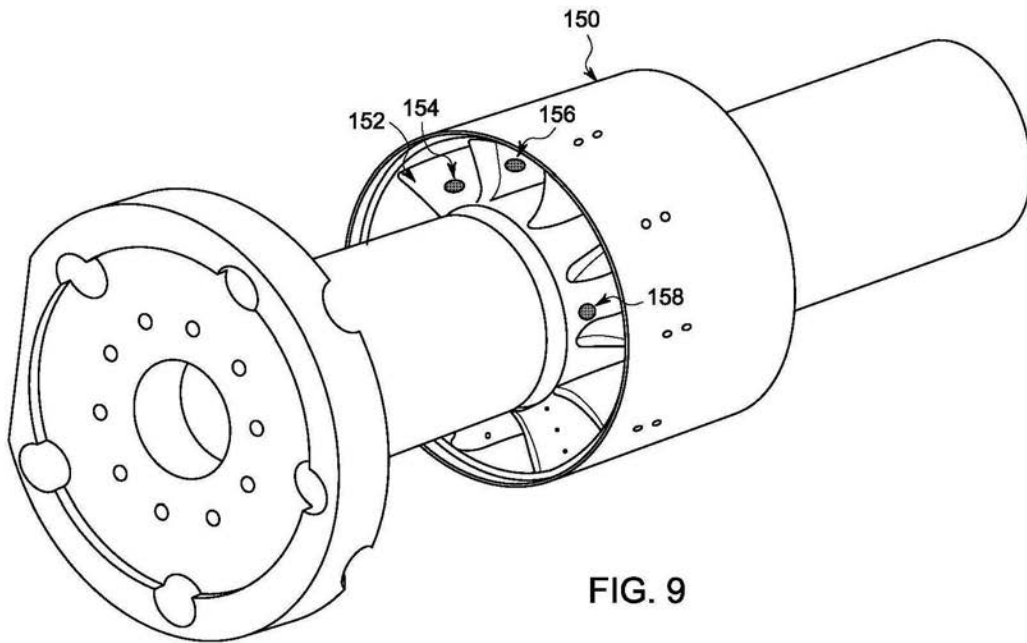


FIG. 9

【外国語明細書】

2012102995000001.pdf