

(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2010-216479
(P2010-216479A)

(43) 公開日 平成22年9月30日 (2010.9.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F O 2 C 7/224 (2006.01)	F O 2 C 7/224	
F 2 3 R 3/14 (2006.01)	F 2 3 R 3/14	
F 2 3 R 3/28 (2006.01)	F 2 3 R 3/28	B

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-55244 (P2010-55244)	(71) 出願人	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ GENERAL ELECTRIC CO MPANY アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ クタデイ、リバーロード、1 番
(22) 出願日	平成22年3月12日 (2010.3.12)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	12/405,195	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成21年3月16日 (2009.3.16)	(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	コンスタンティン・ディヌー アメリカ合衆国、テキサス州、ケイティ、 ラゴ・ヴィスタ、1 5 1 9 番

(54) 【発明の名称】 熱制御を有するタービン燃料ノズル

(57) 【要約】

【課題】 熱制御を有するタービン燃料ノズルを提供すること。

【解決手段】 1つの実施形態において、システムは、空気路、燃料路、及び該空気路に沿った表面を有するタービン（20）エンジン（10）燃料ノズル（12）を含む。燃料路は、表面に向けて配向することができる。タービン（20）エンジン（10）燃料ノズル（12）はまた、表面を加熱するよう構成された加熱素子（13、79、84、122、142、152）を含むことができる。

【選択図】 図4

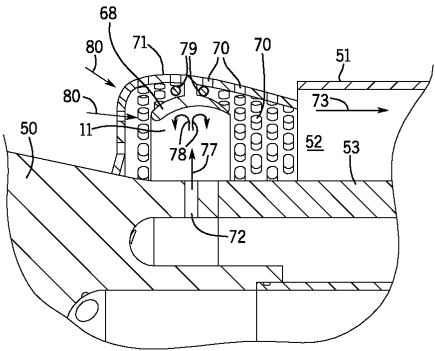


FIG. 4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

タービン（20）エンジン（10）を含むシステムであって、
該タービン（20）エンジン（10）が、

タービン（20）と、

燃焼器（16）と、

圧縮機（24）と、

前記燃焼器（16）内に配置された燃料ノズル（12）と、

を備え、

前記燃料ノズル（12）が、燃料気化、コーキング、又はこれらの組み合わせを制御する
よう構成された熱制御部（15）を含む、
システム。

10

【請求項 2】

前記熱制御部（15）が、燃料温度をアクティブに制御して、燃料気化の速度を調節し
てコーキングを低減するよう構成されたアクティブ熱制御部（15）を含む、
請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記熱制御部（15）に関連するプレフィルマー（11、60、74、118、144
、150）を備える、

請求項 1 に記載のシステム。

20

【請求項 4】

前記熱制御部（15）が、前記プレフィルマー（11、60、74、118、144、
150）の温度を約 700 から 1000 °F の範囲内の目標値に維持するよう構成される、

、

請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記燃料ノズル（12）がスワラ（56、88）を含み、前記プレフィルマー（11
）が、前記燃料ノズル（12）を通る流れの方向に対して前記スワラ（56、88）の
上流側にある、

請求項 3 に記載のシステム。

30

【請求項 6】

前記熱制御部（15）が、前記プレフィルマー（11、60、74、118、144、
150）に結合された加熱素子（13、79、84、122、142、152）を含み、
前記プレフィルマー（11、60、74、118、144、150）が、湾曲した断面を
含み、該プレフィルマー（11、60、74、118、144、150）及び前記加熱素
子（13、79、84、122、142、152）が、流れ調整器（71）の有孔アニユ
ラス（70）内部に配置される、

請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記プレフィルマー（60、150）が、前記燃料ノズル（12）内部のスワラ（5
6、88）に結合される、

請求項 3 に記載のシステム。

40

【請求項 8】

前記熱制御部（15）が、前記プレフィルマー（11、60、74、118、144、
150）の翼形部形輪郭内部に加熱素子（13、79、84、122、142、152）
を含む、

請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記熱制御部（15）が、前記プレフィルマー（118、150）の一部を通る加熱空
気通路（128、154）を含む、

50

請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 10】

タービン (20) 燃料ノズル (12) 内の燃料を分離する燃料膜を生成するよう構成された燃料プレフィルマー (11、60、74、118、144、150) と、

燃料気化及び前記燃料プレフィルマー (11、60、74、118、144、150) に関連するコーキングを制御するよう構成された熱源 (13、79、84、122、142、152) と、

を備えるシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本開示は、全体的に、タービンエンジンの燃料ノズル用システム及び構成に関し、より具体的にはタービンエンジンにおける、燃料噴射、燃料空気混合、及び燃焼に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンは、燃料空気混合気を燃焼して高温ガスを発生し、該高温ガスがタービンを駆動し、1つ又はそれ以上の負荷に結合されるシャフトを回転させる。理解されるように、燃料空気混合気は、エンジン性能、燃料消費量、及びエミッションに大きな影響を及ぼす。詳細には、液体燃料の微粒化又は気化が不十分であること、液体又はガス燃料の混合が不均一であること、又はその両方により、出力の低下、燃料消費率の増大、及びエミッションの増加を引き起こす可能性がある。例えば、エミッションは、窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x)、一酸化炭素、及び粒子状物質 (PM) を含むことができる。燃料価格が高騰し、エミッション規制が厳しくなるにつれて、ガスタービンエンジンにとって最適燃料噴射及び混合が次第に重要になってきた。加えて、液体燃料は、種々の表面、例えば燃料噴射近傍でコーキングを生じる可能性がある。結果として、コーキングは、性能を低下させ、表面上に望ましくない量を蓄積した後には洗浄を必要とする場合がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

30

【特許文献 1】米国特許第 7, 266, 945 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

最初に請求項に記載された本発明の範囲内にある一部の実施形態について以下で要約する。これらの実施形態は、特許請求した本発明の技術的範囲を限定することを意図するものではなく、むしろそれらの実施形態は、本発明の実施可能な形態の簡潔な概要を示すことのみを意図している。当然のことながら、本発明は、下記に説明した実施形態と同様のもの又は該実施形態と異なるものとすることができる様々な形態を含むことができる。

【課題を解決するための手段】

40

【0005】

第 1 の実施形態において、システムは、タービンと、燃焼器と、圧縮機と、燃焼器内に配置された燃料ノズルとを有するタービンエンジンを備え、該燃料ノズルは、燃料気化、コーキング、又はこれらの組み合わせを制御するよう構成された熱制御部 (15) を含む。

【0006】

第 2 の実施形態において、システムは、燃料ノズル内の燃料を分離する燃料膜を生成するよう構成された燃料プレフィルマーと、燃料気化及び前記燃料プレフィルマーに関連するコーキングを制御するよう構成された熱源とを含む。

【0007】

50

第 3 の実施形態において、システムは、空気路、燃料路、及び該空気路に沿った表面を有するタービンエンジン燃料ノズルを含む。燃料路は、表面に向けて配向される。タービンエンジン燃料ノズルはまた、表面を加熱するよう構成された加熱素子を含むことができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本発明の 1 つの実施形態による燃焼器に結合された、プレフィルマー及び熱源を含む燃料ノズルを有するタービンシステムのブロック図。

【図 2】本発明の 1 つの実施形態による端部カバーに結合された複数の燃料ノズルを備えた、図 1 に示す燃焼器の切り欠き側面図。

【図 3】本発明の 1 つの実施形態による、複数のプレフィルマーを備えた、図 2 に示す燃料ノズルの側断面図。

【図 4】本発明の 1 つの実施形態による、図 3 に示す線 4 - 4 内に囲まれたプレフィルマー、流れ調整器、及び熱源の側断面図。

【図 5】本発明の 1 つの実施形態による、図 3 に示す線 5 - 5 内に囲まれたプレフィルマー、流れ調整器、及び熱源の側断面図。

【図 6】図 4 に示すスワラに結合されたプレフィルマー及び熱源の別の実施形態の側断面図。

【図 7】本発明の 1 つの実施形態による、複数のプレフィルマーを含み、図 3 に示す線 7 - 7 に沿った燃料ノズルの断面図。

【図 8】図 5 に示すスワラに結合されたプレフィルマー及び熱源の別の実施形態の側断面図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明のこれら及び他の特徴、態様、並びに利点は、図面全体を通じて同様の参照符号が同様の要素を示す添付図面を参照しながら以下の詳細な説明を読むと更に理解できるであろう。

【0010】

本発明の 1 つ又はそれ以上の特定の実施形態について、以下に説明する。これら実施形態の簡潔な説明を行うために、本明細書では、実際の実施態様の全ての特徴については説明しないことにする。何れかの技術又は設計プロジェクトと同様に、このような何らかの実際の実装の開発において、システム及びビジネスに関連した制約への準拠など、実装毎に異なる可能性のある開発者の特定の目標を達成するために、多数の実装時固有の決定を行う必要がある点は理解されたい。更に、このような開発の取り組みは、複雑で時間を要する可能性があるが、本開示の利点を有する当業者にとっては、設計、製作、及び製造の日常的な業務である点を理解されたい。

【0011】

本発明の種々の実施形態の要素を導入する際に、冠詞「a」、「an」、「the」、及び「said」は、要素の 1 つ又はそれ以上が存在することを意味するものとする。用語「備える」、「含む」、及び「有する」は、包括的なものであり、記載した要素以外の付加的な要素が存在し得ることを意味する。

【0012】

以下で詳細に検討するように、燃料ノズルの種々の実施形態は、タービンエンジンの性能を改善するために熱制御を備えた 1 つ又はそれ以上の液体燃料プレフィルマーを含むことができる。プレフィルマーは、液体燃料の薄膜を生成するよう構成された機構として定義することができ、該薄膜は、これから空気流路内に分離される。例えば、プレフィルマーは、空気流路に沿って又はこれに抗して向けられた表面を含むことができ、該表面に液体燃料供給が衝突し、又は液体燃料を表面上に配向することができ、液体燃料は表面全体にわたって薄膜化することができ、次いで、薄膜化された液体燃料が表面縁部から分離することができる。理解されるように、薄膜化及び分離は、液体燃料の気化及び微粒化を改

10

20

30

40

50

善することができる。気化及び微粒化の改善により、タービンエンジン内の燃焼の改善につながる、空気と燃料との良好な混合気をもたらすことができる。加えて、熱制御は、気化を改善すると同時に、液体燃料のコーキングを低減又は排除することができる。

【0013】

幾つかの実施形態では、以下で検討するように、プレフィルマーは、アクティブ熱制御装置又は熱源を包含又は結合され、微粒化及び気化を更に向上させることができる。熱源は、抵抗加熱器、誘導加熱器、放射加熱器、又は何れかの好適な加熱素子を含むことができる。例えば、熱源は、1つ又はそれ以上の加熱素子を有する電熱器を含むことができる。別の実施例では、熱源は、例えば圧縮機、燃焼器、又はタービンからの対流熱伝達など、タービンエンジン内の他の区域からの熱を収集することができる。以下で検討するように、熱源を用いて、プレフィルマー近傍の区域又はその表面の温度及び熱制御を実施し、燃料気化プロセスを調整及び改善することができる。更に、熱源は、実質的にもしくは完全にコーキングの阻止又は除去或いはその両方を行うのに好適な温度を維持するよう構成することができる。例えば、熱源は、プレフィルマー近傍で約500、600、700、800、900、又は1000°Fを上回る温度を維持することができる。幾つかの実施形態において、熱源は、プレフィルマー近傍で約500から1200、700から1000、又は800から900°Fの間の温度を維持することができる。例えば、温度範囲又は目標温度は、燃料気化又はコーキングもしくは両方を制御する要求に基づいて選択することができる。従って、目標に応じて、温度範囲又は目標温度をより高く又はより低くすることができる。

10

20

【0014】

幾つかの実施形態では、以下で検討するように、プレフィルマーは、燃料ノズルにおいて湾曲流れ調整器に結合することができ、流れ調整器に対して湾曲し同心とすることができる。例えば、流れ調整器は、燃料ノズルの上流側端部に配置することができる。1つの実施形態では、プレフィルマーは、更に下流側に配置することができ、ここで燃料ノズル内部のスワールに結合される。或いは、プレフィルマーは、燃料ノズル内のアニュラスの周囲付近に配置できる複数の部材を含むことができる。更に、プレフィルマーの部材は、ノズルアニュラスに沿って軸方向に交互にしてより優れた熱制御を確保し、これにより燃料ノズル内の気化及び微粒化を向上させることができる。

30

【0015】

プレフィルマー及びアクティブ熱制御源の種々の実施形態の各々は、液体燃料の微粒化及び/又は気化の向上により空気燃料混合気の改善を可能にする。加えて、プレフィルマー近傍の区域及び/又はプレフィルマー表面の熱を制御することにより、開示の実施形態は、燃料ノズル内の燃料の気化及び微粒化の両方を改善し、更に、タービン効率及びエミッション低減を向上させることができる。加えて、熱制御はまた、約500、600、700、800、900、又は1000°Fを上回る温度を提供することによって、プレフィルマーのコーキングの阻止又は除去に役立ち、更にタービン性能を向上させることができる。

【0016】

ここで各図面において、最初に図1を参照すると、タービンシステム10の実施形態のブロック図が示されている。本図は、プレフィルマー11、燃料ノズル12、熱源13、燃料供給源14、温度コントローラ15、及び燃焼器16を含む。燃料供給源14は、液体燃料及び/又はガス燃料(天然ガスなど)をタービンシステム10に、すなわち燃料ノズル12を通して燃焼器16内に送る。タービンシステム10は、ガス燃料単独で、又は液体燃料と組み合わせて燃焼することができるが、以下の検討では、液体燃料を中心に進める。図示のように、燃料ノズル12は、プレフィルマー11及び熱源13を含み、これらは、温度コントローラ15に結合することができる。プレフィルマー11は、液体燃料ストリームを表面に衝突させ、これにより液体燃料を分散させ、表面全体にわたり燃料を薄膜化して、表面の縁部から液体燃料の液滴を分離することによって液体燃料気化及び微粒化を改善することができる。プレフィルマー11と共に加熱コイルなどの熱源13を利

40

50

用し、プレフィルマー 11 近傍の状態を制御して、気化を向上させ、コーキングを低減することができる。例えば、メモリ上に実行可能コードを備えたプロセッサなどの温度コントローラ 15 を用いて、プレフィルマー 11 上又はその近傍に配置された熱源 13 の温度を制御し、最適な燃料気化、燃料微粒化、燃料空気混合などを提供することができる。

【0017】

矢印 18 で示すように加圧空気と混合した後、燃焼器 16 内で点火が起こり、結果として得られる排出ガスがタービン 20 内のブレードの回転を引き起こす。ブレードとシャフト 22 との間の結合は、シャフト 22 の回転を引き起こし、該シャフトはまた、図示のように、タービンシステム 10 全体にわたる複数の構成要素に結合される。例えば、図示のシャフト 22 は、圧縮機 24 及び負荷 26 に駆動可能に結合される。理解されるように、負荷 26 は、発電プラント又は車両など、タービンシステム 10 の回転出力によって出力を発生する何らかの好適な装置とすることができる。

【0018】

空気供給源 28 は、導管を介して空気を吸入口 30 に送ることができ、次いで、吸入口は、該空気を圧縮機 24 に送る。圧縮機 24 は、シャフト 22 に駆動可能に結合された複数のブレードを含み、これにより吸入口 30 からの空気を加圧して、矢印 32 で示すように、該空気を燃料ノズル 12 及び燃焼器 16 に送る。次いで、燃料ノズル 12 は、参照符号 18 で示すように、加圧空気及び燃料を混合し、燃焼に最適な混合比（例えば、燃料がより完全に燃焼し、燃料を浪費せず又は過剰なエミッションを生じないようにする燃焼）をもたらすことができる。タービン 20 を通過した後、排出ガスが排出口 34 にてシステムから出る。以下で詳細に検討するように、タービンシステム 10 の実施形態は、ノズル 12 内のコーキング蓄積を防ぎながら、空気及び燃料混合を改善するために、特定の構造及び構成要素（例えば、プレフィルマー 11 及び熱源 13）を含む。

【0019】

図 2 は、プレフィルマー 11 及び熱源 13 を備えた複数の燃料ノズル 12 を有する燃焼器 16 の 1 つの実施形態の切り欠き側面図を示す。図示のように、各燃料ノズル 12 は、燃料及び空気を下流方向に配向するよう構成された燃料ノズル先端 36 を含む。1 つの実施形態では、燃焼器 16 は、端部カバー 38 に装着することができる 5 つ又はそれ以上の燃料ノズル 12 を特徴として備えることができ、該端部カバーは、燃焼器 16 のベース又はヘッド端部に配置される。端部カバー 38 は、液体燃料、ガス燃料、空気、水、希釈剤、及び他の流体を各燃料ノズル 12 に送る導管又はチャンネルを含むことができる。各燃料ノズル 12 は、各プレフィルマー 11 及び熱源 13 と共に、方向 40 で燃焼器 16 に配向されるときに、加圧空気と液体燃料の混合を促進する。次いで、空気燃料混合気は燃焼器 16 内で燃焼することにより、高温の加圧排出ガスが発生し、これがタービン 20 内でブレードの回転を引き起こす。燃焼器 16 は、燃焼器 16 キャビティ内の燃焼ゾーンを囲む流れスリーブ 42 及びライナ 44 を含む。特定の実施形態において、流れスリーブ 42 及びライナ 44 は、互いに同軸又は同心であり、中空の管状スペース 45 を定め、冷却のための空気の通過及び燃焼ゾーンへの流入を可能にすることができる（例えば、ライナ 44 の穿孔及び/又は燃料ノズル 12 を介して）。ライナ 44 はまた、移行部品 46 に向かう方向 40 で下流側への空気燃料混合気及び高温排出ガスの流量及び速度を制御するよう設計することができる。例えば、空気燃料混合気は、各燃料ノズル 12 から方向 40 で流出することができ、ここで混合気は燃焼ライナ 44 に流入すると点火し、加圧排出ガスが下流方向 40 に移行部品 46 を通ってタービン 20 内に送られるようになる。理解されるように、燃料ノズル 12 内のプレフィルマー 11 及び熱源 13 の構成により、コーキングの低減又は阻止を行いながら、液体燃料の気化及び微粒化に対する制御を改善できるようになる。従って、以下で説明するように、プレフィルマー 11 及び熱源 13 により、燃焼器 16 内の空気/燃料混合プロセスの改善が可能になる。

【0020】

以下で詳細に説明するように、燃料ストリームは、複数の実施形態及び場所の何れかにおいてプレフィルマー 11 上に衝突するよう配向することができ、次いで、1 つ又はそれ

10

20

30

40

50

以上の空気流ストリームと交差することによって霧化される。特定の実施形態において、液体燃料は、プレフィルマー 11 表面全体にわたり薄膜に均一に分散することができる。同様に、液体燃料の薄膜は、表面縁部からの蒸発及び分離の両方を行うことができる。理解されるように、薄膜として分散することにより液体燃料の表面積が増大し、これにより気化が増大する。薄膜化はまた、縁部における液体燃料厚みを低減し、これにより縁部からの燃料液滴分離がより小さくなる。従って、薄膜化及び分離により、液体燃料の微粒化の改善がもたらされる。1つの実施形態では、液体燃料は、燃料を加速して連続した薄いシートにおいてプレフィルマー表面全体に均一に分布させるスウォズルから旋回空気流に配向することができる。次いで、空気流ストリームは、薄い燃料シートを迅速に気化及び霧化（例えば、分離によって）して、燃焼器 16 における下流側での燃焼に好適な燃料空気混合気を形成することができる。

10

【0021】

図 3 には、燃料ノズル 12 の実施形態の側断面図が示されている。燃料ノズル 12 は、ノズル 12 内の上流位置（すなわち、流れ方向 40 に対して）に配置されたプレフィルマー 11 の 1つの実施形態を含む。更に、加圧空気は、圧縮機 24 から端部カバー 38 及びフランジ 50 を通って管体 49 内の加圧空気通路 48 に送ることができる。フランジ 50 は、溶接又はボルトなどの好適な結合機構により端部カバー 38 に結合することができる。外側管体 51 は、加圧空気通路 52 内で下流側に流れるときに加圧空気を調整する管状流れ調整器として説明されるか、又はこれを含むことができる。図示のように、加圧空気通路 52 は、同心の管体 51 及び 53 間の管状通路である。燃料ノズル 12 は更に、同心管体 49 及び 53 間の管状通路である燃料通路 54 を含む。従って、通路 48、52 及び 54 は、互いに同軸に配列され、従って、各々管状の形状である。通路内のキャビティは、管状管体内の中空域とすることができ、流体流及び空気燃料混合気を可能にするよう構成することができる。通路 48、52、及び 54 は、内側管体 49、外側管体 51、及び中間管体 53 により定められる。燃料通路 54 からの燃料は、ペーン孔 57 を介してスウォズル 56 に配向される。

20

【0022】

加えて、加圧空気は、ベローズ管 59 を通って下流方向 58 に流れ、該ベローズ管 59 は、空気を燃料ノズル先端 36 に配向する。空気は、空気通路 52 からスウォズル 56 を通って送ることができ、ここで空気は燃料と混合することができる。下流側プレフィルマー 60 は、スウォズル 56 の近傍に配置され、空気燃料混合気を改善することができる。図示のように、下流側プレフィルマー 60 は、通路 52 のアニュラス内に配置され、スウォズル 56（すなわち、旋回誘起構造）に結合することができ、ここで、燃料及び空気は、種々のアニュラス通路 48、52、及び 54 を通過した後に混合することができ、その後、下流側プレフィルマー 60 近傍で混合し、燃料ノズル 12 から下流方向に流れる。1つの実施形態では、プレフィルマー 60 は、スワラ又はスウォズル 56 に結合されるか、これらと同軸又は同心状であり、或いはこれらに近接している。空気が燃料ノズル先端 36 から出ると、スウォズル 56 及び下流側プレフィルマー 60 により引き起こされる旋回空気／燃料混合気が空気と共に流れる。具体的には、下流側プレフィルマー 60 は、熱源 13 を含むアクティブ熱制御と共に、燃料及び空気が燃焼器 16 に向かって下流方向 61 に流れるときに燃料及び空気の流れ及び混合を向上させる。理解できるように、図示の下流側プレフィルマー 60 は、アクティブ熱制御機構と共に用いて、空気燃料混合を改善及び制御することができるプレフィルマーの多くの実施形態のうちの 1つである。

30

40

【0023】

例えば、1つの実施形態では、上流位置のプレフィルマー 11 及び／又は下流側プレフィルマー 60 の何れかを燃料ノズル 12 内に配置することができる。具体的には、1つの実施形態では、ノズル 12 は、どのような追加のプレフィルマーもなしに、1つ又は複数の部材を含む 1つのプレフィルマーを包含することができる。例えば、燃料ノズル 12 は、空気及び燃料混合気を向上させ、燃料ノズル 12 内の空気及び燃料の温度を制御するために、下流側プレフィルマー 60 などの唯一のプレフィルマー組立体を包含することがで

50

きる。温度制御及びプレフィルマー幾何形状は、改善された燃料微粒化及び燃料空気混合状態を提供し、これにより、混合気がノズル端部 65 を通って燃焼器 16 内に下流側に流れるときのタービン効率が改善される。更に、熱源 13 により提供される温度制御は、少なくとも約 500、600、700、800、900、又は 1000 °F 又はそれ以上の温度を維持することにより、ノズル 12 内のコーキングを低減することができる。

【0024】

図示のように、プレフィルマー 11 は、ノズル 12 の上流位置（例えば、流れ方向 40 に対して）に配置され、湾曲断面 68 を有する構造を含む。プレフィルマー 11 の湾曲断面 68 は、燃料ノズル 12 の上流側部分の管状キャビティにおいて空気燃料混合気を向上させるように配向された管状構造である。空気は、流れ調整器 71 全体に配置された複数の孔 70（例えば、有孔アニユラス）を通してノズル 12 内に流れることができ、該流れ調整器 71 は、燃料ノズル 12 の上流側部分に配置される。本明細書で記載される用語「上流側」とは、フランジ 50 近傍又はこれに向かう方向又は位置とすることができ、「下流側」とは、燃焼器 16 に向かう方向 40 とすることができ、上流側流れ調整器 71 はまた、アニユラスとして説明することができ、プレフィルマー 11 の断面形状 68 が流れ調整器 71 と同心状とすることができ、従って、空気は、通気孔 70 を通って流れ、プレフィルマー 11 に向けられた燃料供給導管 72 からの燃料と混合することができる。プレフィルマー 11 の湾曲形状により、燃料がプレフィルマー 11 の表面に衝突した後により容易に霧化及び / 又は気化できるようになり、これにより燃料ノズル 12 の性能が改善される。以下で説明するように、プレフィルマー 11 は、燃料が燃料ノズル 12 内を流れるときの液体燃料の速度及び摩擦係数など、プレフィルマー近傍の温度及び境界条件の管理を可能にするアクティブ熱制御機構を含むことができる。アクティブ熱制御機構は、加熱コイル、高温 / 低温流体（例えば、加圧空気、燃焼ガス、その他）を流すための導管、流動空気を加熱する構成要素、又はこれらの何れかの組み合わせなど、あらゆる好適な構成要素を含むことができる。本明細書で説明されるように、プレフィルマーは、微粒化及び混合プロセスを改善するために、流体を分散させるよう構成された 1 つ又はそれ以上の構造体である。詳細には、プレフィルマーの実施形態は、液体薄膜を促進することによってこれを達成することができ、該薄膜は、その後、薄い下流縁部から分離する際に破断する。

【0025】

空気燃料混合気は、下流側プレフィルマー 74 に向かって下流側方向 73 に流れることができる。図示の実施形態では、プレフィルマー 74 は、湾曲断面を含む部材であり、燃料ノズル 12 内のアニユラスの外周の一部分のみに配置することができる。例えば、プレフィルマー 74 は、燃料ノズル 12 の長手方向軸線 75 を中心とした円周方向に離間した関係で複数の部材を含むことができる。例えば、3 つのプレフィルマー 74 部材を有する組立体では、プレフィルマー部材の各々は、流れ調整器 51 内のアニユラ区域の周囲の訳 60 度の円周方向距離にわたることができる。別の実施形態では、プレフィルマー 74 の複数の部材は、燃料ノズル 12 内の軸線 75 に沿って交互にすることができ、これにより、複数の軸方向位置において温度管理並びに空気燃料混合気管理が可能になる。例えば、プレフィルマーは、プレフィルマー部材 76 を含むことができ、該部材は、軸線 75 に沿ってプレフィルマー部材 74 から下流側で軸線方向に交互にすることができ、加えて、プレフィルマー部材 74 及び 76 の各々は、約 60 度の円周方向距離にわたることができる。1 つの実施形態では、1 つ又はそれ以上の追加のプレフィルマー部材は、異なる軸方向位置に配置することができ、各々はキャビティ 52 内で約 60 度にわたる。

【0026】

特定の実施形態では、燃料ノズル 12 は、軸線 75 に沿った特定の軸方向位置において 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、又はそれ以上のプレフィルマー部材を含むことができ、ここでプレフィルマー部材は、単一の管状構造であるか、又は軸線 75 の回りに互いに間隔を置いて配置された別個の部材とすることができ、同様に、燃料ノズル 12 は、軸線 75 に沿った 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、又はそれ以上の

異なる軸方向位置において１つ又はそれ以上のプレフィルマー部材を含むことができる。特定の実施形態において、プレフィルマー部材は、燃料ノズル１２のキャビティ内の複数の軸方向位置において交互にされ（軸線７５に対して互いから角度方向にオフセットされ）、ノズル１２内の燃料混合及び温度に対してより優れた制御を可能にすることができる。例えば、１つの軸方向位置から別の軸方向位置までのプレフィルマーは、約５、１０、１５、２０、２５、３０、３５、４０、又は４５度の角度（例えば、軸線７５を中心として）で交互にすることができる。プレフィルマー及び温度制御により、燃料空気混合気が燃焼器１６内に下流方向に流れるときに燃料微粒化、気化、及び燃料空気混合状態を向上させると共に、液体燃料に関連するコーキングを低減又は阻止することが可能になる。

【００２７】

図４は、図３に示す線４－４で囲まれた燃料ノズル１２の上流側部分の断面図である。燃料ノズル１２は、上流側流れ調整器７１及びプレフィルマー１１を含む。プレフィルマー１１は、湾曲断面６８（例えば、Ｃ形アニユラ表面）を含み、燃料が燃料出口７２から方向７７に放出されるときに燃料の微粒化及び気化の改善を可能にする。例えば、矢印７８は、湾曲断面６８の表面に衝突した後の燃料流の方向を示している。更に、プレフィルマー１１及び熱制御機構は、気化される液体燃料の量を制御することができ、ここで気化される燃料の量は、混合プロセスを改善するよう最適化することができる。衝突した燃料ストリーム７８は、液滴に分散され、微粒化及び気化を改善し、これにより混合プロセスを改善することができる。プレフィルマー１１はまた、湾曲断面６８に沿って液体燃料の薄層を展開することができ、結果として縁部から液滴を分離する。湾曲断面６８にわたる燃料薄膜化により表面積が増大することによって、液体燃料気化を向上させることができると共に、薄膜化によって、湾曲断面６８の縁部から分離する液滴サイズを低減することもできる。他の実施形態では、プレフィルマー１１の断面は、微粒化を向上させる平面形、翼形部形、角度付き形、階段形、又は何れかの適切な幾何形状とすることができる。

【００２８】

加えて、プレフィルマー１１は、該プレフィルマー１１の表面上又はその近傍の温度を管理するのに用いることができる熱源７９を含む。熱源７９は、抵抗加熱素子などの電熱素子、別の熱源からの対流熱伝達、又は何れかの好適な熱源を含むことができる。例えば、熱源７９は、誘導加熱コイルを含むことができる。熱源７９により提供されるアクティブ熱制御によって、液体燃料の速度の管理が可能になり、更に、プレフィルマー１１近傍の空気及び燃料が混合される区域の温度管理が可能となる。熱源７９はまた、例えば、約５００、６００、７００、８００、９００、又は１０００°Fよりも少なくとも高い好適な温度を維持することにより、コーキングが抑制、低減、排除、又はほぼ阻止され、これにより燃料ノズル１２内のコークス堆積の形成が阻止される。更に、コークス堆積の低減に必要な温度は、燃料消費量、システム構成要素、及び他の要因に依存することができる。従って、幾つかの実施形態では、熱源は、コーキングを抑制するために、約７００、７５０、８００、８５０、９００、９５０、又は１０００°Fよりも少なくとも高いプレフィルマー区域温度を維持することができる。加えて、コークス堆積の形成の場合、コークス堆積を燃焼させてノズル１２内に蓄積させるために、熱源７９は、例えば、約９００、９５０、１０００、１０５０、又は１１００°Fよりも少なくとも高い好適な温度まで加熱することができる。

【００２９】

熱源７９により提供されるアクティブ熱制御によって、プレフィルマー１１の表面及び／又はプレフィルマー１１の周りの区域の制御が可能になる。更に、温度は、熱源７３を連続的に作動させることによって維持することができ、又は、熱源７３をサイクル作動させることにより周期的に加熱することができる。このような制御動作は、図１に示す温度コントローラ１５により実施することができる。温度コントローラ１５は、プロセッサ、回路、メモリ、及び燃料ノズル１２内のプレフィルマー１１上及びその近傍の温度を制御するよう構成されたソフトウェアを含むことができる。加えて、アクティブ熱制御及び熱源７９は、プレフィルマーの開示された実施形態の何れかに対して、その形状、位置、又

10

20

30

40

50

は構成に関係なく利用することができる。図示のように、空気流 80 は、通気孔 70 を通って上流側流れ調整器 71 に入り、気化及び / 又は霧化液体燃料と空気流 80 との混合を可能にする。アクティブ熱管理及びプレフィルマー 11 によって提供される改善された混合及び気化により、混合気が燃焼器 16 に向かって下流側方向 73 に移動するときに混合気の性能及び流れを改善することが可能になる。

【0030】

図 5 は、図 3 に示す線 5 - 5 内に囲まれた下流側プレフィルマー 60 の下流側の実施形態の断面図である。図示の実施形態において、下流側プレフィルマー 60 は、下流側プレフィルマー 60 上及び / 又は近傍での空気及び燃料混合プロセスの温度管理を改善できるように構成された熱源である加熱素子 84 を含む。加熱素子 84 は、加熱素子 79 について上記で検討したような、コイル並びに他の加熱及び制御構成要素を含むことができる。加えて、プレフィルマー 60 は、液体燃料の微粒化及び気化を可能にし、空気 / 燃料混合気にとって改善された環境をもたらす下流側後縁 86 を備えた幾何形状を提供する。例えば、液体燃料の薄膜は、下流側後縁 86 から分離され、これにより燃料薄膜化及び空気流に起因する小液滴を生成することができる。プレフィルマー 60 の幾何形状は、翼形部形輪郭として説明することができる。特定の実施形態では、プレフィルマー 60 は、軸線回りの 360 度の翼形部形輪郭を備えた管状幾何形状有する。換言すると、一連の別個の翼形部か、又は翼形部形状を備えた連続する管状構造を有することができる。

【0031】

加えて、下流側空気流 73 は、通気孔 57 を介してスウォズル 56 に流入することができる。ここでスウォズル翼形部 88 は、燃料が燃料ポート 90 から出るときに、空気 / 燃料混合気の旋回を可能にする。例えば、燃料ストリーム 92 は、燃料ポート 90 を通って下流側方向に移動することができ、矢印 94 で示すようにプレフィルマー 90 のプレフィルマー表面 96 に対して衝突することができる。液体燃料の微粒化は、液体から噴霧又はミストへの変換を含み（例えば、液滴分布）、燃料ストリーム 94 が表面 96 に衝突して燃料が縁部 86 から分離するときに生じる。微粒化は、燃焼の効率化のために重要であり、燃料のより高い燃焼効率をもたらす、エミッションを低減することができる。気化は、液体燃料からガスへの相転移のプロセスを含む。微粒化又は気化の何れかは、プレフィルマー及びアクティブ熱制御装置の開示された実施形態により改善することができる。微粒化又は気化の改善は、空気及び燃料の混合の改善をもたらす、これにより燃焼性能の改善を提供することができる。例えば、加熱素子 84 により提供されるアクティブ熱制御により、プレフィルマー表面 96 の温度管理が可能になり、衝突した燃料流 94 の微粒化及び気化を改善し、燃料及び空気の混合が改善される。従って、混合の改善により、結果として、タービン燃焼器内の燃焼を改善することができる。加えて、加熱素子 84 により提供される温度管理により、燃料ノズル 12 内、具体的には下流側プレフィルマー 60 上のコーキングが低減又は排除される。

【0032】

図 6 は、図 3 に示す線 4 - 4 内に囲まれたプレフィルマー 11 以外のプレフィルマー 118 の別の実施形態の側断面図である。詳細には、図示のプレフィルマー 118 は、加熱源 122 用のノッチ又はキャビティを有する湾曲断面 120 を含む。図示の実施形態において、湾曲断面 120 は、上流側流れ調整器 71 の湾曲断面に同心であると説明することができる。換言すると、湾曲断面 120 は、軸線 75 の回りで 360 度に延びて、環状流れ調整器 71 内で完全なアニュラスを定める C 形断面を有することができる。更に、加熱源 122 は、プレフィルマー 118 の湾曲断面 120 のノッチ内に配置することができる。特定の実施形態では、加熱源 122 は、円形又は環状形の加熱素子又はコイルとすることができ、加熱素子又はコイルの形態の環状加熱源 122 は、湾曲プレフィルマー断面 120 の環状形ノッチ内に配置することができる。

【0033】

加熱源 122 は、プレフィルマー 118 近傍でアクティブ熱制御を実施するのに用いられ、ピン 124 又は溶接などの何れかの好適な機構により上流側流れ調整器 71 に結合す

ることができる。上述のように、加熱源 122 は、プレフィルマー 118 近傍の区域の温度を制御する命令を備えたプロセッサ及びメモリなどの制御機構に結合することができる。図示のように、熱源 122 は、流れ調整器 71 及び / 又は湾曲断面 120 への空気流 126 の温度を制御するよう位置付けられる。

【0034】

空気流 126 は、孔 70 を通って流れ調整器 71 内に配向される。空気流 126 が加熱源 122 の回りを通過すると、湾曲断面内の通路 128 を通って移動する。加熱空気流 130 は、プレフィルマー 118 内部の燃料ミストに衝突してこれと交差することができる。燃料は、フランジ 50 から方向 132 に燃料ポート 72 を通って流れ調整器 71 内のチャンバに流れることができる。燃料流 132 は、プレフィルマー内側表面 134 上に衝突し、矢印 136 で示すように燃料流を再配向させるようにする。従って、液滴に分散された霧化液体燃料は、加熱空気流 130 と混合し、空気及び燃料の混合を改善することができる。

10

【0035】

加えて、液体燃料は、湾曲断面 120 の表面 134 にわたって分散させることができ、次いで、表面 134 の縁部から分離し、液体燃料液滴を生成する。同様に、表面 134 全体にわたる薄膜化は、表面積の増大により液体燃料の気化が向上すると共に、燃料薄膜の厚みの低減により縁部から分離する液滴サイズを低減することができる。開示された実施形態では、加熱源 122 は、加熱空気流 130 を介して直接又は間接的に表面 134 を加熱し、液体燃料気化を更に増大させ、コーキングを低減又は排除する。

20

【0036】

従って、混合プロセスは、加熱源 122 及びプレフィルマー 118 により改善され制御される。空気及び燃料混合気は、下流側方向 73 で燃焼器 16 内に噴射するためのノズル 12 の端部に流れることができる。従って、燃料及び空気混合気の改善により、タービン 10 の燃焼効率が高くなり、エミッション低減及び出力改善を行うことができる。

【0037】

図 7 は、図 3 に示す線 7-7 に沿った燃料ノズル 12 の 1 つの実施形態の断面図である。図示のように、ノズル 12 は、流れ調整器管体 51、中間管体 53、及び管体 51 と 53 との間のキャビティ 52 を含む。キャビティ 52 は、複数の部材又は個々のプレフィルマーから構成されるプレフィルマー組立体を含む。個々のプレフィルマーは、ブレース又はブラケット 140 を介して流れ調整器 51 の内側部分に結合され、該ブレース又はブラケット 140 は、プレフィルマー 74、76、及び 144 に対する加熱源を提供するのに使用される導電性加熱素子を収容することができる。プレフィルマー 74、76、及び 144 は、キャビティ 52 の回りに円周方向に離間して配置され、プレフィルマーの各々は、キャビティ 52 の外周の約 100 度にわたる。プレフィルマー部材 74、76、及び 144 は、同じ形状及び構造とすることができ、該プレフィルマー部材の断面は、図 3 に示すように湾曲している。他の実施形態では、プレフィルマー部材 74、76、及び 144 の断面は、実質的に平坦とすることができ、或いは、図 6 に示すように他の断面幾何形状を含むことができる。更に、プレフィルマー部材 74、76、及び 144 は、図 3 に示すように軸方向に交互することができ、実質的に同じ軸方向位置に全て位置付けることができる。

30

40

【0038】

プレフィルマー 74、76、及び 144 はまた、対流熱伝達、導電性熱伝達、又は局所的熱源からの放射熱伝達、或いは遠隔熱伝達などの様々な熱制御方法を含むことができる。プレフィルマー 74、76、及び 144 の幾何形状は、加熱源 142 と共に、燃料及び空気が下流方向 73 にノズル端部 65 に向かって流れるときに、空気及び燃料混合の改善された条件を提供することができる。従って、改善された空気及び燃料混合気は、性能を向上させ、エミッションを低減し、燃料ノズル 12 内のコーキングの蓄積を低減することができる。コーキングは、空気及び燃料が燃焼器 16 内に流入する前に混合するときに、約 500、600、700、800、900、又は 1000 °F を上回る温度を維持する

50

ことによって阻止することができる。更に、導電性加熱素子 142 を含む加熱源は、燃料ノズル 12 内で発生する可能性のある何らかのコーキング蓄積を燃き尽くすために、900、950、1000、1050、又は 1100 °F の温度を上回るプレフィルマー 74、76、及び 144 の加熱を可能にすることができる。

【0039】

図 8 は、図 3 に示す線 5 - 5 内に囲まれる下流側プレフィルマー 150 の実施例による、燃料ノズル 12 の下流側部分の別の実施形態の側断面図である。燃料ノズル 12 の一部は、スウォズル 56 及びベーン孔 57 を包含する燃料ノズルの一部に配置された下流側プレフィルマー 150 を含む。下流側プレフィルマー 150 は、該プレフィルマー 150 内のキャビティ 154 に配置された、加熱コイルなどの加熱源 152 を含むことができる。プレフィルマー 150 は、ほぼ翼形部のような形状の断面を有し、プレフィルマー表面 156 を備える。空気流 158 は、ポート 160 を通ってキャビティ 154 に流入することができる。従って、空気流 158 は、ポート 160 を介してキャビティ 154 から出る前に、加熱素子 152 により加熱することができる。矢印 163 で示す燃料は、矢印 164 で示すように、燃料ポート 90 を通ってキャビティ 168 内に流れることができる。ポート 90 及び 160 それぞれからの空気及び燃料の流れは、互いに交差又は衝突し、空気及び燃料混合気を生成することができる。更に、燃料流 164 は、矢印 166 で示すように、プレフィルマー表面 156 上に衝突することができる。表面 156 上への衝突は、液体燃料の液滴を生成し、これにより燃料の微粒化の改善、及び下流方向 61 に混合気が流れる前の混合プロセスの改善を行うことができる。

10

20

【0040】

加えて、燃料流 164 は、表面 156 全体にわたり薄層内に燃料を分散し、これにより液体燃料の気化及び表面 156 の下流側後縁 170 から分離する液滴が改善される。例えば、燃料は、より大きな表面積にわたり分散し、気化を向上させると同時に、燃料厚みを低減して、縁部 170 から分離する液滴のサイズを縮小する。加えて、熱源 152 は、液体燃料の気化の速度を高めると共に、液体燃料に伴うコーキングを低減又は排除する。従って、熱源 152 及び下流側プレフィルマー 150 は、空気燃料混合プロセスの管理を向上させ、燃焼効率を高め、燃料ノズル 12 内のコーキングを低減又は排除する。具体的には、図示のプレフィルマー幾何形状並びに空気及び燃料の流れ構成により提供される温度管理及び改善された微粒化は、燃料空気混合気の改善をもたらす。

30

【0041】

本発明の技術的効果は、ノズルの実施形態により提供される熱制御と組み合わせたプレフィルマーの幾何形状によるエミッション低減及びタービン効率の改善を含む。プレフィルマー及び熱制御は、微粒化及び気化の改善を可能にし、空気燃料混合気の向上を可能にすることができる。更に、熱制御はまた、ノズル内のコーキングを低減することができる。例えば、プレフィルマー近傍で約 500、600、700、800、900、又は 1000 °F を上回る温度を維持することによって、コークス蓄積が有意に低減される。更に、熱制御機構により、プレフィルマー区域温度が 900、950、1000、1050、又は 1100 °F を超えて上昇し、構造内で発生する可能性のある何らかのコーキングを燃き尽くすようにする。

40

【0042】

本明細書は、最良の形態を含む実施例を用いて本発明を開示し、更に、あらゆる当業者があらゆるデバイス又はシステムを実施及び利用すること及びあらゆる包含の方法を実施することを含む本発明を実施することを可能にする。本発明の特許保護される範囲は、請求項によって定義され、当業者であれば想起される他の実施例を含むことができる。このような他の実施例は、請求項の文言と差違のない構造要素を有する場合、或いは、請求項の文言と僅かな差違を有する均等な構造要素を含む場合には、本発明の範囲内にあるものとする。

【符号の説明】

【0043】

50

1 0	タービンシステム	
1 1	プレフィルマー	
1 2	燃料ノズル	
1 3	熱源	
1 4	燃料供給源	
1 5	温度コントローラ	
1 6	圧縮機	
1 8	矢印	
2 0	タービン	
2 2	シャフト	10
2 4	圧縮機	
2 6	負荷	
2 8	空気供給源	
3 0	吸入口	
3 2	矢印	
3 4	排出口	
3 6	燃料ノズル先端	
3 8	端部カバー	
4 0	方向	
4 2	流れスリーブ	20
4 4	ライナ	
4 5	中空環状空間	
4 6	移行部品	
4 8	加圧空気通路	
4 9	管体	
5 0	フランジ	
5 1	管体	
5 2	加圧空気通路	
5 3	管体	
5 4	燃料通路	30
5 6	スウォズル	
5 7	ベーン孔	
5 8	下流側方向	
5 9	ベローズ管	
6 0	下流側プレフィルマー	
6 1	下流側方向	
6 5	ノズル端部	
6 8	湾曲断面	
7 0	孔	
7 1	流れ調整器	40
7 2	燃料導管	
7 3	下流側方向	
7 4	下流側プレフィルマー	
7 5	長手方向軸線	
7 6	プレフィルマー部材	
7 7	方向	
7 8	矢印	
7 9	熱源	
8 0	空気流	
8 4	加熱素子	50

8 6	下流側後縁	
8 8	スウォズル翼形部	
9 0	燃料ポート	
9 2	燃料ストリーム	
9 4	矢印	
9 6	プレフィルマー表面	
1 1 8	図示のプレフィルマー	
1 2 0	湾曲断面	
1 2 2	加熱源	
1 2 4	ピン	10
1 2 6	空気流	
1 2 8	通路	
1 3 0	加熱空気流	
1 3 2	方向	
1 3 4	プレフィルマー内側表面	
1 3 6	矢印	
1 4 0	ブラケット	
1 4 2	導電性加熱素子	
1 4 4	プレフィルマー	
1 5 0	下流側プレフィルマー	20
1 5 2	熱源	
1 5 4	キャビティ	
1 5 6	プレフィルマー表面	
1 5 8	空気流	
1 6 0	ポート	
1 6 2	矢印	
1 6 4	矢印	
1 6 6	矢印	
1 6 8	キャビティ	
1 7 0	下流側後縁	30

【 図 1 】

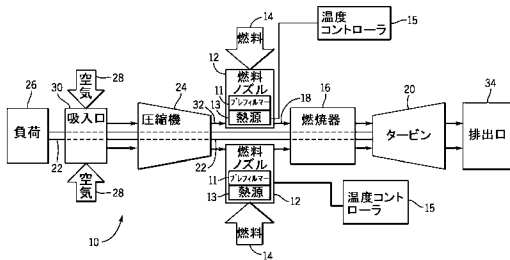


FIG. 1

【 図 2 】

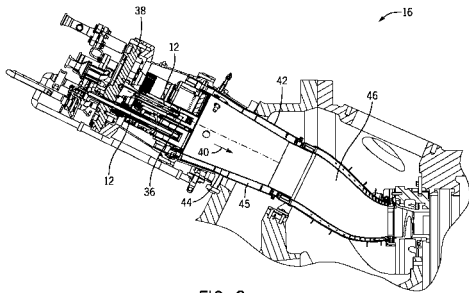


FIG. 2

【 図 3 】

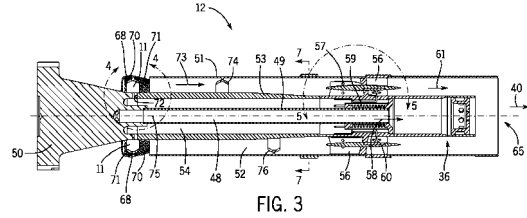


FIG. 3

【 図 4 】

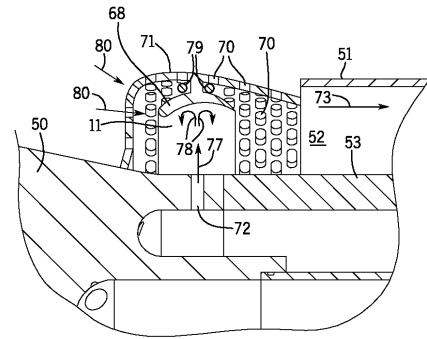


FIG. 4

【 図 5 】

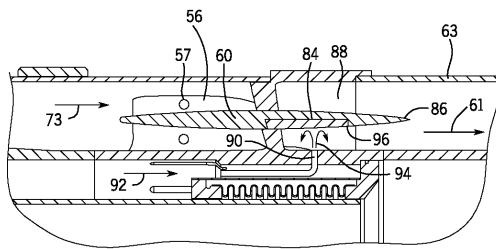


FIG. 5

【 図 7 】

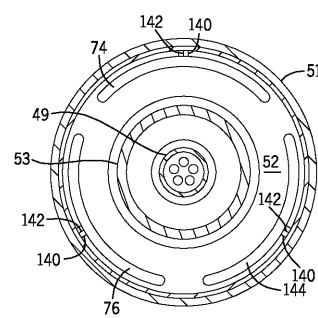


FIG. 7

【 図 6 】

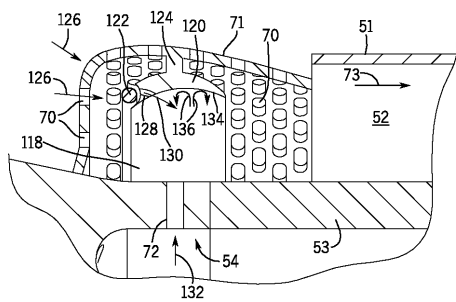


FIG. 6

【 図 8 】

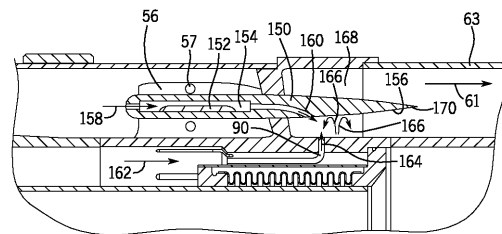


FIG. 8