

(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2014-181902
(P2014-181902A)

(43) 公開日 平成26年9月29日 (2014.9.29)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 3 R 3/34 (2006.01)	F 2 3 R 3/34	
F 2 3 R 3/42 (2006.01)	F 2 3 R 3/42	Z
F 2 3 R 3/26 (2006.01)	F 2 3 R 3/26	A
F 2 3 R 3/28 (2006.01)	F 2 3 R 3/28	A
	F 2 3 R 3/42	D
審査請求 未請求 請求項の数 36 O L (全 42 頁)		

(21) 出願番号 特願2014-50934 (P2014-50934)
(22) 出願日 平成26年3月14日 (2014.3.14)
(31) 優先権主張番号 13/845,365
(32) 優先日 平成25年3月18日 (2013.3.18)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(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 123
45、スケネクタデイ、リバーロード、1
番
(74) 代理人 100137545
弁理士 荒川 聡志
(74) 代理人 100105588
弁理士 小倉 博
(74) 代理人 100129779
弁理士 黒川 俊久
(74) 代理人 100113974
弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

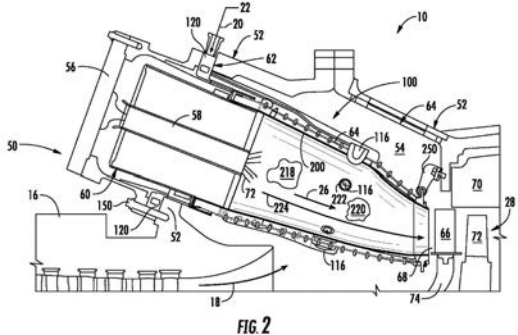
(54) 【発明の名称】 燃焼器に燃料を供給するためのシステム

(57) 【要約】

【課題】 燃焼器に燃料を供給するためのシステムを提供する。

【解決手段】 ガスタービンの燃焼器に燃料を提供するシステムは、燃料プレナムを少なくとも部分的に定める環状燃料分配マニホールドを含む。燃料分配マニホールドは、後方端部から軸方向に分離された前方端部と、該前方端部の周りに軸方向外向き及び円周方向に延びるフランジと、該フランジから下流側に延びる環状支持リングとを含む。L L I 噴射組立体は、燃料分配マニホールドから下流側に延びる。L L I 噴射組立体は、燃焼器内に一次燃焼ゾーン及び二次燃焼ゾーンを少なくとも部分的に定める単一構造ライナを含む。L L I 噴射装置は、単一構造ライナを通して実質的に半径方向に延び、単一構造ライナを通して二次燃焼ゾーンに流体連通を提供する。燃料プレナムと流体連通した流体導管は、L L I 噴射装置と燃料分配マニホールドとの間に延びる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンの燃焼器に燃料を提供するシステムであって、

(a) 燃料プレナムを少なくとも部分的に定め、後方端部から軸方向に分離された前方端部と、該前方端部の周りに半径方向外向き及び円周方向に延びるフランジと、該フランジから下流側に延びる環状支持リングとを有する環状燃料分配マニホルドと、

(b) 前記燃料分配マニホルドから下流側に延び、一次燃焼ゾーン及び二次燃焼ゾーンを少なくとも部分的に定めた単一構造ライナと、該単一構造ライナを通して実質的に半径方向に延び且つ前記単一構造ライナを通して前記燃焼器の二次燃焼ゾーンに流体連通を提供する L L I 噴射装置と、を有する L L I 噴射組立体と、

(c) 前記 L L I 噴射装置と前記燃料分配マニホルドとの間に延び、前記燃料プレナムと流体連通している流体導管と、を備える、システム。

【請求項 2】

前記流体導管が、蛇行形状にされている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記フランジが、

(a) 前記フランジ内で円周方向に延びる燃料プレナム及び前記フランジの周りを円周方向に延びる外側表面と、

(b) 前記フランジの外側表面を通して前記燃料プレナムに流体連通を提供する第 1 のオリフィス及び第 2 のオリフィスと、

(c) 前記フランジの外側表面にわたって部分的に延び且つ前記第 1 のオリフィス及び第 2 のオリフィスを囲む燃料分配キャップと、

(d) 前記燃料分配キャップ内に少なくとも部分的に定められ、前記第 1 のオリフィス及び第 2 のオリフィスと流体連通した燃料分配プレナムと、を備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記フランジが、該フランジを通して軸方向に延びる複数のボルト孔を含み、前記第 1 のオリフィスが、前記複数のボルト孔のうちの少なくとも 1 つにより前記第 2 のオリフィスから円周方向に分離される、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記燃料分配キャップが、前記燃料分配プレナムを部分的に定めるフロア部分を含み、前記燃料分配キャップが、前記第 1 のオリフィスと同軸に整列した第 1 の出口と、前記第 2 のオリフィスと同軸に整列した第 2 の出口と、を有する、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記燃料分配キャップのフロア部分と前記フランジの外側表面との間に定められるギャップを更に備える、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記第 1 のオリフィス内に配置された第 1 のオリフィスインサートと、前記第 2 のオリフィス内に配置された第 2 のオリフィスインサートと、を更に備える、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記第 1 のオリフィスインサートと前記第 1 のオリフィスとの間及び前記第 2 のオリフィスインサートと前記第 2 のオリフィスとの間に断熱ギャップが定められる、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記単一構造ライナが、円錐部を定める本体と、前記円錐部から下流側に延びる L L I 噴射部と、前記 L L I 噴射部から下流側に延びる移行部と、を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記移行部が、ほぼ非円形断面を有する、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記単一構造ライナの本体が、単一の構成要素である、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記単一構造ライナが、

(a) 前方端部と後方端部とを有し、断面流れ面積と前記前方端部及び後方端部に定められる軸方向流れ長さとを定め、前記前方端部から下流側で且つ前記後方端部から上流側に配置される L L I 噴射部を更に定める本体を更に備え、前記 L L I 噴射装置が前記 L L I 噴射部にて前記本体を通して延びており、

(b) 前記断面流れ面積が、前記前方端部と前記 L L I 噴射部との間で前記軸方向流れ長さに沿って減少し、前記 L L I 噴射部から下流側の前記軸方向流れ長さの少なくとも一部に沿って減少する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記断面流れ面積が、前記 L L I 噴射部から下流側に定められる前記軸方向流れ長さの第 1 の部分に沿って増大し、前記第 1 の部分から下流側に定められる前記軸方向流れ長さの第 2 の部分に沿って減少する、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記断面流れ面積が、前記 L L I 噴射部から下流側で前記軸方向流れ長さに沿って前記後方端部まで連続的に増大する、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記断面流れ面積が、前記 L L I 噴射部にわたり前記軸方向流れ長さに沿って実質的に一定である、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記断面流れ面積が、前記 L L I 噴射部にわたり前記軸方向流れ長さに沿って下流側方向で減少する、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 17】

前記断面流れ面積が、前記 L L I 噴射部にわたり前記軸方向流れ長さに沿って下流側方向で増大する、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 18】

前記前方端部と前記 L L I 噴射部との間に延びる円錐部と、前記 L L I 噴射部から下流側に延びて前記後方端部にて終端する移行部とを更に備える、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 19】

前記単一構造ライナが、後方フレームによって円周方向に囲まれる下流側端部を含み、前記後方フレームが、

(a) 外側部分から半径方向に分離された内側部分、及び前記内側部分と前記外側部分との間に延びる対向する側部のペアと、

(b) 前記後方フレームの前記内側部分と前記外側部分との間で前記対向する側部の一方の側部に沿って延び、下流側端部と上流側端部との間に少なくとも部分的に定められるサイドシールスロットと、
を含み、

(c) 前記上流側壁部の第 1 のセグメントが、第 1 の外向きの距離にて前記内側部分から前記外側部分に向けて延びており、前記上流側壁部の第 2 のセグメントが、第 2 の外向きの距離にて前記第 1 のセグメントとの交点から前記後方フレームの外側部分に向けて延びており、前記上流側壁部の第 2 のセグメントが、サイドシール案内特徴要素を少なくとも部分的に定めて、前記サイドシールスロットへのサイドシールの底部の軸方向挿入を可能にする、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 20】

前記第 1 の外向きの距離が、前記第 2 の外向きの距離よりも大きい、請求項 19 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 2 1】

前記第 1 のセグメントの外側表面と前記第 2 のセグメントの外側表面との間に定められるステップ部を更に備える、請求項 19 に記載のシステム。

【請求項 2 2】

前記ステップ部が、軸方向及び半径方向で前記サイドシールの底部を前記サイドシールスロットに案内するよう構成される、請求項 19 に記載のシステム。

【請求項 2 3】

前記ガスタービンが、外側ケーシングと第 2 の外側ケーシングとを含み、前記フランジが、前記外側ケーシングの一部に接続され、前記後方フレームが、前記外側ケーシングの別の部分に接続される、請求項 19 に記載のシステム。

10

【請求項 2 4】

前記燃料分配マニホールドが更に、前記燃料分配マニホールドの下流側端部を少なくとも部分的に定め、外側側部から半径方向に分離される内側側部を有する環状支持リングを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 2 5】

前記 L L I 噴射組立体は更に、前記単一構造ライナの少なくとも一部を円周方向に囲む流れスリーブを含み、該流れスリーブが、前記単一構造ライナから半径方向に分離されて、これらの間に環状の冷却流れ通路を少なくとも部分的に定め、前記 L L I 噴射装置が前記流れスリーブを通して延びる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 2 6】

前記流れスリーブが、2 つ又はそれ以上の半環状流れスリーブセクションから構成される、請求項 2 5 に記載のシステム。

20

【請求項 2 7】

前記流れスリーブが、前記燃料分配マニホールドの後方端部と、前記 L L I 噴射組立体の後方端部との間に単一の構成要素として連続的に延びる、請求項 2 5 に記載のシステム。

【請求項 2 8】

前記流れスリーブが、前記冷却流れ通路に流体連通を提供する複数の冷却孔を含む、請求項 2 5 に記載のシステム。

【請求項 2 9】

前記流れスリーブが、前記単一構造ライナにわたって変化する半径方向距離にて前記単一構造ライナから半径方向に分離される、請求項 2 5 に記載のシステム。

30

【請求項 3 0】

流れスリーブを更に備え、前記支持リングが内側表面を含み、前記流れスリーブの前方部分が、前記支持リング内に同心状に位置付けられ、前記前方部分が、前記支持リングの内側表面と滑動可能に係合される、請求項 2 4 に記載のシステム。

【請求項 3 1】

前記支持リングと前記流れスリーブの前方部分との間に半径方向に延びるバネシールを更に備える、請求項 3 0 に記載のシステム。

【請求項 3 2】

前記燃焼ライナ及び前記 L L I 噴射装置の少なくとも一部を円周方向に囲む外側空気シールドを更に備え、前記外側空気シールドが、前記 L L I 噴射装置と流体連通した噴射空気プレナムと、前記噴射器行くプレナム内に流路を定める入口通路とを少なくとも部分的に定める、請求項 1 に記載のシステム。

40

【請求項 3 3】

前記外側空気シールドと滑動可能に係合される流量調節スリーブを更に備え、前記流量調節スリーブが、前記入口通路を通る流れを制限する第 1 の位置と、前記入口通路を通る流れを増大させる第 2 の位置とを有する、請求項 3 2 に記載のシステム。

【請求項 3 4】

前記流量調節スリーブが、前記燃焼器の軸方向中心線に対して前記外側空気シールドに

50

わたって軸方向に滑動する、請求項 33 に記載のシステム。

【請求項 35】

前記流量調節スリーブが、前記燃焼器の軸方向中心線に対して前記外側空気シールドの周りで円周方向に滑動する、請求項 33 に記載のシステム。

【請求項 36】

前記流量調節スリーブの第 1 の位置が、完全に閉じた入口通路に対応し、前記流量調節スリーブの第 2 の位置が、完全に開いた入口通路に対応する、請求項 33 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、全体的に、ガスタービンの燃焼器に関する。より具体的には、本発明は、燃焼器内に定められた二次燃焼ゾーンに燃料を供給するシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

発電用に使用される典型的なガスタービンは、前方に軸流圧縮機と、圧縮機から下流側に 1 つ又はそれ以上の燃焼器と、後方にタービンとを含む。周囲空気を圧縮機に供給することができ、圧縮機内の回転ブレード及び固定ペーンは、作動流体（空気）に運動エネルギーを漸次的に加え、高エネルギー状態の加圧作動流体を生成する。加圧作動流体は、圧縮機から出て、燃焼器のヘッド端部に向かって流れ、ここで端部カバーにて方向を反転し、1 つ又はそれ以上のノズルを通して、各燃焼器の燃焼室内に定められる一次燃焼ゾーンに流入する。加圧作動流体は、1 つ又はそれ以上の燃料ノズル及びノ又は燃焼室内で燃料と混合して点火し、高温高圧の燃焼ガスを発生する。燃焼ガスは、タービンにおいて膨張して仕事を生成する。例えば、燃焼ガスの膨張は、発電機に接続されたシャフトを回転させて、電気を生成する。

20

【0003】

典型的な燃焼器は、圧縮機吐出ケーシングに結合された端部カバーと、該圧縮機吐出ケーシング内に半径方向及び軸方向に延びる環状キャップ組立体と、キャップ組立体から下流側に延びる環状燃焼ライナと、燃焼ライナと固定ノズルの第 1 段との間に延びる環状移行ダクトを有する移行要素と、を含む。固定ノズルは、タービンセクションへの入口にほぼ隣接して位置付けられる。

30

【0004】

特定の燃焼器設計において、1 つ又はそれ以上の L L I 噴射装置は、遅延希薄噴射装置としても知られ、燃料ノズル及びノ又は 1 次燃焼ゾーンから下流側の燃焼ライナの周りに円周方向に配列され、又は燃焼ライナに装着される。種々の流体導管及び流体カップリングが、圧縮機吐出ケーシング内に延びて、燃料を燃料源から L L I 噴射装置に送る。圧縮機から流出する加圧作動流体の一部は、

L L I 噴射装置を通じて送られ、燃料と混合して希薄燃料空気混合気を生成する。次いで、希薄燃料空気混合気は、2 次燃焼ゾーンでの追加燃焼のために燃焼室に噴射され、燃焼器の燃焼ガス温度及び熱力学効率を向上させることができる。遅延希薄噴射装置は、窒素酸化物（ NO_x ）のような望ましくないエミッション生成の対応する増加をもたらすことなく、高い燃焼ガス温度に効果的である。遅延希薄噴射装置は、ガスタービンのベース負荷及びノ又はターンダウン作動中の NO_x 低減に特に有利である。

40

【0005】

ガスタービンの圧縮機吐出ケーシングのようなスペースが制限される環境への遅延希薄噴射機械設備を有する燃焼器の設置及びノ又はそこからの取り外しは、一つには、現行の多くのガスタービンエンジン設計の占有面積が減少し続けていることに起因して、次第に困難になってきている。例えば、様々な流体カップリング、流体導管及びノ又は L L I 噴射装置へのアクセスが制限される場合がある。加えて、ガスタービンに装着されている間に燃焼器に対する様々な遅延希薄燃焼構成要素の組立又は分解に要する貴重な工数は、遅

50

延希薄噴射機械設備の適正な設置及び取り外しに関連する問題に起因して、過剰なものとなる可能性がある。従って、燃焼器の組立時間及び複雑さを低減した、燃焼器に燃料を供給するシステムが有用となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第8,171,738号明細書

【発明の概要】

【0007】

本発明の態様及び利点は、以下の説明において部分的に記載され、又は、本説明から明らかになることができ、或いは、本発明を実施することによって理解することができる。

10

【0008】

本発明の1つの実施形態は、ガスタービンの燃焼器に燃料を提供するシステムである。本システムは、燃料プレナムを少なくとも部分的に定める環状燃料分配マニホルドを含む。燃料分配マニホルドは、後方端部から軸方向に分離された前方端部と、前方端部の周りに半径方向外向き及び円周方向に延びるフランジと、フランジから下流側に延びる環状支持リングと、を含む。LLI噴射組立体は、燃料分配マニホルドから下流側に延びる。LLI噴射組立体は、燃焼器内に一次燃焼ゾーン及び二次燃焼ゾーンを少なくとも部分的に定める単一構造ライナを含む。LLI噴射装置は、単一構造ライナを通して実質的に半径方向に延び、単一構造ライナを通して燃焼器の二次燃焼ゾーンに流体連通を提供する。プレナムと流体連通した流体導管は、LLI噴射装置及び燃料分配マニホルドの間に延びる。

20

【0009】

当業者であれば、本明細書を精査するとこのような実施形態の特徴及び態様、並びにその他がより理解されるであろう。

【0010】

添付図の参照を含む本明細書の残りの部分において、当業者に対してなしたその最良の形態を含む本発明の完全且つ有効な開示をより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

30

【図1】本発明の範囲内の例示的なガスタービンの機能ブロック図。

【図2】本発明の種々の実施形態を含むことができる、例示的な燃焼器を含む例示的なガスタービンの一部の側断面図。

【図3】本発明の少なくとも1つの実施形態による、図2に示すガスタービンの燃焼器に燃料を提供するシステムの斜視図。

【図4】本発明の少なくとも1つの実施形態による、図3に示すシステムの分解斜視図。

【図5】本発明の少なくとも1つの実施形態による、図4に示すシステムの下流側断面図。

【図6】本発明の少なくとも1つの実施形態による、オリフィスインサートのペアを含む、システムの一部の拡大断面図。

40

【図7】図4に示すシステムの単一構造ライナ部の上面図。

【図8】本開示の少なくとも1つの実施形態による、図7に示す単一構造ライナの断面斜視図。

【図9】本発明の種々の実施形態による、単一構造ライナの円錐部、LLI噴射部、及び移行部にわたる軸方向流れ長さに対する、図8に示す単一構造ライナの断面流れ面積の正規化グラフ。

【図10】本発明の種々の実施形態による、図8に示す断面流れ面積に関連する軸方向流れ長さに対する単一構造ライナを通る流速の正規化グラフ。

【図11】本発明の1つの実施形態による、図4に示すシステムの後方フレーム部分の拡大斜視図。

50

【図 1 2】本発明の 1 つの実施形態による、図 1 1 に示す後方フレームの一部の拡大後方図。

【図 1 3】本発明の 1 つの実施形態による、図 1 1 に示す後方フレームの側面図。

【図 1 4】本発明の 1 つの実施形態による、図 1 1 に示す後方フレームの側面図。

【図 1 5】本発明の少なくとも 1 つの実施形態による、図 1 1 に示す 2 つの隣接する後方フレームの後方図。

【図 1 6】本発明の 1 つの実施形態による、図 3 に示すシステムの側断面図。

【図 1 7】本発明の 1 つの実施形態による、図 3 に示すシステムの一部の拡大断面図。

【図 1 8】本発明の 1 つの実施形態による、図 3 に示すシステムの斜視図。

【図 1 9】本発明の 1 つの実施形態による、図 1 8 に示すシステムの一部の側断面図。

10

【図 2 0】本発明の 1 つの実施形態による、図 1 8 に示す外側空気シールド及び流量調節スリーブの一部の側面図。

【図 2 1】本発明の 1 つの実施形態による、システムの斜視図。

【図 2 2】本発明の 1 つの実施形態による、

【図 2 3】本発明の 1 つの実施形態による、図 2 2 に示す側空気シールド及び流量調節スリーブの一部の側面図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

ここで、その 1 つ又はそれ以上の実施例が添付図面に例示されている本発明の実施形態について詳細に説明する。詳細な説明では、図面中の特徴部を示すために参照符号及び文字表示を使用している。本発明の同様の又は類似した要素を示すために、図面及び説明において同様の又は類似した表示を使用している。本明細書で使用される用語「第 1」、「第 2」、及び「第 3」は、ある構成要素を別の構成要素と区別するために同義的に用いることができ、個々の構成要素の位置又は重要性を意味することを意図したものではない。用語「上流側」及び「下流側」は、流体経路における流体流に対する相対的方向を指す。例えば、「上流側」は、流体がそこから流れる方向を指し、「下流側」は、流体がそこへ流れ込む方向を指す。用語「軸方向」とは、特定の構成要素の軸方向中心線に実質的に垂直な相対方向を指し、用語「半径方向」とは、特定の構成要素の軸方向中心線に実質的に平行な相対方向を指す。

20

【0013】

30

各実施例は、本発明の限定ではなく、例証として提供される。実際に、本発明の範囲又は技術的思想から逸脱することなく、種々の修正形態及び変形形態を本発明において実施できることは、当業者であれば理解されるであろう。例えば、1 つの実施形態の一部として例示され又は説明される特徴は、別の実施形態と共に使用して更に別の実施形態を得ることができる。従って、本発明は、そのような修正及び変形を特許請求の範囲及びその均等物の技術的範囲内に属するものとして保護することを意図している。本発明の例示的な実施形態を例証の目的でガスタービンに組み込まれた燃焼器の関連において一般的に説明するが、当業者であれば、本発明の実施形態が、特許請求の範囲に特に記載されない限り、あらゆるターボ機械に組み込まれたあらゆる燃焼器に適用することができ、ガスタービン燃焼器に限定されるものではない点は容易に理解されるであろう。

40

【0014】

次に、複数の図面を通じて同じ参照符号が同じ要素を示す図面を参照すると、図 1 は、本発明の種々の実施形態を組み込むことができる、例示的なガスタービン 10 の機能ブロック図を示す。図示のように、ガスタービン 10 は、一般に、一連のフィルタ、冷却コイル、湿分分離器、及び / 又はガスタービン 10 に流入する作動流体（例えば、空気）14 を精製して他の方法で調整する他の装置を含むことができる入口セクション 12 を含む。作動流体 14 は、圧縮機セクションに流れ、ここで圧縮機 16 が作動流体 14 に運動エネルギーを漸次的に加え、高エネルギー状態の加圧作動流体を生成する。

【0015】

加圧作動流体 18 は、燃料供給部 22 からの燃料 20 と混合され、1 つ又はそれ以上の

50

燃焼器 24 内で可燃性混合気を形成する。可燃性混合気が燃焼して、高温高圧の燃焼ガス 26 を生成する。燃焼ガス 26 は、タービンセクションのタービン 28 を通って流れ、仕事を生成する。例えば、タービン 28 は、シャフト 30 に接続され、タービン 28 の回転により圧縮機 16 を駆動して加圧作動流体 18 を生成するようにすることができる。代替として、又はこれに加えて、シャフト 30 は、発電を行うためにタービン 28 を発電機 32 に接続することができる。タービン 28 からの排気ガス 34 は、タービン 28 から下流側の排気スタック 38 に該タービン 28 を接続する排気セクション 36 を通って流れる。排気セクション 36 は、例えば、大気に放出する前に排気ガス 34 を清浄化して追加の熱を抽出するための熱回収蒸気発生器（図示せず）を含むことができる。

【0016】

10

図 2 は、本開示の種々の実施形態を含むことができる例示的な燃焼器 50 を備えた例示的なガスタービン 10 の一部の側断面図を示す。図示のように、燃焼器 50 は、圧縮機吐出ケーシング及び／又は外側タービンケーシングなどの少なくとも 1 つの外側ケーシング 52 によって少なくとも部分的に囲まれる。外側ケーシング 52 は、圧縮機 16 と流体連通し、燃焼器 50 の少なくとも一部を囲む高圧プレナム 54 を少なくとも部分的に定める。端部カバー 56 は、燃焼器 50 の一端部にて外側ケーシング 52 に結合される。燃焼器 50 は一般に、端部カバー 56 から下流側に延びる少なくとも 1 つの軸方向に延びた燃料ノズル 58 と、端部カバー 56 から下流側の外側ケーシング 52 内で半径方向及び軸方向に延びる環状キャップ組立体 60 とを含む。

【0017】

20

外側ケーシングは一般に、燃焼器 50 を設置するための少なくとも 1 つの開口 62 を含む。1 つの実施形態において、アクセス又はアーム経路 64 が外側ケーシング 52 を通って延びて、外側ケーシング 52 の外部から燃焼器 50 の少なくとも一部へのアクセスを提供する。1 つの実施形態において、ガスタービン 10 は、タービン 28 への入口 68 を少なくとも部分的に定める固定タービンノズル 66 の段を含む。タービン 28 は、該タービン 28 内でシャフト 30（図 1）に結合されるタービンロータブレード 72 の種々の段を円周方向に囲む内側ケーシング 70 を含む。特定の実施形態において、固定タービンノズル 66 は、内側ケーシング 70 に接続される。別の実施形態において、固定ノズル 66 はまた、内側支持リング 74 に結合される。

【0018】

30

種々の実施形態において、図 2 に示すように、燃焼器 50 は、該燃焼器 50 内の 2 次燃焼ゾーンに燃料を供給するシステム（本明細書では「システム 100」と呼ばれる）を含む。図 3 は、特定の実施形態によるシステム 100 の組み立て図を示し、図 4 は、図 3 に示すシステム 100 の分解図を示す。図 3 に示すように、システムは一般に、上流側又は前方端部 102 と、下流側又は後方端部 104 とを含む。前方端部 102 は、システム 100 の軸方向中心線 106 に対して後方端部 104 から軸方向に分離される。図 3 に示すように、システム 100 は、予組立又は少なくとも部分的に予組立された燃焼モジュール 108 として提供され、これにより既存の燃焼器構成に優る様々な利点をもたらすことができる。例えば、現場での組立及び分解に関連する工数を大幅に低減することができる。加えて、又は代替として、臨界燃料接続のリークチェックは、システム 100 の設置前に完了させ、これにより燃焼器 50 の全体の安全性及び／又は信頼性を改善することができる。

40

【0019】

特定の実施形態において、図 4 に示すように、燃焼モジュール 100 は、前方端部 102 から後方端部 206 に向かって下流側に延びる環状燃料分配マニホルド 110 と、燃料分配マニホルド 110 から下流側に延びて後方端部 206 にて終端する L L I 噴射組立体 112 と、燃料分配マニホルド 110 を L L I 噴射組立体 112 に流体結合及び／又は接続する少なくとも 1 つの流体導管 114 と、を含む。図 2 に示すように、燃料分配マニホルド 110 は、燃焼器 50 に設置されたときにキャップ組立体 60 の一部を少なくとも部分的に囲むことができる。種々の実施形態において、図 3 に示すように、流体導管 114

50

は、燃料分配マニホルド 110 と、LLI 噴射組立体 112 の遅延希薄噴射装置のような LLI 噴射装置 116 との間を流体連通する。1つの実施形態において、流体導管 114 は一般に蛇行形状である。蛇行形状の流体導管 114 は、外側ケーシング 52 及び / 又は燃焼器 50 がガスタービン 10 の始動、シャットダウン及び / 又はターンダウン作動中などの様々な熱的過渡状態を移行しているときに、燃料分配マニホルド 110 と LLI 噴射組立体 112 との間の相対移動を可能にする。加えて、蛇行形状の流体導管 114 は、燃料接続ポート 118 (図 3 及び 4) 及び / 又は LLI 噴射装置 116 での負荷応力を低減し、これによりシステム 100 の信頼性及び / 又は燃焼器 50 の全体性能を改善することができる。

【0020】

特定の実施形態において、図 4 に示すように、フランジ 120 は、燃料分配マニホルド 110 の上流側端部 122 から半径方向外向きに及びその周りに円周方向に延びる。燃料分配キャップ 124 は、フランジ 120 の外側表面 126 から外向きに延びる。外側表面 126 は、フランジ 120 の周りに円周方向に延びる。環状支持スリーブ又はリング 128 は、フランジ 120 の上流側端部 122 から燃料分配マニホルド 110 の下流側端部 130 に向けて下流側に延びる。支持リング 128 は一般に、外側表面 134 から半径方向に分離された内側表面 132 を含む。フラシールのような圧縮パネシール 136 を内側表面 132 に沿って配置することができる。

【0021】

特定の実施形態において、図 4 に示すように、燃料分配キャップ 124 は、フランジ 120 の外側表面 126 にわたって部分的に延びる。例えば、燃料分配キャップ 124 は一般に、フランジ 120 の外側表面 126 の一部にわたって軸方向及び円周方向に、並びにフランジ 120 の外側表面 126 から外向きに延びる。燃料分配キャップ 124 は、溶接、ろう付け、或いは、燃料分配マニホルド 110 の動作環境に好適な当該技術分野で公知の他の何れかの機械的手段によってフランジ 120 に接続することができる。

【0022】

図 5 は、本発明の 1つの実施形態による、燃料分配キャップ 124 を含む燃料分配マニホルド 110 の下流側断面図を示し、図 6 は、本発明の 1つの実施形態による、図 5 に示した燃料分配キャップ 124 の一部を含む燃料分配マニホルド 110 の一部の拡大図を示す。図 5 に示すように、一次燃料プレナム 138 は、フランジ 120 内で円周方向に延びる。一次燃料プレナム 138 は、フランジ 120 内に鋳造することができ、及び / 又はフランジ 120 内に機械加工することができる。複数のボルト孔 140 が、フランジ 120 を通って軸方向に延びる。ボルト孔 140 は、一般に、フランジ 120 の周りに円周方向に均等に間隔を置いて配置され、図 2 に示すように燃焼器 50 内に設置されたときにフランジ 120 の周囲の周りに均等な予荷重を与える。

【0023】

図 5 及び 6 に示すように、少なくとも 2つのオリフィス 142 がフランジ 120 の外側表面 126 を貫通して延び、一次燃料プレナム 138 内への流体連通をもたらす。図 5 に示すように、各オリフィス 142 は、フランジ 120 の外側表面 126 にほぼ隣接する入口 144 と、一次燃料プレナム 138 にほぼ隣接し且つ流体連通した出口 146 とを含む。各オリフィス 142 は、入口 132 と出口 134 との間に延びる内側表面 148 を含む。オリフィス 142 を少なくとも 2つ有することにより、ボルト孔 140 間の円周方向スペースをオフセットさせることなく、単一のオリフィスと比べて追加の燃料入口領域を設けることができる。燃料が一次燃料プレナム 138 に流入するときに生じる燃料速度を低下させることができ、これにより一次燃料プレナム 138 内で燃料分布がより均一になる。加えて、1つの大きなオリフィスではなく、少なくとも 2つのオリフィス 142 を有することにより、各オリフィス 142 間の壁厚及び対応するボルト孔 140 が最適化され、これによりフランジ 120 の耐久性が強化され、より薄いフランジ 120 が可能となり、重量及びコストが低減される。加えて、少なくとも 2つのオリフィス 142 を有することにより、各ボルト孔 140 での均等な予荷重がフランジ 120 の周りに配置され、これに

10

20

30

40

50

より外側ケーシング 5 2 (図 2) とフランジ 1 2 0 との間に均一 / 堅牢なシールを提供しながら、一次燃料プレナム 1 3 8 内への燃料 2 0 の十分な質量流量が維持される。

【 0 0 2 4 】

1 つの実施形態において、図 6 に示すように、少なくとも 2 つのオリフィス 1 4 2 は、フランジ 1 2 0 の外側表面 1 2 6 を通って半径方向に延びて、一次燃料プレナム 1 3 8 に流体連通を提供する第 1 のオリフィス 1 5 2 及び第 2 のオリフィス 1 5 4 を含む。第 1 のオリフィス 1 5 2 及び第 2 のオリフィス 1 5 4 の両方は、複数のボルト孔 1 4 0 の各々の間の共通の円周方向スペースを遮ることなく、2 つの隣接するボルト孔 1 4 0 の間に延びる。1 つの実施形態において、第 1 及び第 2 のオリフィス 1 5 2、1 5 4 の各々は、オリフィスインサート 1 5 6 を含む。各オリフィスインサート 1 5 6 は、各対応するオリフィス 1 5 2、1 5 4 内に同軸又は同心状に整列される。オリフィスインサート 1 5 6 は、一次燃料プレナム 1 3 8 内に流れる燃料の所望の流量を達成するように、同じ又は異なるサイズ及び / 又は形状にすることができる。

10

【 0 0 2 5 】

1 つの実施形態において、図 6 に示すように、各オリフィスインサート 1 5 6 は、リブ 1 5 6 又は他の分離特徴要素を含む。リブ 1 5 8 は一般に、オリフィスインサート 1 5 6 を対応するオリフィス 1 5 2、1 5 4 内に同心及び / 又は同軸状に位置付ける。リブ 1 5 8 はまた、オリフィスインサート 1 5 6 と対応するオリフィス 1 5 2、1 5 4 との間に断熱ギャップ 1 6 0 を提供し、これにより対応するオリフィスインサート 1 5 2、1 5 4 を通って一次燃料プレナム 1 3 8 に流れる燃料によって引き起こされるフランジ 1 2 0 の伝導冷却を軽減する。結果として、燃料とフランジ 1 2 0 との間の熱勾配に関連する熱応力を低下させることができ、燃料分配マニホールド 1 1 0 の全体の耐久性が向上する。

20

【 0 0 2 6 】

特定の実施形態において、図 5 及び 6 に示すように、燃料分配キャップ 1 2 4 は、フランジ 1 2 0 の外側表面 1 2 6 の一部にわたって延び又は広がり、燃料分配プレナム 1 6 2 を形成する。燃料分配キャップ 1 2 4 は一般に、オリフィス 1 4 2 の各々の入口 1 4 4 にわたって延び、燃料分配プレナム 1 6 2 とオリフィス 1 4 2 の各々の入口 1 4 4 との間に流体連通を提供する。燃料分配キャップ 1 2 4 を広げることにより、各オリフィス 1 4 2 に送給される前に、燃料 2 0 の圧力水頭が少なくとも部分的に安定化される。結果として、燃料 2 0 の流速は、燃料が一次燃料プレナム 1 3 8 内に流れるときに各オリフィス 1 4 2 間に燃料 2 0 を均一に分配するように調節され、これにより燃料分配マニホールド 1 1 0 の全体性能を向上させることができる。特定の実施形態において、燃料分配キャップ 1 2 4 は、燃料源 (図 2) と燃料分配プレナム 1 6 2 (図 5 及び 6) との間の流体連通を提供する入口ポート 1 6 4 を含む。

30

【 0 0 2 7 】

1 つの実施形態において、図 6 に示すように、燃料分配キャップ 1 2 4 は、燃料分配プレナム 1 6 2 を部分的に定めるフロア部分 1 6 6 を備える。フロア部分は、対応するオリフィス 1 4 2 及び / 又はオリフィスインサート 1 5 6 と同軸状に整列された少なくとも 1 つの出口 1 6 7 を定める。燃料分配キャップ 1 2 4 のフロア部分 1 6 6 とフランジの外側表面 1 2 6 との間に断熱ギャップ 1 6 8 が定められる。作動時には、フランジ 1 2 0 は、一般に、燃料分配キャップ 1 2 4 内及びオリフィス 1 4 2 内に流れる燃料 2 0 よりも遙かに高温である。断熱ギャップ 1 6 8 は、燃料 2 0 とフランジ 1 2 0 の外側表面 1 2 6 との間の断熱境界を提供し、これにより、燃料分配キャップ 1 2 4 の周り及びフランジ 1 2 0 の外側表面 1 2 6 に沿った熱応力を低減する。結果として、燃料分配マニホールド 1 1 0 の全体の耐久性を向上させることができる。

40

【 0 0 2 8 】

再度、図 4 を参照すると、L L I 噴射組立体 1 1 2 は一般に、燃料分配マニホールド 1 1 0 とシステム 1 0 0 の後方端部 2 0 6 との間に延びる単一構造ライナ 2 0 0 を含む。図 7 は、種々の実施形態による、図 4 に示す単一構造ライナの上面図を示す。図 8 は、図 7 に示す単一構造ライナの側断面図を示す。図 7 及び 8 に示すように、単一構造ライナ 2 0 0

50

は一般に、ほぼ環状形状を有する本体 202 を含む。

【0029】

図 7 及び 8 に示すように、本体 202 は、単一構造ライナ 200 の軸方向中心線 208 に対して後方端部 206 から軸方向に分離された前方端部 204 を有する。本体 202 は、前方端部 204 から後方端部 206 に連続して延び、これによりこれまで従来の燃焼設計において必要とされた別個の燃焼ライナ及び移行ダクトの必要性が排除される。特定の実施形態において、本体 202 は、円錐部 210、該円錐部 210 から下流側に延びる LLI 噴射部 212、及び LLI 噴射部 212 から下流側に延びる移行部 214 を含む。特定の実施形態において、単一構造ライナ 200 は更に、前方端部 204 から上流側に延びる支持部分 216 を含む。単一構造ライナ 200 は、単一構成要素として鑄造することができ、又は、燃焼器を通る連続した高温ガス経路を形成するように接続される個別の構成要素から形成することができる。

10

【0030】

図 2 及び図 8 に示すように、単一構造ライナ 200 は一般に、前方端部 204 から下流側にあり且つ円錐部 210 内に全体的に定められる一次燃焼ゾーン 218 と、該一次燃焼ゾーン 218 から下流側で且つ後方端部 206 から上流側に配置される二次燃焼ゾーン 220 とを定める。二次燃焼ゾーン 220 は、LLI 噴射部 212 内に少なくとも部分的に定められる。

【0031】

円錐部 210 は、前方端部 204 と LLI 噴射部 212 との間に延び、移行部 214 は、LLI 噴射部 212 から下流側に延びて、後方端部 206 にほぼ隣接して終端する。LLI 噴射部 212 は、概して、二次燃焼ゾーン 220 の少なくとも一部にわたって延びる。円錐部 210 は、概して、軸方向中心線 208 に垂直な平面に対して実質的に円形の断面を有する。LLI 噴射部 212 は、軸方向中心線 208 に垂直な平面に対して実質的に円形の断面及び / 又は実質的に非円形の断面を有することができる。図 7 に示すように、移行部 214 は、軸方向中心線 208 に垂直な平面に対して実質的に非円形の断面を有する。

20

【0032】

特定の実施形態において、図 7 及び 8 に示すように、1 つ又はそれ以上の LLI 噴射部の開口 222 は、前方端部 204 から下流側且つ後方端部 206 から上流側で本体 202 を貫通して延びる。LLI 噴射部の開口 222 は、本体 202 の LLI 噴射部 212 内に配置される。LLI 噴射部の開口 222 は、本体 202 を通って、該本体 202 内に少なくとも部分的に定められる高温ガス経路内への流体連通を提供する。特定の実施形態において、図 2 に示すように、LLI 噴射装置 116 の各々は、対応する 1 つの LLI 噴射部開口 222 を通って少なくとも部分的に延びる。

30

【0033】

少なくとも 1 つの実施形態において、図 8 に示すように、軸方向流れ長さ 226 は、軸方向中心線 208 に沿って定められる。軸方向流れ長さ 226 は、前方端部 204 と後方端部 206 との間で本体 202 を通って延びる。特定の実施形態において、LLI 噴射部開口 222 は、概して、軸方向流れ長さ 226 に沿った交点 228 を定め、ここで円錐部 210 と LLI 噴射部 212 が交差する。交点 228 は、LLI 噴射部開口 222 に隣接して又は上流側に定めることができる。一般に、別の交点 230 が軸方向流れ長さ 226 に沿って定められ、ここで LLI 噴射部 212 と移行部 214 が交差する。この交点 230 は、一般に、軸方向流れ長さ 226 に沿った位置に定められ、ここで本体 202 は、LLI 噴射部開口 222 から下流側で実質的に円形断面から実質的に非円形断面に移行する。

40

【0034】

交点 228 及び 230 は、一般に、軸方向中心線 208 に実質的に垂直な平面内に定められる。交点 228 及び 230 は、単一構造ライナ 200 の直径、単一構造ライナ 200 を通る望ましい又は所要の質量流量、単一構造ライナ 200 内の作動温度、単一構造ライ

50

ナ 2 0 0 の温度プロファイル、及び / 又は L L I 噴射部開口 2 2 2 の位置決めなどの要因に応じて、図 8 に示す図示の位置から上流側又は下流側にシフトすることができる。

【 0 0 3 5 】

図 8 に示すように、本体 2 0 2 は断面流れ面積 2 3 2 を定める。断面流れ面積 2 3 2 は、一般に、軸方向中心線 2 0 8 に垂直に延びる平面に対して定められる。断面流れ面積 2 3 2 は、軸方向流れ長さ 2 2 6 の何れかの部分に沿って増大、減少、又は一定に維持することができる。本体 2 0 2 の断面流れ面積 2 3 2 のサイズは一般に、該本体 2 0 2 を通って流れる燃焼ガス 2 6 (図 2) の流速に影響を及ぼす。

【 0 0 3 6 】

図 9 は、単一構造ライナ 2 0 0 の本体 2 0 2 の円錐部 2 1 0、L L I 噴射部 2 1 2、及び移行部 2 1 4 にわたる軸方向流れ長さ 2 2 6 に対する断面流れ面積 2 3 2 の正規化グラフ 3 0 0 を示す。線 3 0 4 で示されるように、断面流れ面積 2 3 2 は一般に、前方端部 2 0 4 での最大断面流れ面積 2 3 2 から、本体 2 0 2 の円錐部 2 1 0 と L L I 噴射部 2 1 2 との間に定められる交点 2 2 8 でのより小さい断面流れ面積 2 3 2 まで軸方向流れ長さ 2 2 6 に沿って減少する。線 3 0 4 はまた、典型的な従来のライナ (図示せず) の断面積を示している点は理解されたい。

【 0 0 3 7 】

特定の実施形態において、線 3 0 6 で示すように、断面流れ面積 2 3 2 は、L L I 噴射部 2 1 2 にわたって軸方向流れ長さ 2 2 6 に沿って増大、一定に維持、及び / 又は減少することができる。特定の実施形態において、線 3 0 8、3 1 0、及び 3 1 2 で示すように、断面流れ面積 2 3 2 は、交点 2 3 0 から下流側に定められる軸方向流れ長さ 2 2 6 の少なくとも一部に沿って増大する。対照的に、線 3 1 4 で示されるように、従来のライナの断面流れ面積 2 3 2 は、L L I 噴射部 2 1 2 及び移行部 2 1 4 を通って減少し続ける。

【 0 0 3 8 】

1 つの実施形態において、線 3 0 8 で示すように、断面流れ面積 2 3 2 は、L L I 噴射部 2 1 2 と後方端部 2 0 6 との間の交点 2 3 0 から下流側で実質的に連続的な割合で増大し続ける。別の実施形態において、断面流れ面積 2 3 2 は、交点 2 3 0 から下流側に定められる軸方向流れ長さ 2 2 6 の第 1 の部分 3 1 6 に沿って第 1 の増加の割合で連続的に増大し、次いで、第 1 の部分 3 1 6 から下流側に定められる軸方向流れ長さ 2 2 6 の第 2 の部分 3 1 8 に沿って第 2 の増加の割合で増大する。別の実施形態において、断面流れ面積 2 3 2 は、交点 2 3 0 から下流側に定められる軸方向流れ長さ 2 2 6 の第 1 の部分 3 1 6 に沿って増大し続け、次いで、第 1 の部分 3 1 6 から下流側に定められる軸方向流れ長さ 2 2 6 の第 2 の部分 3 1 8 に沿って減少する。

【 0 0 3 9 】

図 1 0 は、本体 2 0 2 の円錐部 2 1 0、L L I 噴射部 2 1 2、及び移行部 2 1 4 並びに従来のライナ又はダクトを通る軸方向流れ長さ 2 2 6 に対する、従来のライナ又はダクトを含む単一構造ライナ 2 0 0 の本体 2 0 2 を通る燃焼ガス 2 6 (図 2) の流速 4 0 2 の正規化グラフ 4 0 0 を示す。図 9 と図 1 0 との間で示されるように、線 4 0 4 は線 3 0 4 と関連し、線 4 0 6 は線 3 0 6 と関連し、線 4 0 8 は線 3 0 8 と関連し、線 4 1 0 は線 3 1 0 と関連し、線 4 1 2 は線 3 1 2 と関連し、線 4 1 4 は線 3 1 4 と関連し、線 4 1 6 は線 3 1 6 と関連し、線 4 1 8 は線 3 1 8 と関連している。

【 0 0 4 0 】

図 9 及び 1 0、及び線 3 0 4 及び 4 0 4 に示すように、燃焼ガス 2 6 (図 2) の流速は、円錐部 2 1 0 を通り軸方向流れ長さ 2 2 6 に沿って断面流れ面積 2 3 2 が減少するときに増大する。線 3 0 6、3 1 4、及び 4 0 6 及び 4 1 4 で示されるように、本体 2 0 2 (図 8) を通って高温ガス経路 2 2 4 (図 8) に入る第 2 の可燃性混合気及び / 又は加圧空気の追加の質量流量に起因して、流速は、L L I 噴射部 2 1 2 内の軸方向流れ長さ 2 2 6 に沿って極めて高い割合で増大することになる。

【 0 0 4 1 】

流速の増大は一般に、移行部 2 1 4 において熱伝達係数の増大をもたらし、単一構造ラ

10

20

30

40

50

イナ 200 の本体 202 及び / 又は従来のライナ又はダクトの内部表面 (図示せず) に対する高い熱応力のホットスポット又は領域を生じる結果となる。本発明の種々の実施形態において、図 9 において線 308、310、312 で示すように、LLI 噴射部 212 にて又はその下流側での断面流れ面積 232 の増大は、図 10 において線 410、412 及び 414 で示すように、燃焼ガス 26 (図 2) の流速 402 を減少させることになる。LLI 噴射部 212 にて又はその下流側での単一構造ライナ 200 の本体 202 を通る流速 402 を維持又は低減することによって、本体 202 の熱伝達係数が大幅に低下し、これにより燃焼器の耐久性及び全体性能が改善される。

【0042】

再度図 4 を参照すると、特定の実施形態において、後方フレーム 250 は、単一構造ライナ 200 の後方端部 206 を円周方向に囲む。図 2 に示すように、後方フレーム 250 は、外側ケーシング 52 に結合され、システム 100 の後方端部 104 に対する支持を提供する。取付ブラケット 251 は、後方フレーム 250 に結合することができる。取付ブラケット 251 は、システム 100 の軸方向中心線 106 (図 3) に対して前方向及び / 又は後方向に枢動することができる。このようにして、取付ブラケット 251 の位置又は向きは、公差累積問題に対処するため、及び / 又は燃焼器 50 への設置の際にシステム 100 及び / 又は LLI 噴射組立体 112 を所定位置に案内するために、システム 100 の設置前及び / 又は設置中に操作することができる。

【0043】

図 2 に示すように、後方フレーム 250 は、外側ケーシング 52 に結合され、フランジ 120 は、外側ケーシング 52 の別の部分に結合される。この取付方式により、燃焼器 50 及び / 又はガスタービン 10 が、始動、シャットダウン及び / 又はターンドアウン作動中などの様々な熱的過渡状態の間を移行しているときの燃料分配マニホールド 110 と LLI 噴射組立体 112 との間の相対移動が生じる。結果として、取付ブラケット 251 は、燃料分配マニホールド 110 と LLI 噴射組立体 112 との間の相対移動に対応するよう枢動できるようにすることができる。

【0044】

特定の実施形態において、後方フレーム 250 は、外側部分 254 から半径方向に分離された内側部分 252 と、内側部分 252 と外側部分 254 との間に延びる対向する側部 256 のペアとを含む。図 11 は、本開示の少なくとも 1 つの実施形態による、図 4 に示す後方フレーム 250 の対向する側部 256 のうちの 1 つの例示的な側部 258 の拡大斜視図を示す。図 12 は、図 11 に示す側部 258 の拡大後方図を示す。

【0045】

図 11 に示すように、後方フレーム 250 は、側部 258 に沿って延びるサイドシールスロット 260 を含む。サイドシールスロット 260 は、後方フレーム 250 の内側部分 252 と外側部分 254 との間を少なくとも部分的に延びる。サイドシールスロット 260 は、概して、明確にするために 1 つの側部 256 に関して説明するが、後方フレーム 250 の対向する側部 256 の何れか又は両方が本明細書に記載されるサイドシールスロット 260 を含むことができる点は当業者であれば理解すべきである。

【0046】

図 11 に示すように、サイドシールスロット 260 は、後方フレーム 250 の下流側壁部又は後方壁部 262 と上流側壁部又は前方壁部 264 との間で少なくとも部分的に定められる。上流側壁部 264 及び下流側壁部 262 は、側部 258 の内側表面 266 から外向き且つ実質的に垂直に延びる。上流側壁部 264 及び下流側壁部 262 は、後方フレーム 250 の内側部分 252 と外側部分 254 との間を少なくとも部分的に延びる。特定の実施形態において、下流側壁部 262 は、内側部分 252 から外側部分 254 に延びる。

【0047】

1 つの実施形態において、図 11 に示すように、上流側壁部 264 は、第 1 のセグメント 268 及び第 2 のセグメント 270 を含む。第 1 のセグメント 268 は、第 1 の側部 258 に沿って後方フレーム 250 の内側部分 252 から外側部分 254 に延びる。第 2 の

セグメント 270 は、第 1 のセグメント 268 との交点 272 から後方フレーム 250 の外側部分 254 に向かって延びる。第 1 のセグメント 268 は、第 1 の外側表面 274 を定め、第 2 のセグメント 270 は、第 2 の外側表面 276 を定め、下流側壁部 262 は、第 3 の外側表面 278 を定める。

【0048】

特定の実施形態において、図 12 に示すように、上流側壁部 264 の第 1 のセグメント 268 は、後方フレーム 250 の第 1 の側部 106 の内側表面 266 から外向きに第 1 の外向きの距離 280 を延びる。第 1 の外向きの距離は、内側表面 266 と第 1 のセグメント 268 の第 1 の外側表面 274 との間に定められる。第 2 のセグメント 270 は、内側表面 266 から外向きに第 2 の外向きの距離 282 を延びる。第 2 の外向きの距離 282 は、内側表面 266 と第 2 のセグメント 270 の第 2 の外側表面 276 との間に定められる。下流側壁部 262 は、後方フレーム 250 の内側表面 266 から外向きに第 3 の外向きの距離 284 を延びる。第 3 の外向きの距離 284 は、内側表面 266 と下流側壁部 262 の第 3 の外側表面 278 との間に定められる。第 1 の外向きの距離 280、第 2 の外向きの距離 282、及び第 3 の外向きの距離 284 の各々は、内側表面 266 に実質的に垂直な線に対して測定される。1 つの実施形態において、第 3 の外向きの距離 284 は、上流側壁部 264 の第 2 のセグメント 270 の第 2 の外向きの距離 282 よりも大きい。

【0049】

特定の実施形態において、図 12 に示すように、第 1 のセグメント 268 の第 1 の外向きの距離 280 は、第 2 のセグメント 270 の第 2 の外向きの距離 282 よりも大きく、これにより第 1 の外側表面 274 と第 2 の外側表面 276 との間で上流側壁部 264 の第 1 のセグメント 268 と第 2 のセグメント 270 の交点 272 にてステップ部 286 が定められる。結果として、第 2 のセグメント 270 は、後方フレーム 250 の側部 258 において、図 11 及び 12 に示すようにキー溝又はサイドシール案内特徴要素 288 を少なくとも部分的に定める。

【0050】

図 13、14、及び 15 は、図 11 及び 12 に示し且つ本明細書で記載されるサイドシール案内特徴要素 288 を利用して、サイドシール 290 をサイドシールスロット 260 に設置する 1 つの方法を示している。特定の実施形態において、図 11 及び 12 に示すように、ステップ部 286 は、サイドシール 290 の底部 292 (図 13) を単一構造ライナ 200 の軸方向中心線 208 に対して実質的に軸方向及び / 又は半径方向でサイドシールスロット 260 内に案内するよう構成することができる。例えば、図 12 に示すように、ステップ部 286 は面取りすることができる。これに加えて、又は代替として、ステップ部 286 は、燃焼器 50 内へのシステム 100 の設置中にサイドシール 290 の底部 292 をサイドシールスロット 260 内に案内するよう湾曲又は丸みを付けることができる。

【0051】

図 13 に示すように、サイドシール 290 は、アーム経路 64 を通じてほぼ半径方向に挿入することができる。図 14 に示すように、サイドシール 290 は、該サイドシール 290 の上部 294 が外側ケーシング 52 からほぼ離れるように下げることができる。サイドシール 290 の底部 292 は、サイドシール案内特徴要素 288 とほぼ整列される。次いで、サイドシール 290 は、軸方向中心線 208 に対して軸方向でサイドシール案内特徴要素 288 内にサイドシールスロット 260 への下流側壁部 262 に向けて操作される。図 15 は、本明細書で記載される 2 つの隣接したサイドシールスロット 260 間に配置されるサイドシール 290 を備えた 2 つの隣接する後方フレーム 250 の後方図を示す。図 15 に示すように、サイドシール 290 は、サイドシールスロット 260 内に半径方向に挿入される。サイドシール案内特徴要素は、サイドシール 290 を曲げ及び / 又は振ることなく設置するために外側ケーシング 52 との間に必要な半径方向クリアランス 296 を低減する。結果として、設置中にサイドシール 290 に損傷を与える可能性が大幅に低減され、これによりサイドシール 290 の機械的寿命を延ばし、及び / 又は高圧ブレナム

５４と高温ガス経路２２４との間の加圧作動流体の漏洩を低減することができる。

【００５２】

再度図４を参照すると、特定の実施形態において、ＬＬＩ組立体は更に、単一構造ライナ２００を円周方向に囲む流れスリーブ５００を含む。図１６は、図２、３、及び４に示されるシステム１００の側断面図を示す。図４及び１６に示すように、流れスリーブ５００は、前方端部５０２と、該前方端部５０２に近接して配置された外側前方部分５０４と、前方端部５０２から軸方向に分離された後方端部５０６とを含む。流れスリーブ５００は、燃料分配マニホールド１１０と、単一構造ライナ２００の本体２０２の後方フレーム２５０及び／又は後方端部２０６との間に連続的に延び、これにより追加のインピンジメントスリーブの必要性が排除される。流れスリーブ５００の前方部分５０４は、外側係合面５０８を少なくとも部分的に定めることができる。特定の実施形態において、図４及び１６に示すように、流れスリーブ５００は、燃料分配マニホールド１１０と後方フレーム２５０との間に連続的に延びる。特定の実施形態において、図５に示すように、流れスリーブ５００の前方部分５０４は、燃料分配マニホールド１１０の支持リング１２８内にほぼ同心状に位置付けられる。

10

【００５３】

図１７は、図２に示すキャップ組立体６０の一部及びシステム１００の一部を含む、燃焼器５０の一部の拡大図を示す。特定の実施形態において、図１７に示すように、流れスリーブ５００の前方部分５０４の外側係合面５０８は、支持リング１２８の内側表面１３２と滑動可能に係合される。このようにして、流れスリーブ５００は、燃焼器２４の作動中に燃料分配マニホールド１１０の支持リング１２８の内側側部１３２に沿って滑動又は並進することが可能になる。図１７に更に示されるように、単一構造ライナ２００の本体２０２の支持部分２１６は、キャップ組立体６０の一部を少なくとも部分的に囲む。

20

【００５４】

特定の実施形態において、図１７に示すように、圧縮又はバネシール１３６は、流れスリーブ５００の前方部分５０４の外側係合面５０８と支持リング１２８の内側側部１３２との間で半径方向に延びる。特定の実施形態において、バネシール１３６は、支持リング１２８に接続することができる。代替形態において、バネシール１３６は、流れスリーブ５００に接続することができる。バネシール１３６は、ガスタービン１０の設置及び／又は作動中の流れスリーブ５００に対する構造的サポートを少なくとも部分的に提供すると同時に、始動、シャットダウン、及び／又はターンダウン作動中のようなガスタービン１０の種々の作動モードの間の燃料分配マニホールド１１０とＬＬＩ噴射組立体１１２との間の軸方向移動を可能にする。

30

【００５５】

特定の実施形態において、図１６に示すように、流れスリーブ５００は、単一構造ライナ２００から半径方向に分離され、これらの間に環状冷却流れ通路５１０を定めるようにする。冷却流れ通路５１０は、一般に、単一構造ライナ２００の長さに沿って連続的に延びる。例えば、冷却流れ通路５１０は、後方フレーム２５０と、流れスリーブ５００の前方端部５０２との間を連続的に延びる。

【００５６】

40

特定の実施形態において、図４に示すように、流れスリーブ５００は、ガスタービン１０の作動中に流れスリーブ５００を通して冷却流れ通路５１０（図７）に流体連通を提供する複数の冷却又はインピンジメント孔５１２を含むことができる。少なくとも１つの実施形態において、図４に示すように、流れスリーブ５００は、単一構造ライナ２００の周りに少なくとも部分的に周囲に配置される２つの半環状流れスリーブセクション５１４を含む。図３に示すように、２つの半環状流れスリーブセクション５１４は、燃焼器５０内でシステム１００の動作環境に好適なボルト又は他のロック締結具のような複数の締結具５１６を用いて接合することができる。代替形態において、半環状流れスリーブセクション５１４は、燃焼器５０内でシステム１００の動作環境に好適な何らかの機械的手段によって溶接又は接合することができる。

50

【 0 0 5 7 】

1つの実施形態において、図16に示すように、流れスリーブ500は、後方フレーム250と、単一構造ライナ200の本体202の前方端部204との間でほぼ一定である半径方向距離518において単一構造ライナ200から半径方向に分離される。別の実施形態において、単一構造ライナ200と流れスリーブ500との間の半径方向距離518は、単一構造ライナ200の本体202に沿って／わたって変化する。例えば、半径方向距離518は、単一構造ライナ200の本体202の円錐部210、LLI噴射部212及び／又は移行部214にわたって増大及び／又は減少して、加圧作動流体18（図1）が冷却流れ通路510を流れるときに本体202上の特定の位置での加圧作動流体18の流量及び／又は流速を制御し、これにより冷却流れ通路510の特定の領域にける加圧作動流体18の冷却作用の局所的制御を強化することができる。

10

【 0 0 5 8 】

特定の実施形態において、流れスリーブ500は、円錐部210に対する第1の半径方向距離520及び移行部214に対する第2の半径方向距離522にて単一構造ライナ200の本体202から分離される。特定の実施形態において、第1の半径方向距離520は、円錐部210の少なくとも一部に沿って第2の半径方向距離522よりも大きく、これにより、単一構造ライナ200の本体202の移行部214での効果的なインピンジメント冷却を提供しながら、加圧作動流体18が高圧プレナム54（図2）から冷却孔512（図4）を通して冷却流れ通路510（図16）に且つ本体202に沿って流れるときに、加圧作動流体18の圧力低下を低減する。代替形態において、第2の半径方向距離522は、円錐部210にわたって冷却流れ通路510を通る加圧作動流体18の流速を制御するために、移行部214の少なくとも一部に沿って第1の半径方向距離520よりも大きくすることができる。

20

【 0 0 5 9 】

作動時には、上述し種々の図に示すように、圧縮機16からの加圧作動流体18の一部は、複数の冷却孔512を通して冷却流れ通路510に送られる。加圧作動流体18は、本体202の移行部214に集められ、移行部214に対しインピンジメント又はジェット冷却を提供する。流れスリーブ500と円錐部210及び／又は移行部214との間の半径方向距離518は、一定距離及び／又は変化する半径方向距離に設定されて冷却流れ通路510を通る加圧作動流体18の流量及び／又は流速を制御し、これにより単一構造ライナ200の本体202、詳細には遅延希薄噴射により生じる燃焼温度の上昇を引き起こすことにより形成されるホットスポットを効果的に冷却する。連続的に延びる流れスリーブ500は、現行の流れスリーブ組立体の従来の接続継手を排除する。結果として、冷却流れ通路510からの漏洩が低減又は排除され、これにより燃焼器50の全体効率を改善することができる。加えて、既存の流れスリーブ組立体の複数の構成要素を排除することにより、システム100の組立、分解、及び製造に伴う時間及びコストを低減することができる。

30

【 0 0 6 0 】

図17に更に示すように、単一構造ライナ200の本体202の支持部分216は、キャップ組立体60の一部を少なくとも部分的に囲むことができ、また、圧縮又はパネシル524は、キャップ組立体60と本体202との間に半径方向に延びることができる。これにより、単一構造ライナ200の半径方向支持を可能にしながら、ガスタービン10の作動中のLLI噴射組立体112と燃料分配マニホールド110との間の軸方向移動が可能になる。

40

【 0 0 6 1 】

再度、図4を参照すると、特定の実施形態において、システム100は、流れスリーブ500の少なくとも一部を少なくとも部分的に円周方向に囲む少なくとも1つの外側空気シールド600を含む。図3に示すように、外側空気シールド600は、LLI噴射装置116を囲み、該LLI噴射装置116の周りに噴射空気プレナム604を形成する。特定の実施形態において、図3及び4に示すように、外側空気シールド600は、複数の外

50

側空気シールド 600 にセグメント化される。

【0062】

図18は、本発明の少なくとも1つの代替の実施形態による、システム100の斜視図を示し、図9は、図18に示すシステムの側断面図を示す。図18及び19に示すように、外側空気シールド600は、流れスリーブ500の少なくとも一部の周りを円周方向に延びる2つ又はそれ以上の半環状外側空気シールドセクション602から構成することができる。図19に示すように、外側空気シールド600は、流れスリーブ500から半径方向に分離され、外側空気シールド600と流れスリーブ500との間に噴射空気プレナム604を定める。特定の実施形態において、外側空気シールド600は、各LLI噴射装置116を少なくとも部分的に囲む。LLI噴射装置116は、噴射空気プレナム604と流体連通し、噴射空気プレナム604と高温ガス経路224(図2)との間の流れを可能にする。

10

【0063】

特定の実施形態において、図18及び19に示すように、少なくとも1つの入口通路606は、外側空気シールド600を通して延び、噴射空気プレナム604内への流路608を定める。入口通路606は、一般に、高圧プレナム54(図2)と噴射空気プレナム604(図19)との間の流体連通を提供する。このようにして、加圧作動流体18は、高圧プレナム54(図2)から入口通路606を通り、流路608(図19)に沿って空気噴射プレナム604に流入する。次いで、加圧作動流体18は、噴射装置116を通して高温ガス経路224に流入する。図18に示すように、入口通路606は、外側空気シールド600の少なくとも一部の周りに円周方向に延びる1つ又はそれ以上の列610で配列することができる。

20

【0064】

種々の実施形態において、図18及び19に示すように、システムは、外側スリーブ又は流量調節スリーブ612を含む。流量調節スリーブ612は、入口通路606にほぼ近接した外側空気シールド600の少なくとも一部の周りに円周方向に延びる。1つの実施形態において、流量調節スリーブ612は、高圧プレナム54(図2)から入口通路606に流れる加圧作動流体18の流れ方向に対して入口通路606から上流側に位置付けられる。換言すると、流量調節スリーブ612は、入口通路606を覆って又は上部に位置付けることができる。特定の実施形態において、流量調節スリーブ612は、外側空気シールド600の外側表面614(図18)と滑動可能に係合され、燃焼器50の作動中に外側空気シールド600と流量調節スリーブ612との間の相対移動を提供する。図18及び19に示すように、流量調節スリーブ612は、リンク機構616に結合することができる。リンク機構616は、線形アクチュエータなどの作動機構(図示せず)に結合され、流量調節スリーブ612が外側空気シールド600にわたって軸方向に及び/又はその周りで円周方向に並進するようにする。

30

【0065】

図20は、本発明の1つの実施形態による、外側空気シールド600及び流量調節スリーブ612の一部の側面図を示す。図示のように、流量調節スリーブ612は、システム100の軸方向中心線106に対して外側空気シールド600にわたって軸方向618に滑動又は並進する。流量調節スリーブ612は、一般に、種々の軸方向位置を通して入口通路606にわたり軸方向に滑動又は並進し、入口通路606を少なくとも部分的に開放又は閉鎖するようにし、これにより入口通路606を通して流路608(図19)に沿って噴射空気プレナム604(図19)に流入する加圧作動流体18の流量を増大又は制限する。結果として、噴射装置116の作動中に噴射空気プレナム604に流入する加圧作動流体18の流れを調整し、これにより遅延希薄噴射中の高温ガス経路224(図2)への質量流量の能動的制御を提供し、従って、燃焼器50の全体性能を改善することができる。

40

【0066】

図21は、本開示の代替の実施形態による、流量調節スリーブ612を含むシステム1

50

00の斜視図を示し、図22及び23は、本発明の種々の実施形態による、種々の円周方向位置にある流量調節スリーブ612を示す。図示のように、流量調節スリーブ612は、システム100の軸方向中心線106に対して外側空気シールド600の周りに円周方向620に滑動又は並進する。図22及び23に示すように、流量調節スリーブ612は、一般に、種々の位置を通して入口通路606にわたり円周方向に滑動又は並進し、入口通路606を少なくとも部分的に開放又は閉鎖するようにし、これにより入口通路606により定められる流路90に沿って噴射空気プレナム604に流入する加圧作動流体18(図2)の流量を増大又は制限する。

【0067】

特定の実施形態において、図22及び23に示すように、流量調節スリーブ612は、複数の開口622を含む。開口622は、一般に、流量調節スリーブ612が種々の円周方向位置を通して滑動又は並進するときに、入口通路606と少なくとも部分的に整列するように配列される。流量調節スリーブ612は、流路608(図19)に沿って入口通路606(図19)を通る加圧作動流体18の流れが完全に制限される第1の位置624(図22)と、流路608(図19)に沿って入口通路606(図19)を通る加圧作動流体18(図2)の流れが流量調節スリーブ612により完全に開放又は無制限にされ、これにより流路608に沿って入口通路606を通り噴射空気プレナム604に流入する流れを増大させる第2の位置626(図23)との間のあらゆるポイントに位置付けることができる。

【0068】

低温燃料作動、液体燃料作動、及び/又は始動作動中など、ガスタービン10の特定の作動モード中、流量調節スリーブ612は、外側空気シールド600にわたって及び/又はその周りを滑動又は並進し、入口通路606を通る加圧作動流体18の流れを少なくとも部分的に又は完全に制限し、これにより高温ガス経路224を通して流れる燃焼ガス26(図2)への空気希釈を低減又は排除するように作動することができる。

【0069】

流量調節スリーブ612は、高圧プレナム54(図2)と噴射空気プレナム604(図19)との間に流れ障壁を提供する。結果として、加圧作動流体18のより多くの部分が、冷却流れ通路510を通り、燃料ノズル58(図2)を通して送られ、これにより燃料ノズル58での保炎の可能性を低減することができる。加えて、噴射空気プレナム604への加圧作動流体18の流れの制限を止めることにより、高温ガス経路224を通して流れる燃焼ガス26の希釈が低減又は排除され、これにより燃焼器50のエミッション性能及び/又は機械的性能を向上させることができる。

【0070】

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並びに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】

【0071】

- 10 ガスタービン
- 12 入口セクション
- 14 作動流体
- 16 圧縮機
- 18 加圧作動流体
- 20 燃料
- 22 燃料供給部

10

20

30

40

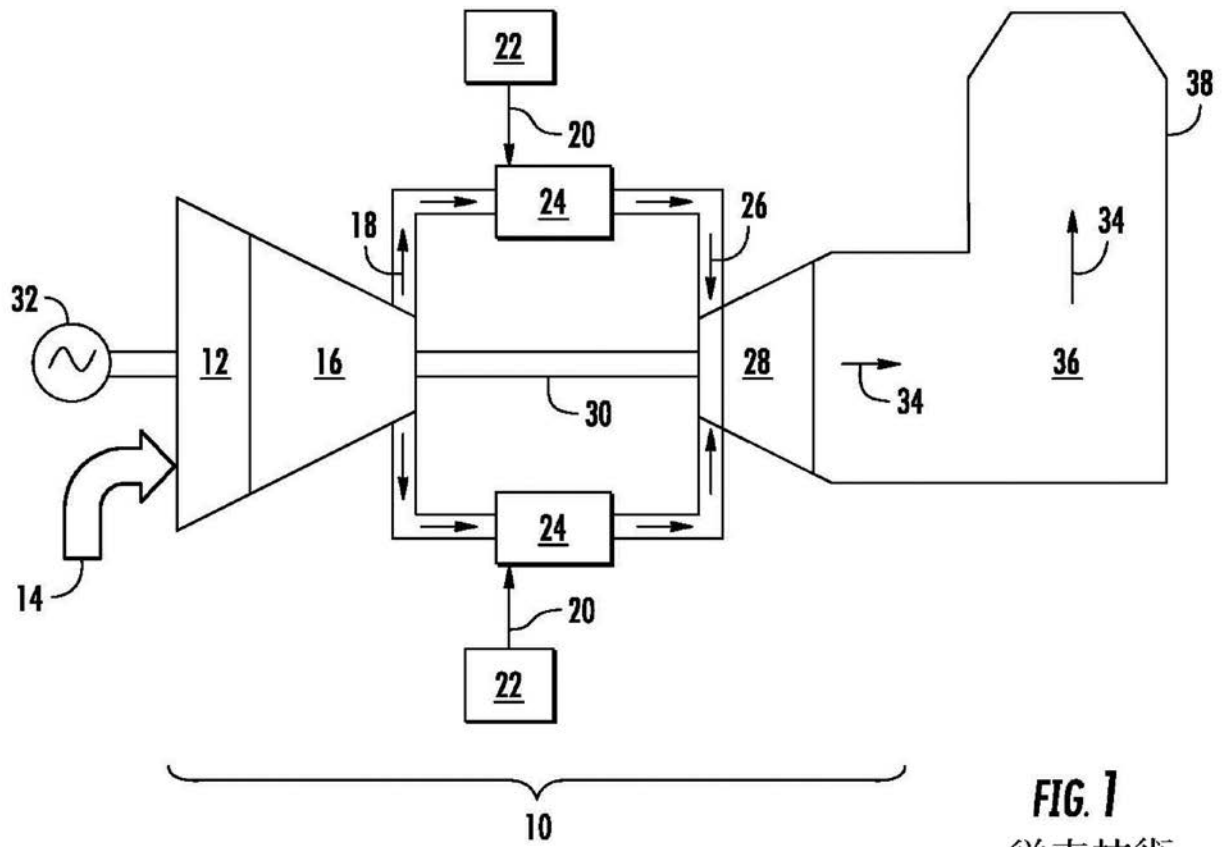
50

2 4	燃 焼 器	
2 6	燃 焼 ガ ス	
2 8	タービン	
3 0	シャフト	
3 2	発 電 機 / モ ー タ	
3 4	排 気 ガ ス	
3 6	排 気 セ ク シ ョ ン	
3 8	排 気 ス タ ッ ク	
5 0	外 側 ケ ー シ ン グ	
5 2	ケ ー シ ン グ	10
5 4	高 圧 プ レ ナ ム	
5 6	端 部 カ バ ー	
5 8	燃 料 ノ ズ ル	
6 0	キャップ組立体	
6 2	開 口	
6 4	ア ー ム 経 路	
6 6	固 定 タ ー ビ ン ノ ズ ル	
6 8	入 口	
7 0	内 側 ケ ー シ ン グ	
7 2	タービンロータブレード	20
7 4	内 側 支 持 リ ン グ	
1 0 0	シ ス テ ム	
1 0 2	上 流 側 / 前 方 端 部	
1 0 4	下 流 側 / 後 方 端 部	
1 0 6	中 心 線	
1 0 8	燃 焼 モ ジ ュ ー ル	
1 1 0	燃 料 分 配 マ ニ ホ ル ド	
1 1 2	燃 料 噴 射 組 立 体	
1 1 4	流 体 導 管	
1 1 6	燃 料 噴 射 装 置	30
1 1 8	燃 料 接 続 ポ ー ト	
1 2 0	フ ラ ン ジ	
1 2 2	上 流 側 端 部	
1 2 4	燃 料 分 配 キャ ッ プ	
1 2 6	外 側 表 面	
1 2 8	支 持 ス リ ー プ / リ ン グ	
1 3 0	下 流 側 端 部	
1 3 2	内 側 表 面	
1 3 4	外 側 表 面	
1 3 6	圧 縮 バ ネ シ ー ル	40
1 3 8	主 燃 料 プ レ ナ ム	
1 4 0	ボ ル ト 孔	
1 4 2	オ リ フ ィ ス	
1 4 4	入 口	
1 4 6	出 口	
1 4 8	内 側 表 面	
1 5 2	第 1 の オ リ フ ィ ス	
1 5 4	第 2 の オ リ フ ィ ス	
1 5 6	オ リ フ ィ ス イ ン サ ー ト	
1 5 8	リ ブ	50

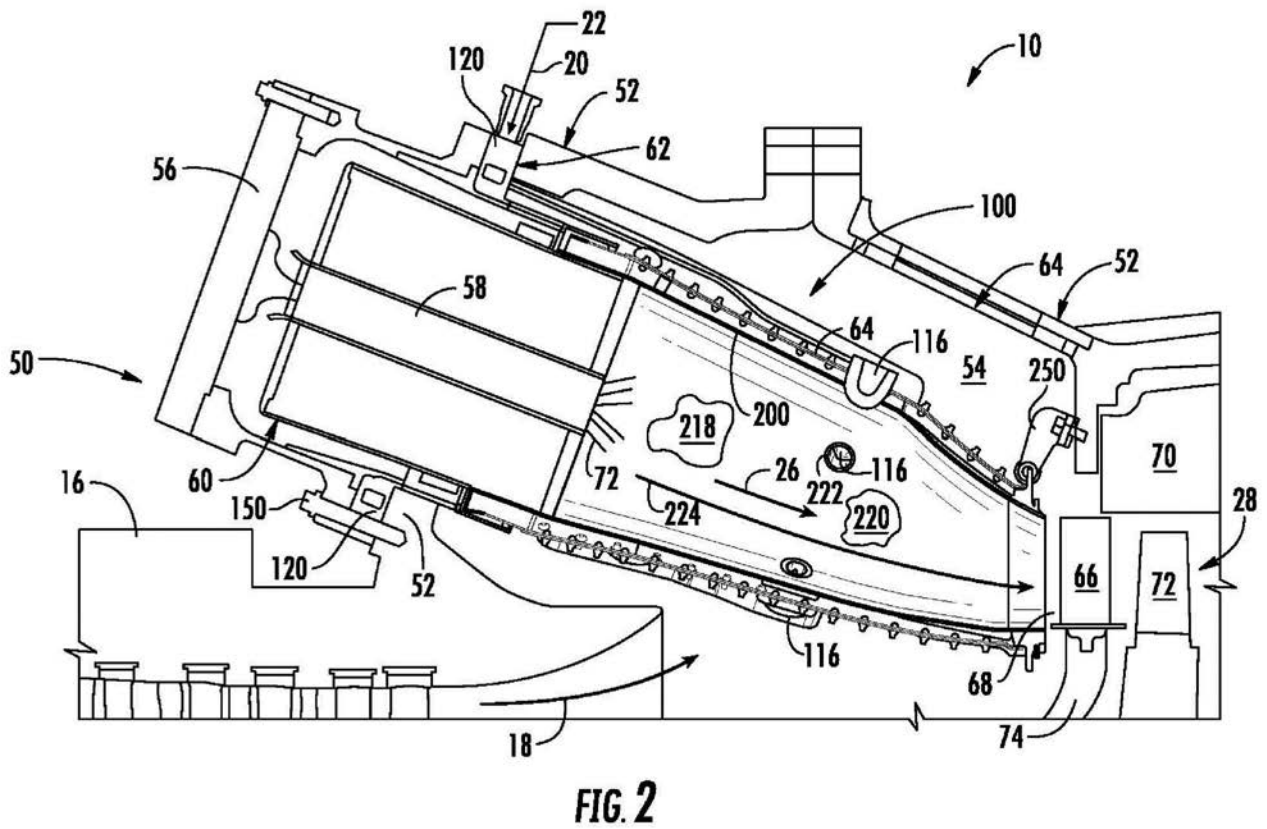
1 6 0	断熱ギャップ	
1 6 2	燃料分配プレナム	
1 6 4	入口ポート	
1 6 6	フロア部分	
1 6 7	出口	
1 6 8	断熱ギャップ	
2 0 0	単一構造ライナ	
2 0 2	本体	
2 0 4	前方端部	
2 0 6	後方端部	10
2 0 8	中心線	
2 1 0	円錐部分	
2 1 2	遅延希薄噴射部分 / L L I 噴射部分	
2 1 4	移行部分	
2 1 6	支持部分	
2 1 8	主燃焼ゾーン	
2 2 0	遅延希薄燃焼ゾーン	
2 2 2	燃料噴射装置開口	
2 2 4	高温ガス経路	
2 2 6	軸方向流れ長さ	20
2 2 8	交点	
2 3 0	交点	
2 3 2	断面流れ面積	
2 5 0	後方フレーム	
2 5 2	内側部分	
2 5 4	外側部分	
2 5 6	対向する側部	
2 5 8	側部	
2 6 0	側部シールスロット	
2 6 2	下流側 / 後方壁部	30
2 6 4	上流側 / 前方壁部	
2 6 6	内側表面	
2 6 8	第 1 のセグメント	
2 7 0	第 2 のセグメント	
2 7 2	交点	
2 7 4	第 1 の外側表面	
2 7 6	第 2 の外側表面	
2 7 8	第 3 の外側表面	
2 8 0	第 1 の外向きの距離	
2 8 2	第 2 の外向きの距離	40
2 8 4	第 3 の外向きの距離	
2 8 6	ステップ部	
2 8 8	キー溝又はサイドシール案内特徴要素	
2 9 0	サイドシール	
2 9 2	底部	
2 9 4	上部	
2 9 6	半径方向クリアランス	
3 0 0	グラフ	
3 0 4	線	
3 0 6	線	50

3 0 8	線	
3 1 0	線	
3 1 2	線	
3 1 4	線	
3 1 6	第 1 の部分	
3 1 8	第 2 の部分	
4 0 0	グラフ	
4 0 2	流速	
4 0 4	線	
4 0 6	線	10
4 0 8	線	
4 1 0	線	
4 1 2	線	
4 1 4	線	
4 1 6	第 1 の部分	
4 1 8	第 2 の部分	
5 0 0	流れスリーブ	
5 0 2	前方端部	
5 0 4	外側部分	
5 0 6	後方端部	20
5 0 8	外側係合面	
5 1 0	冷却流れ通路	
5 1 2	冷却 / インピンジメント孔	
5 1 4	半環状流れスリーブ部	
5 1 6	締結具	
5 1 8	半径方向距離	
5 2 0	第 1 の半径方向距離	
5 2 2	第 2 の半径方向距離	
5 2 4	圧縮 / バネシール	
6 0 0	外側空気シールド	30
6 0 2	半環状外側空気シールドセクション	
6 0 4	噴射空気プレナム	
6 0 6	入口通路	
6 0 8	流路	
6 1 0	列	
6 1 2	流量調節スリーブ	
6 1 4	外側表面	
6 1 6	リンク機構	
6 1 8	軸方向	
6 2 0	円周方向	40
6 2 2	開口	
6 2 4	第 1 の位置	
6 2 6	第 2 の位置	

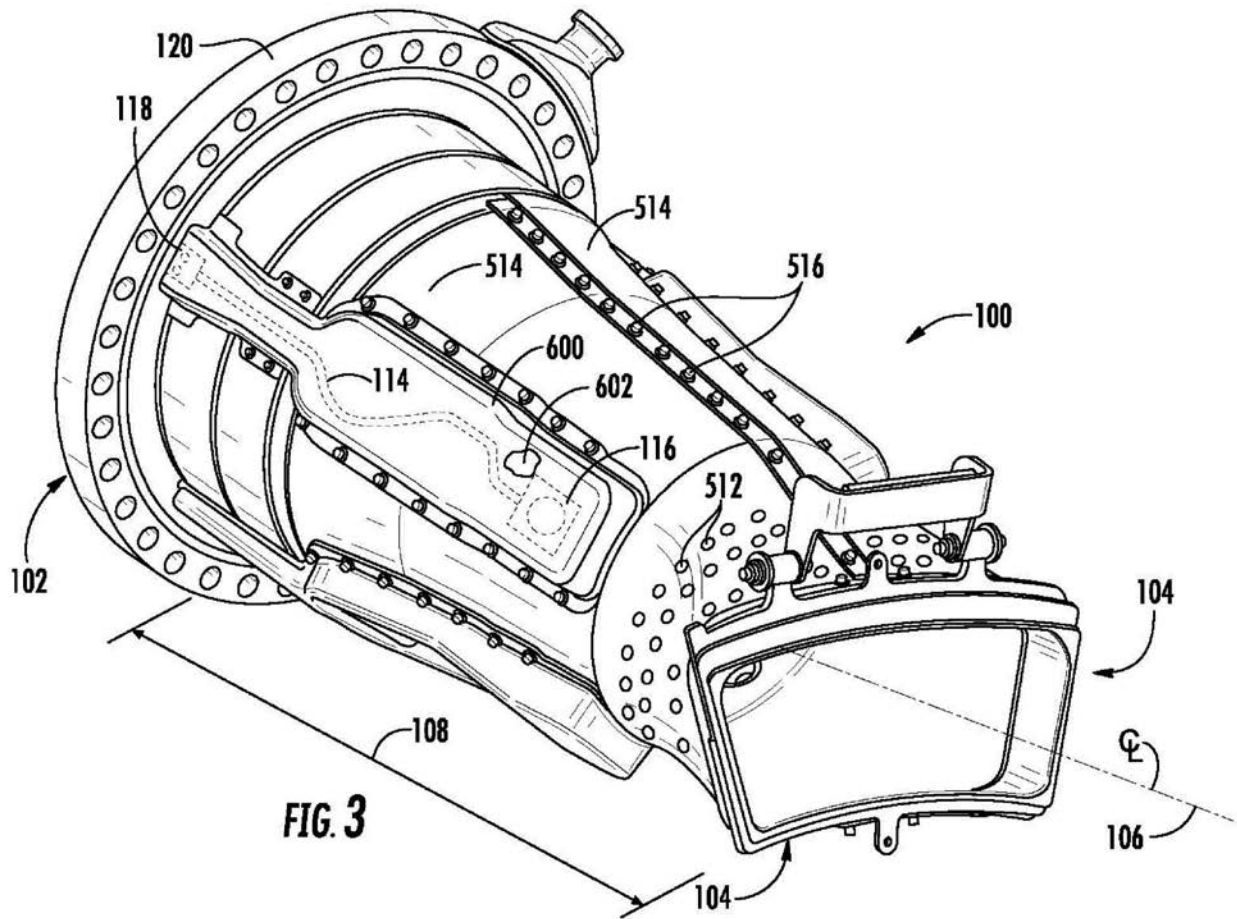
【図 1】



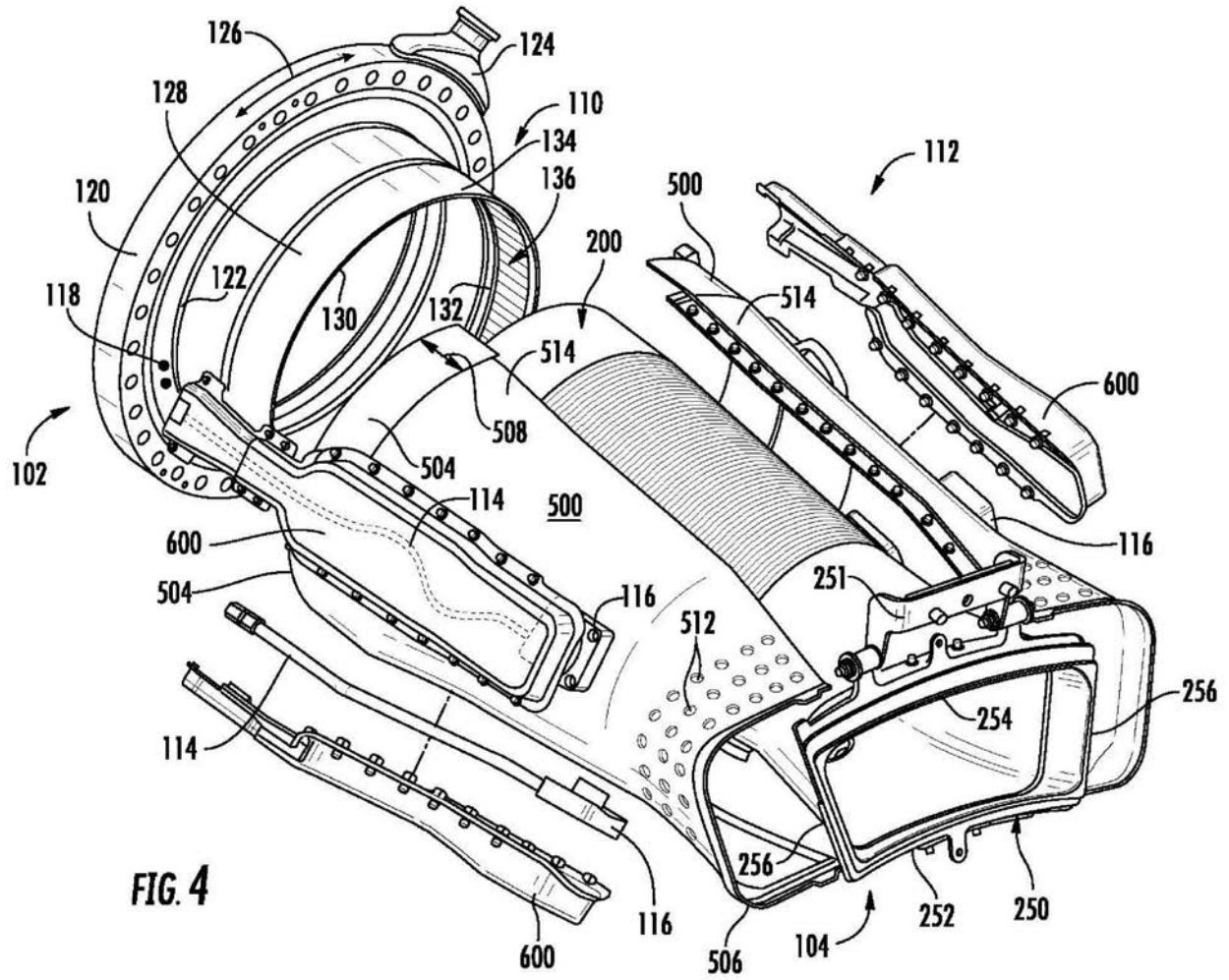
【図 2】



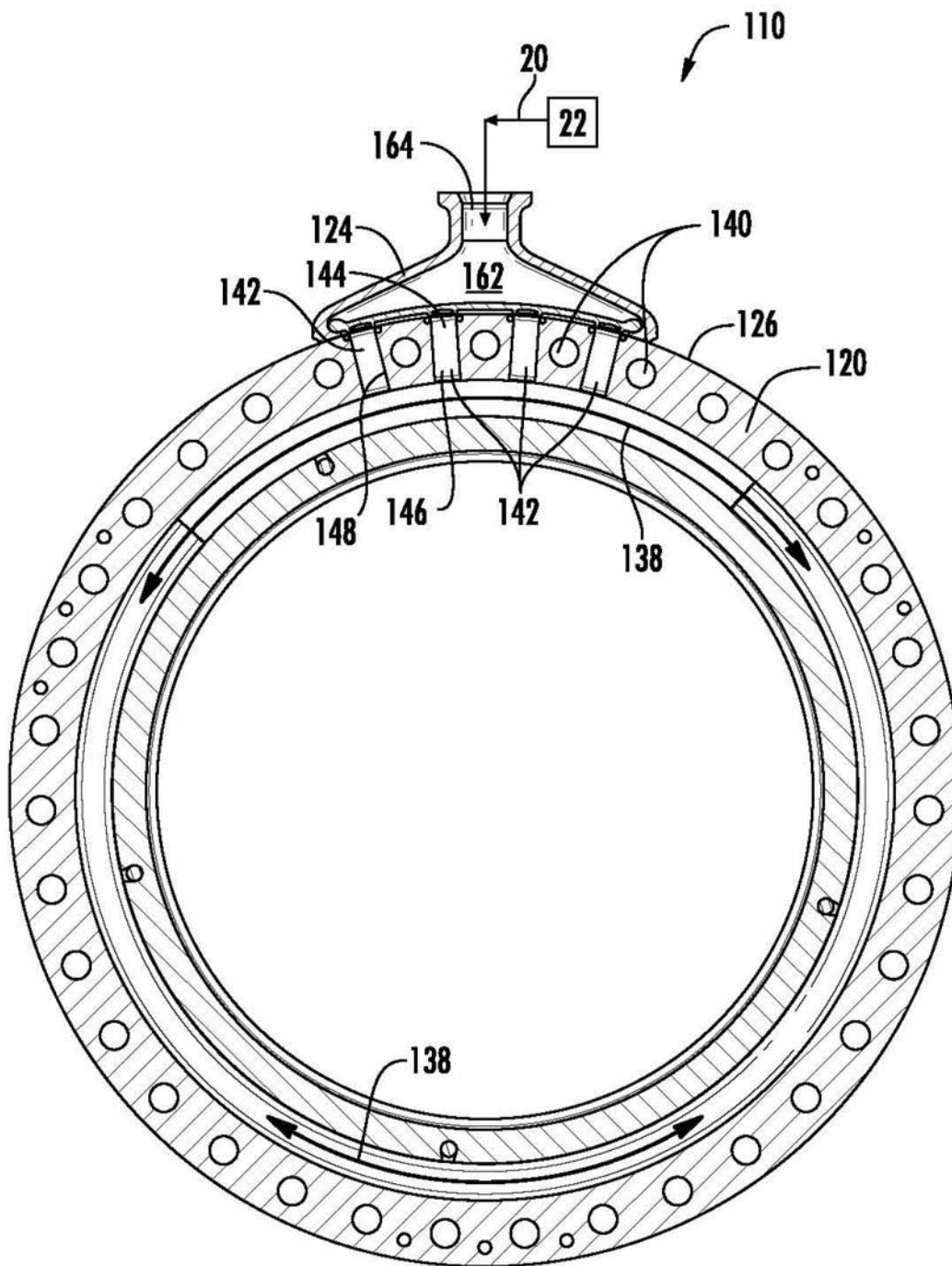
【図 3】



【 図 4 】



【 図 5 】

**FIG. 5**

【図 6】

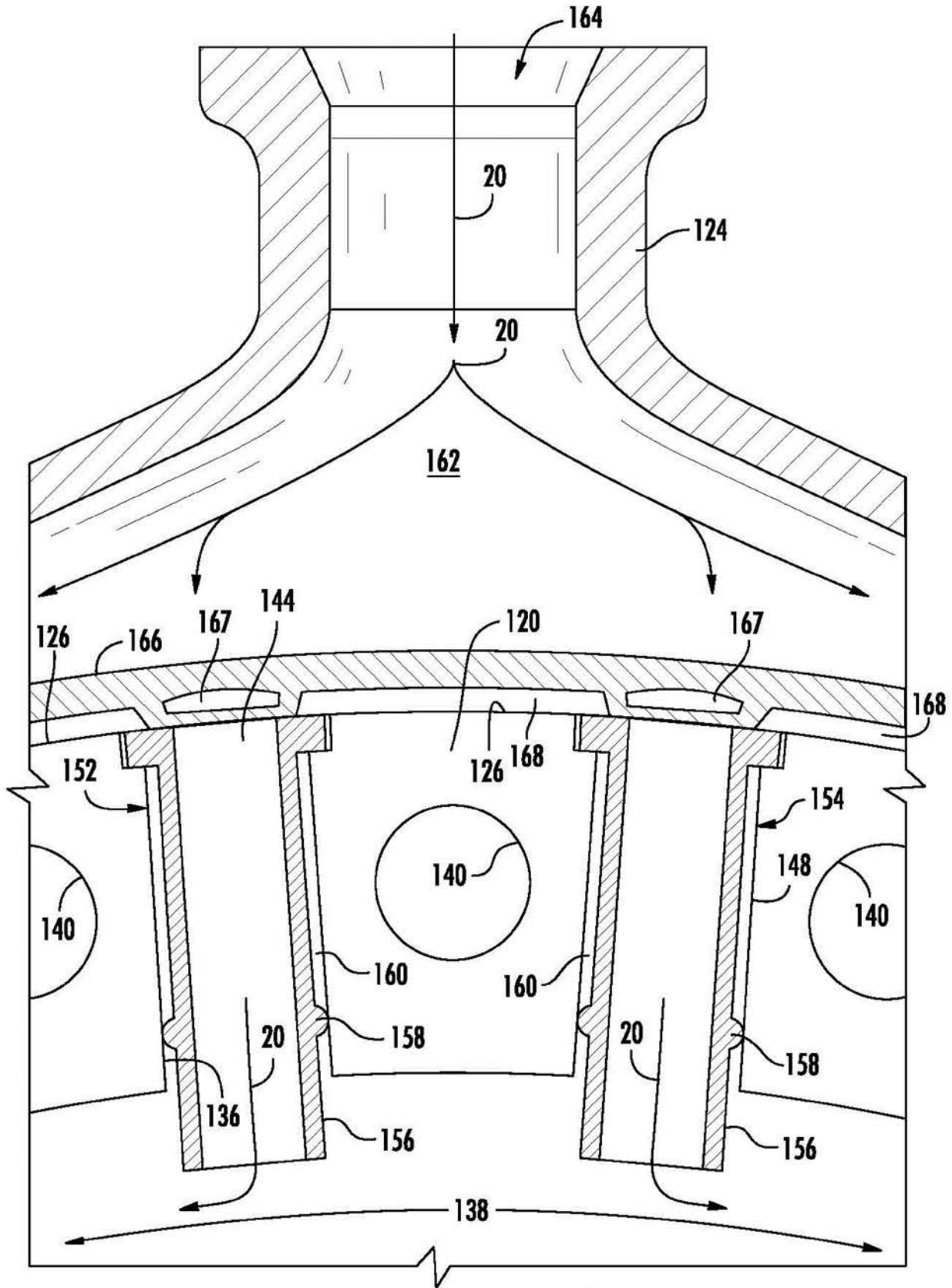
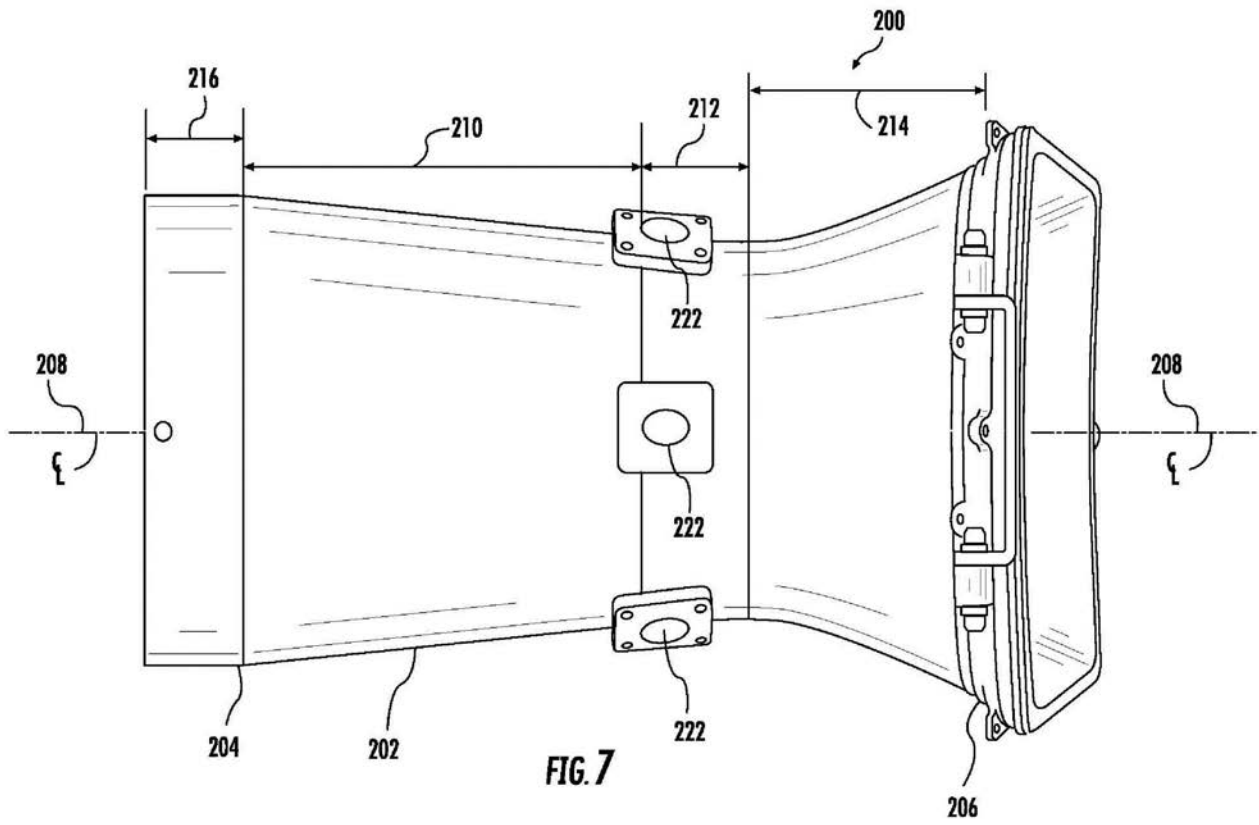
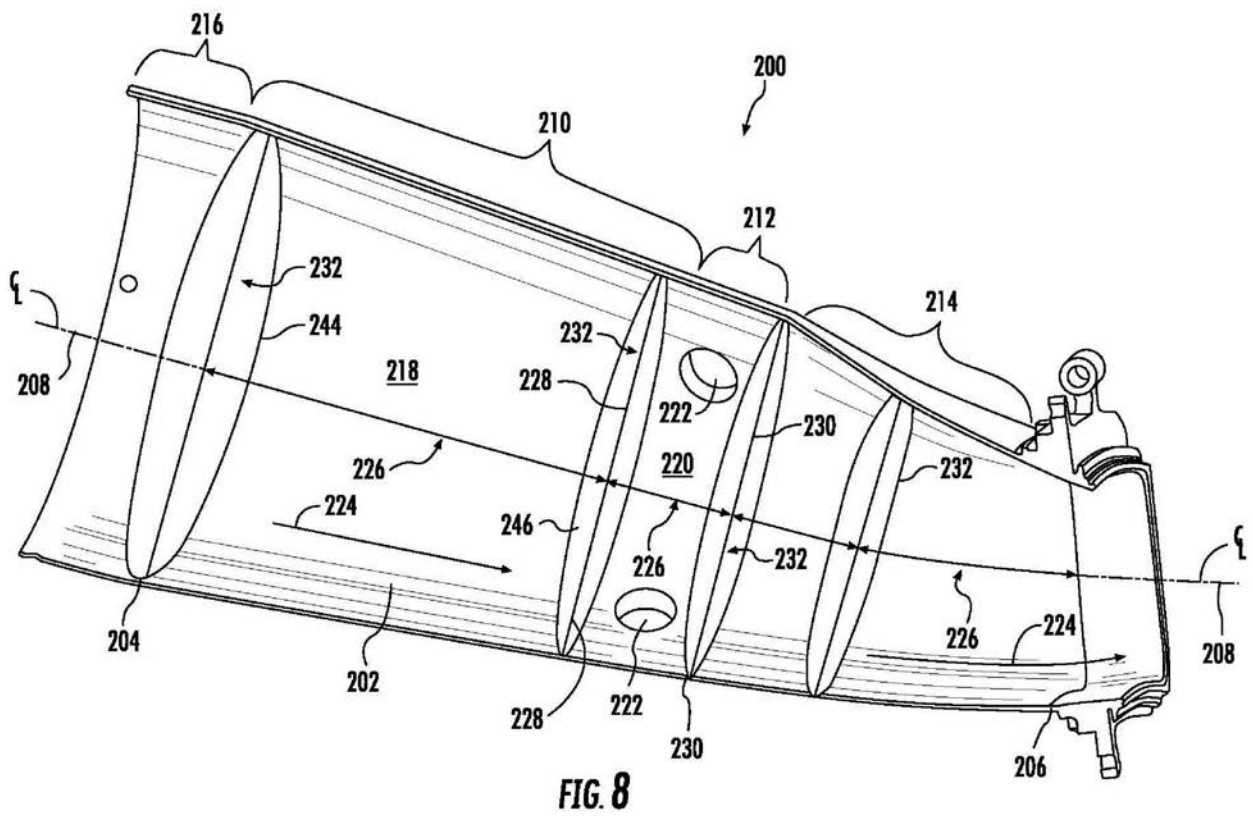


FIG. 6

【 図 7 】



【 図 8 】



【図 9】

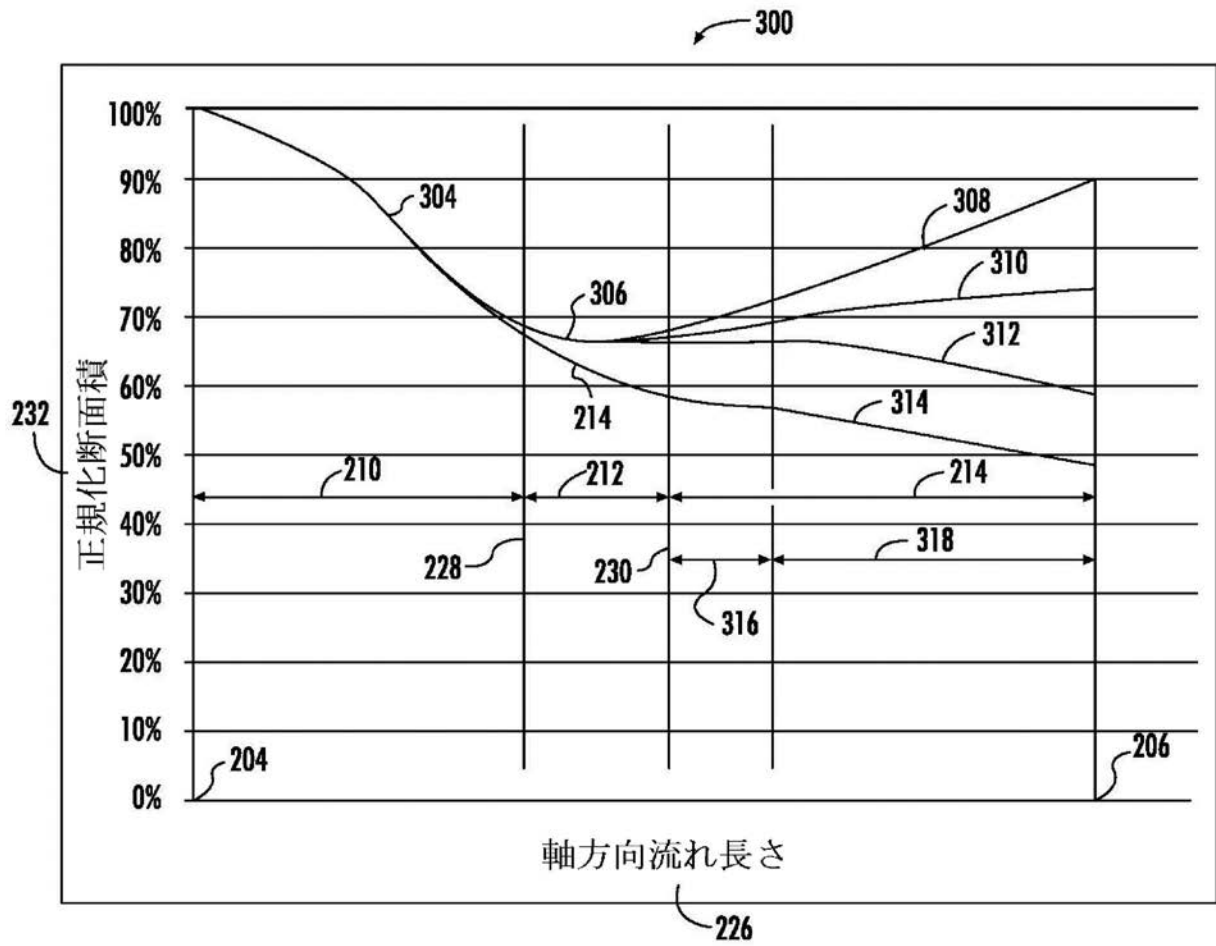


FIG. 9

【図 10】

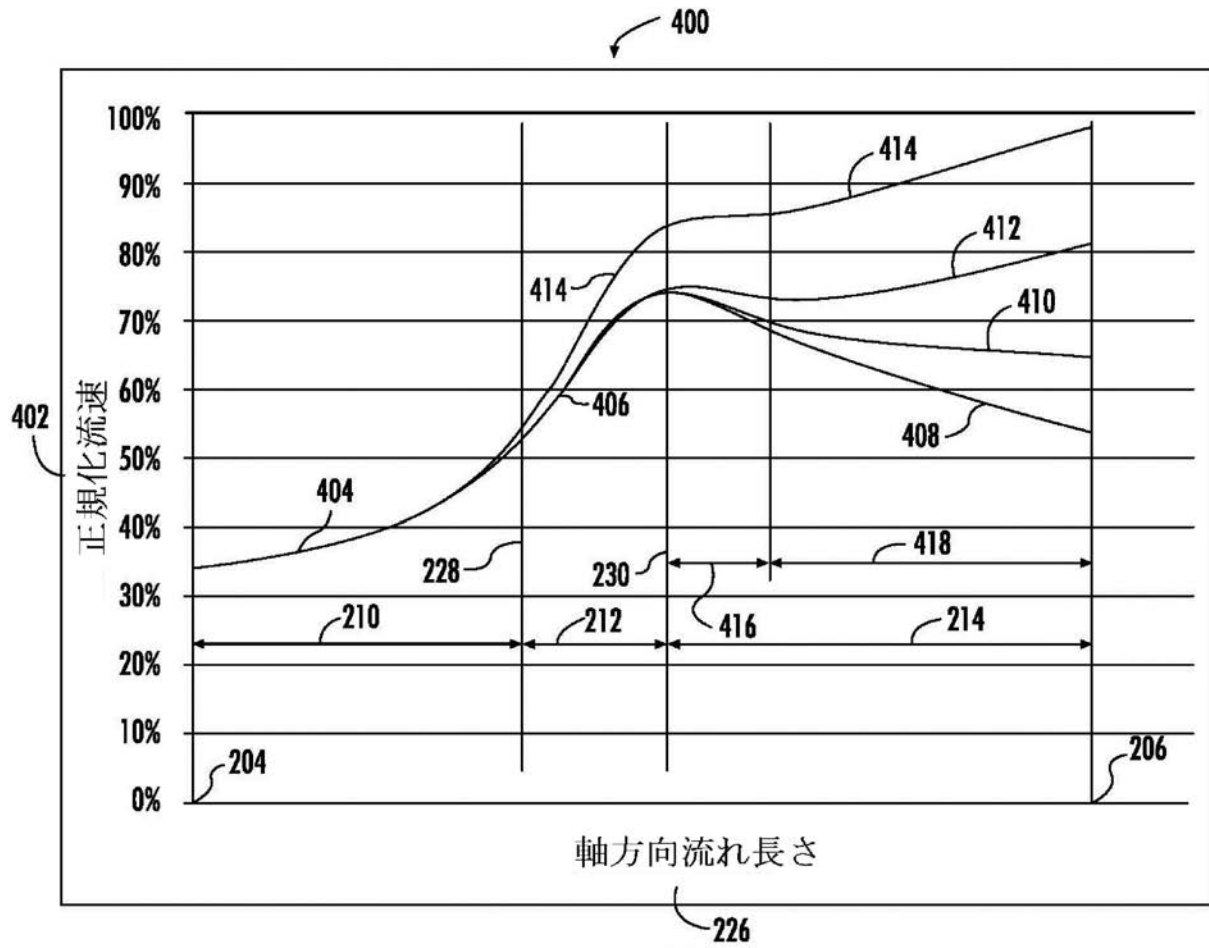


FIG. 10

【図 11】

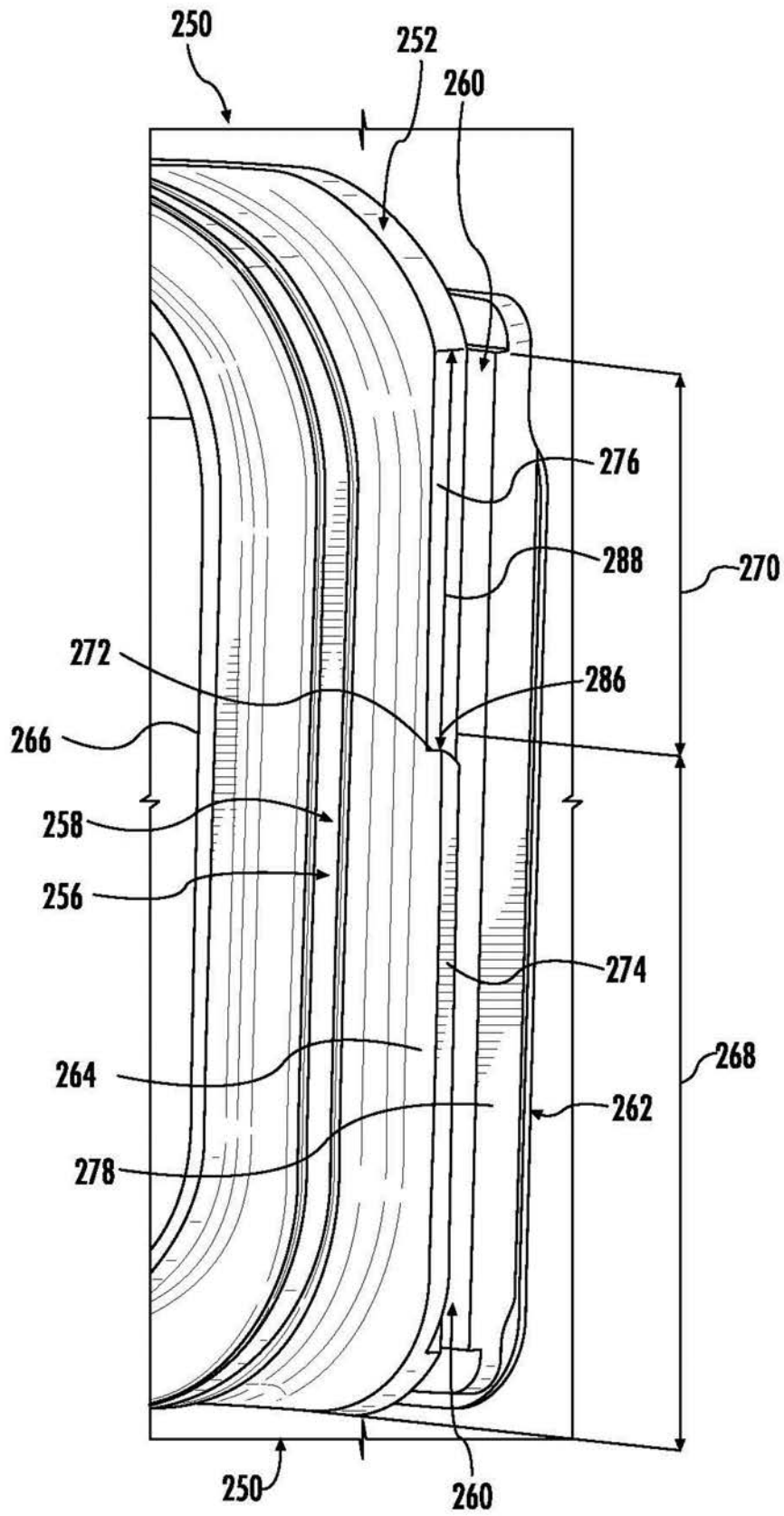
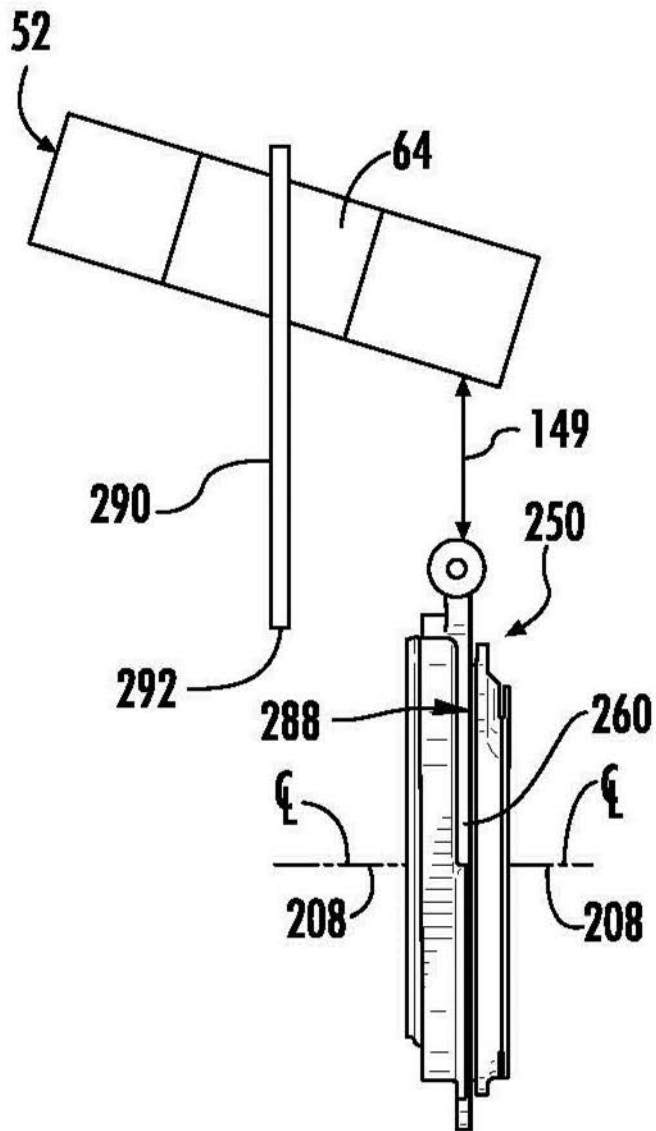


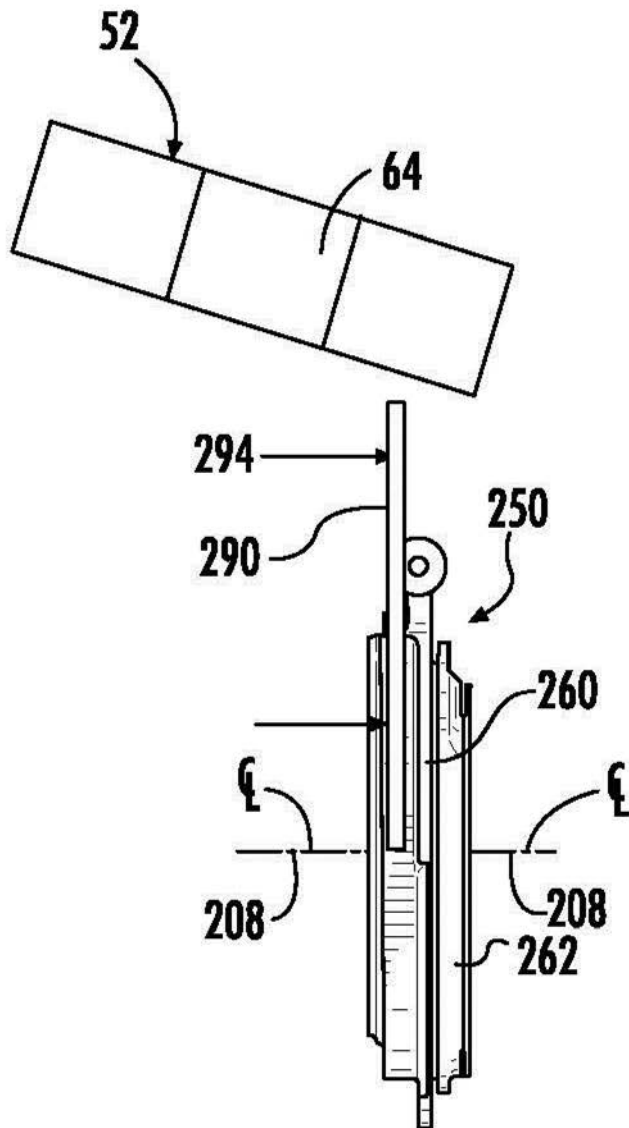
FIG. 11

FIG. 12

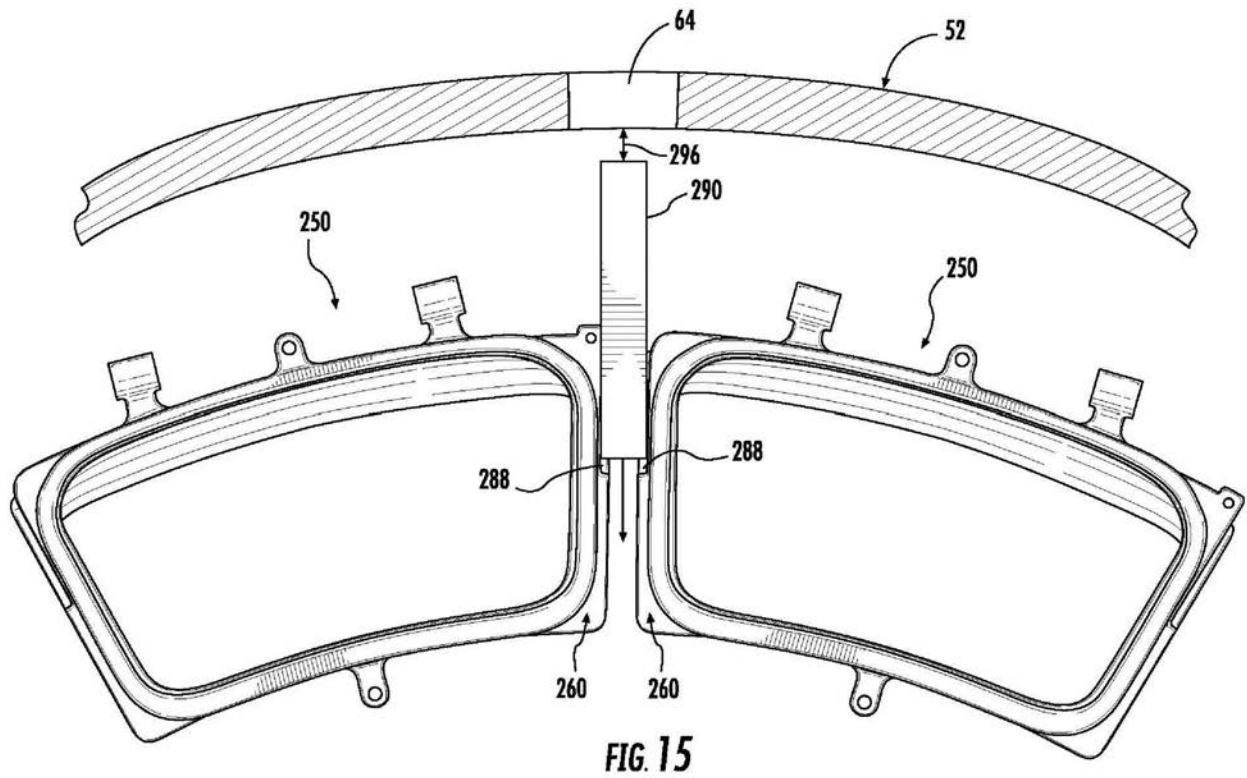
【 図 1 3 】

**FIG. 13**

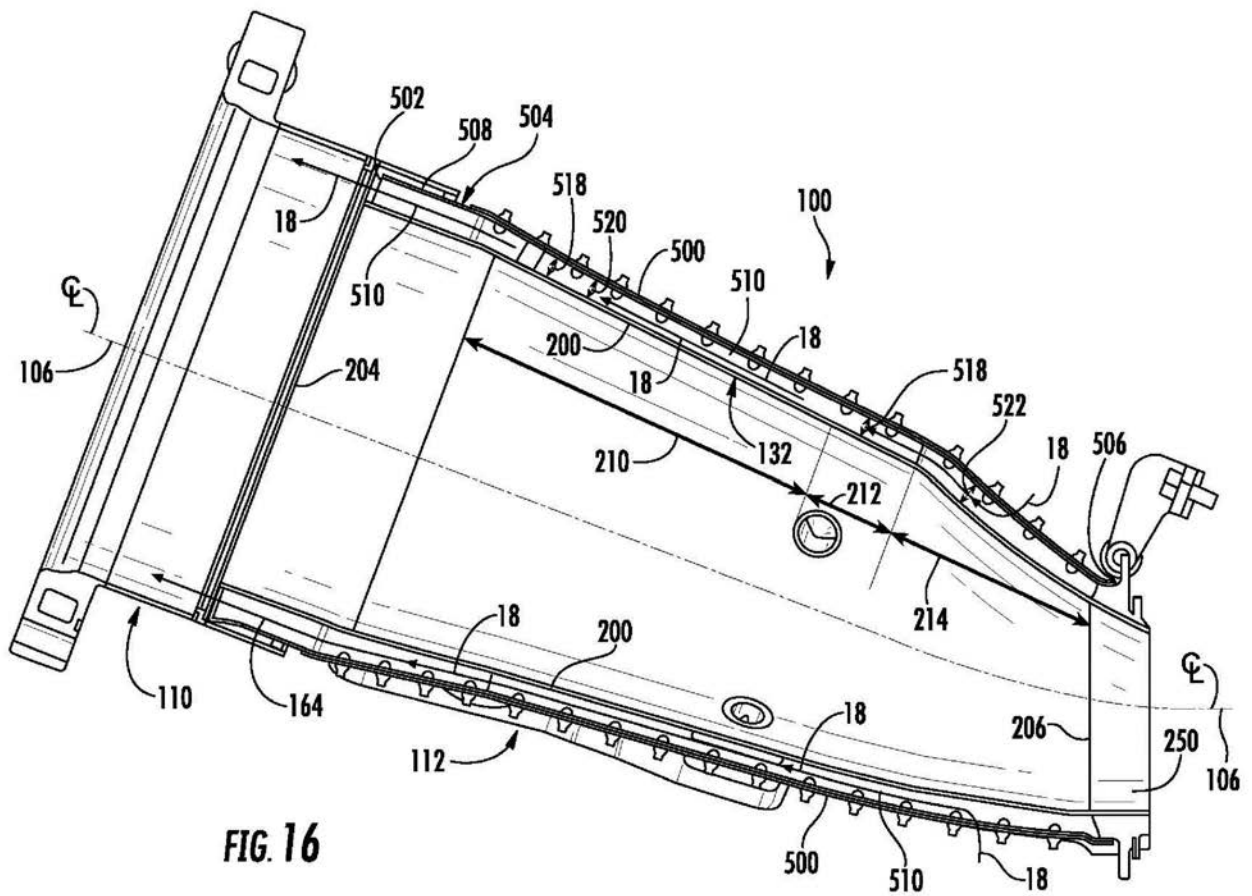
【 図 1 4 】

**FIG. 14**

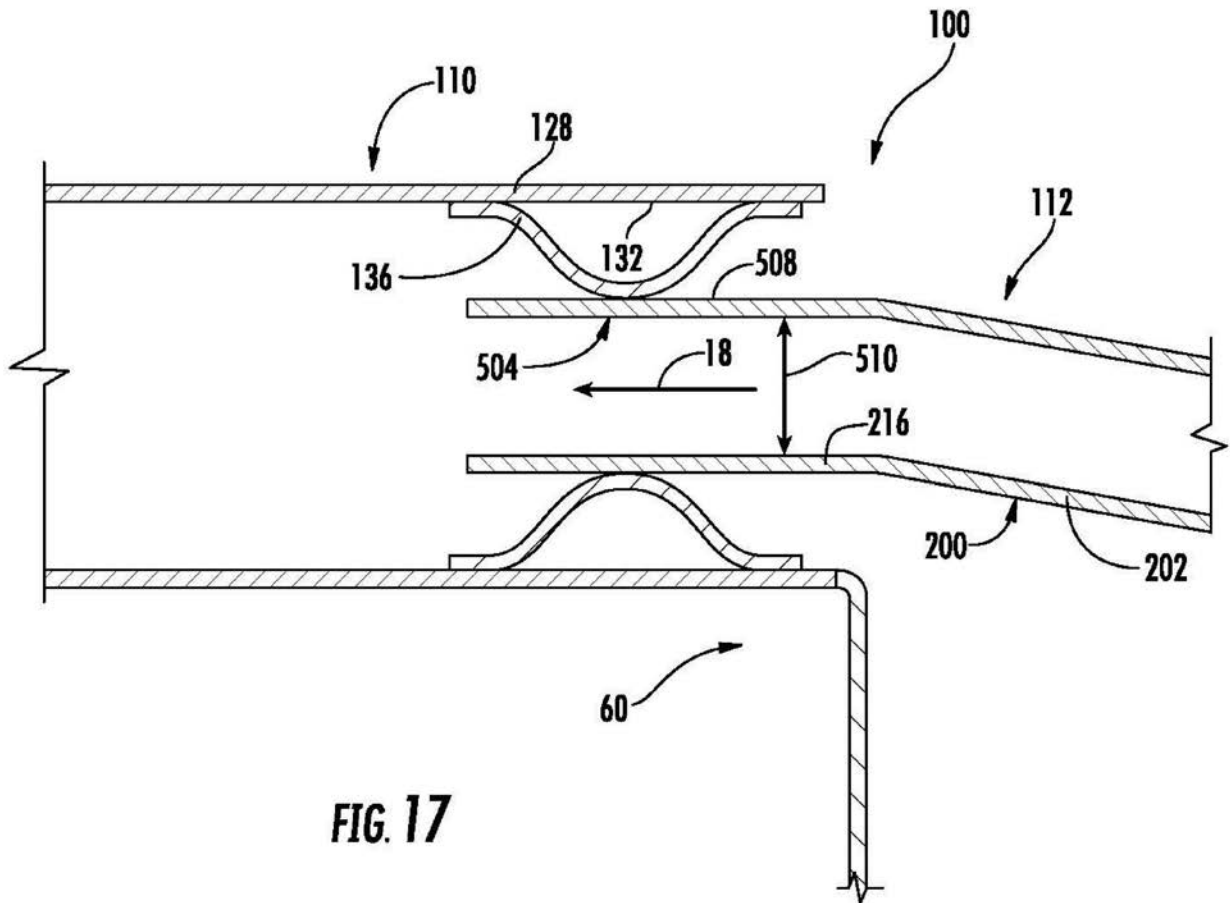
【 図 1 5 】



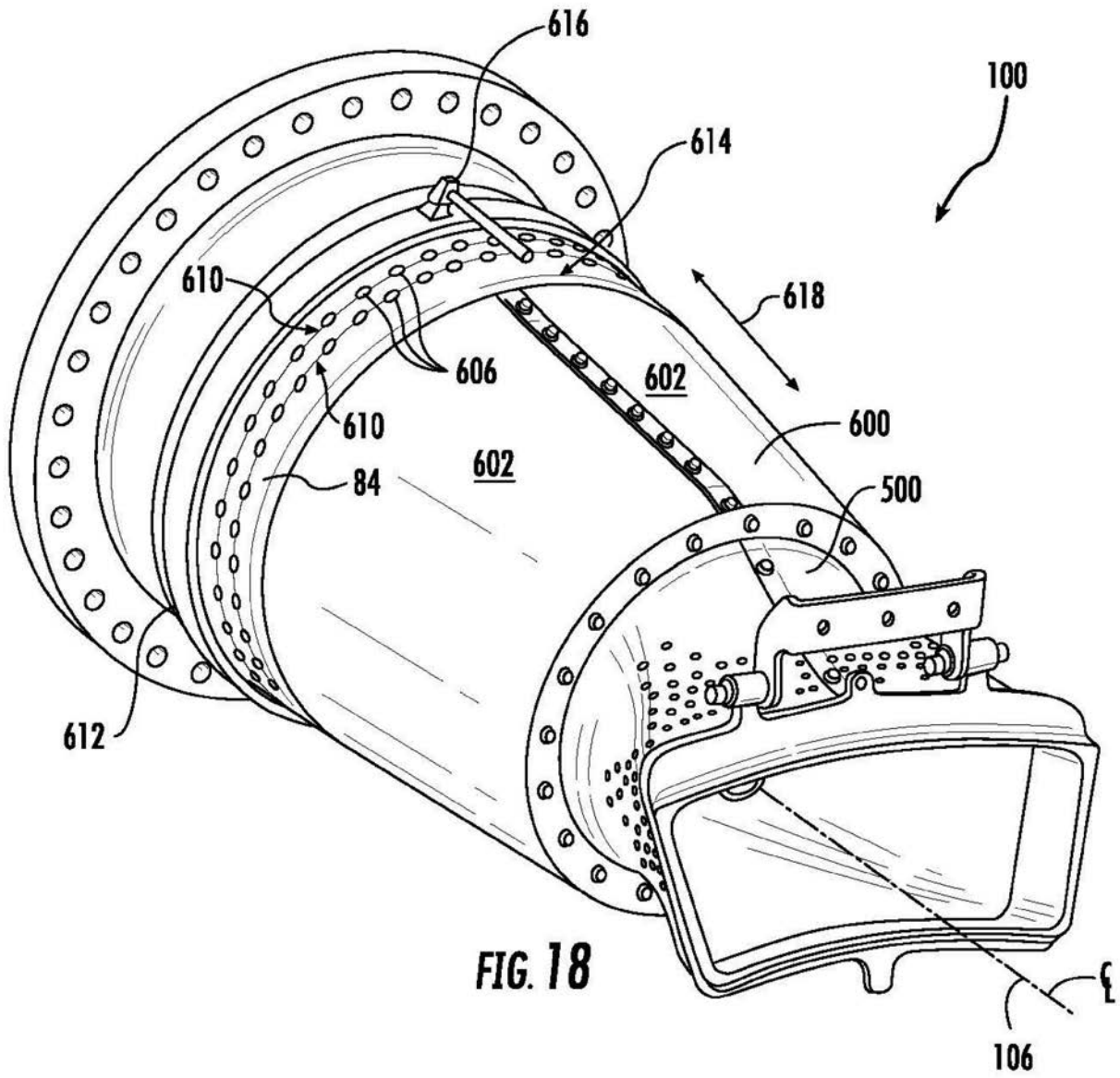
【 図 1 6 】



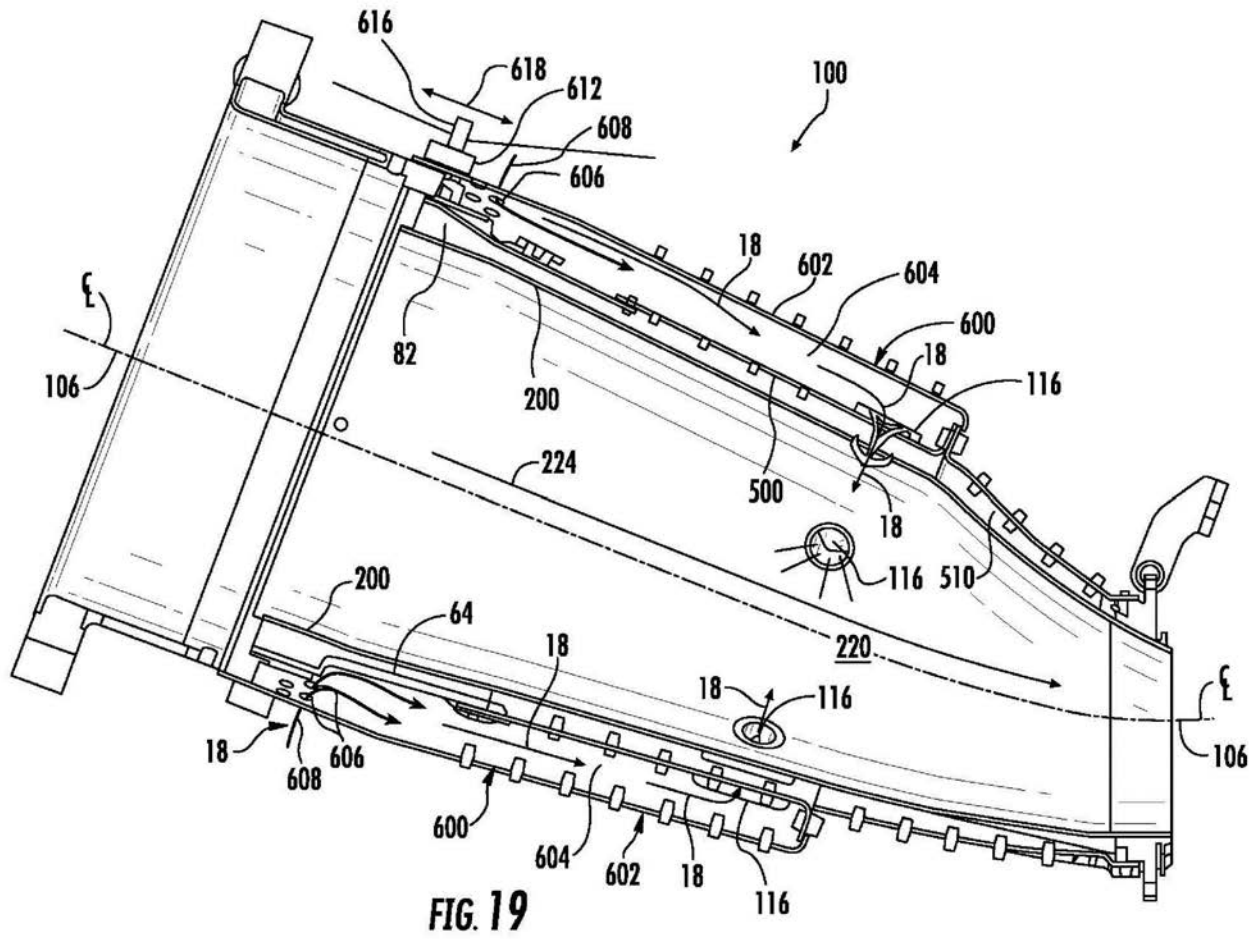
【 図 1 7 】



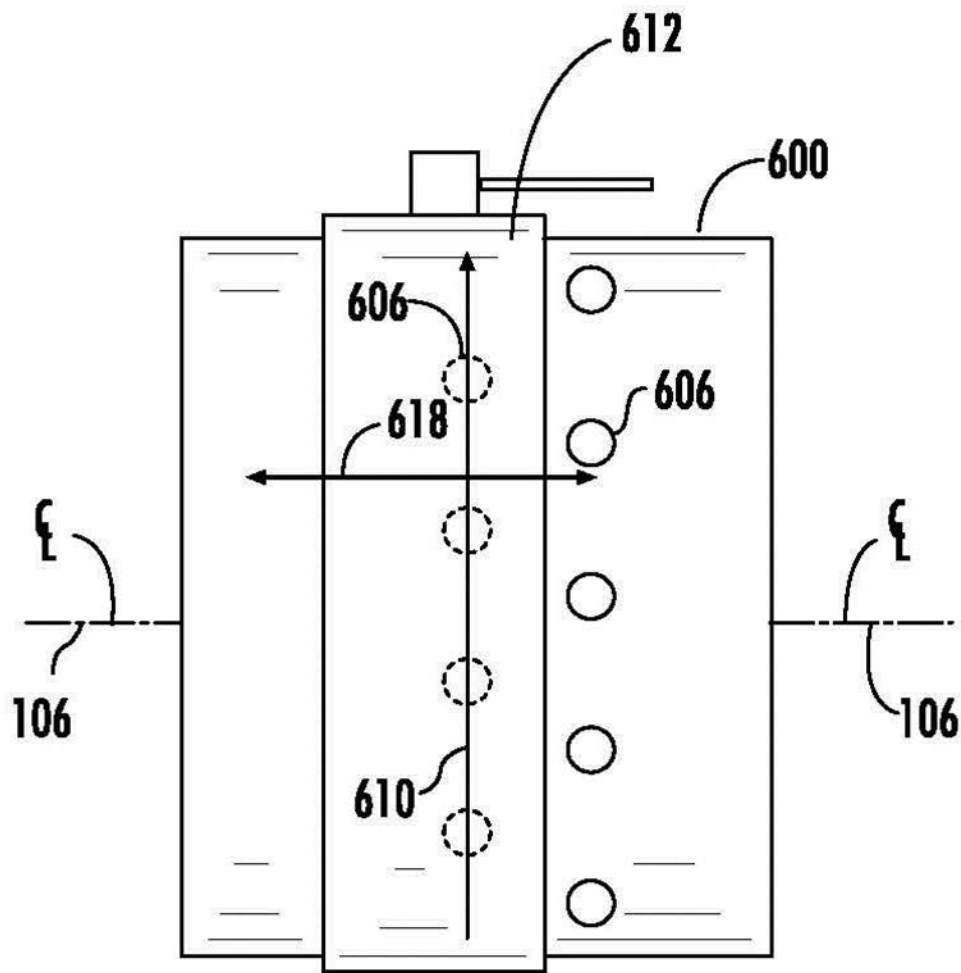
【 図 1 8 】



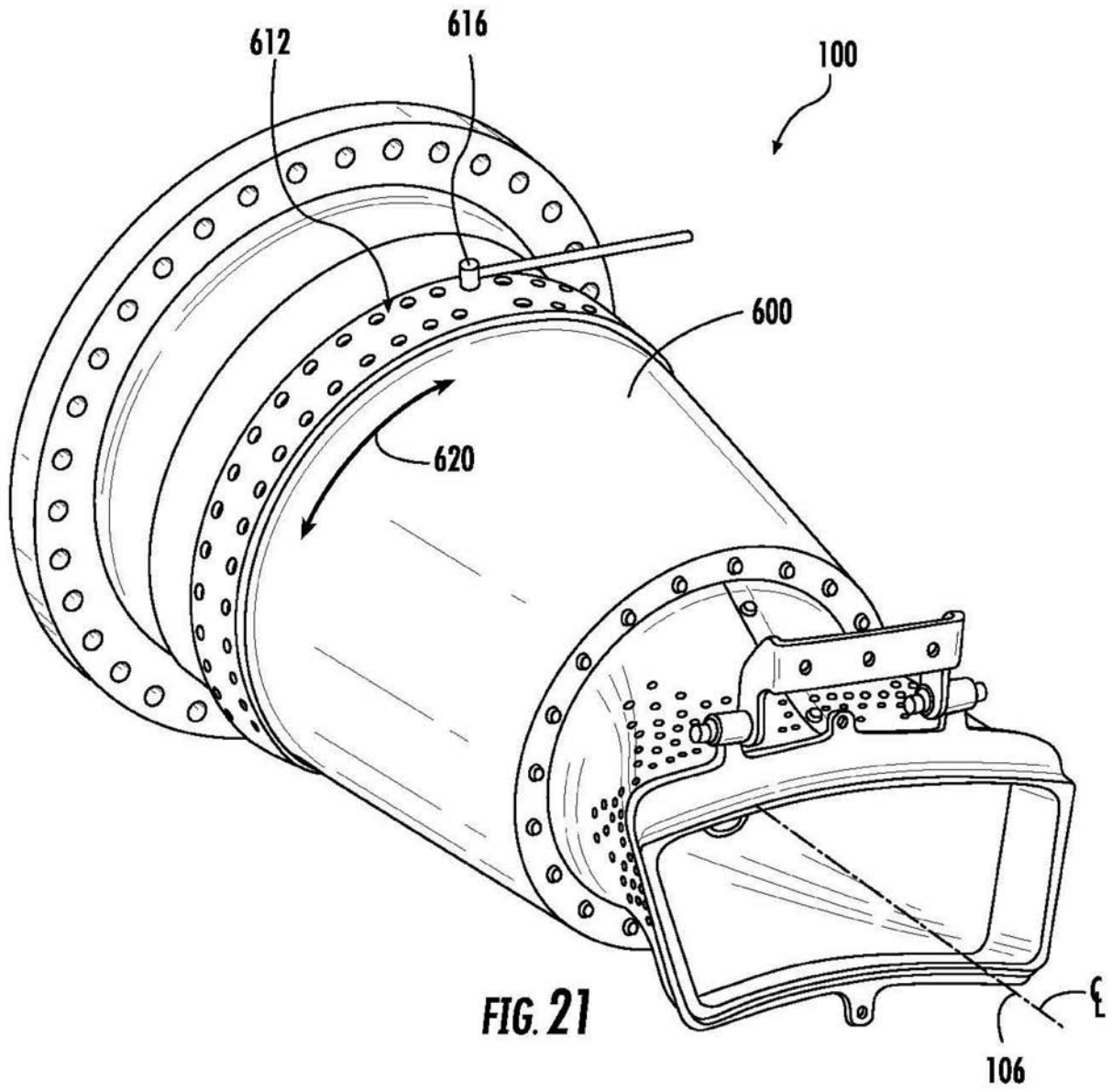
【図 19】



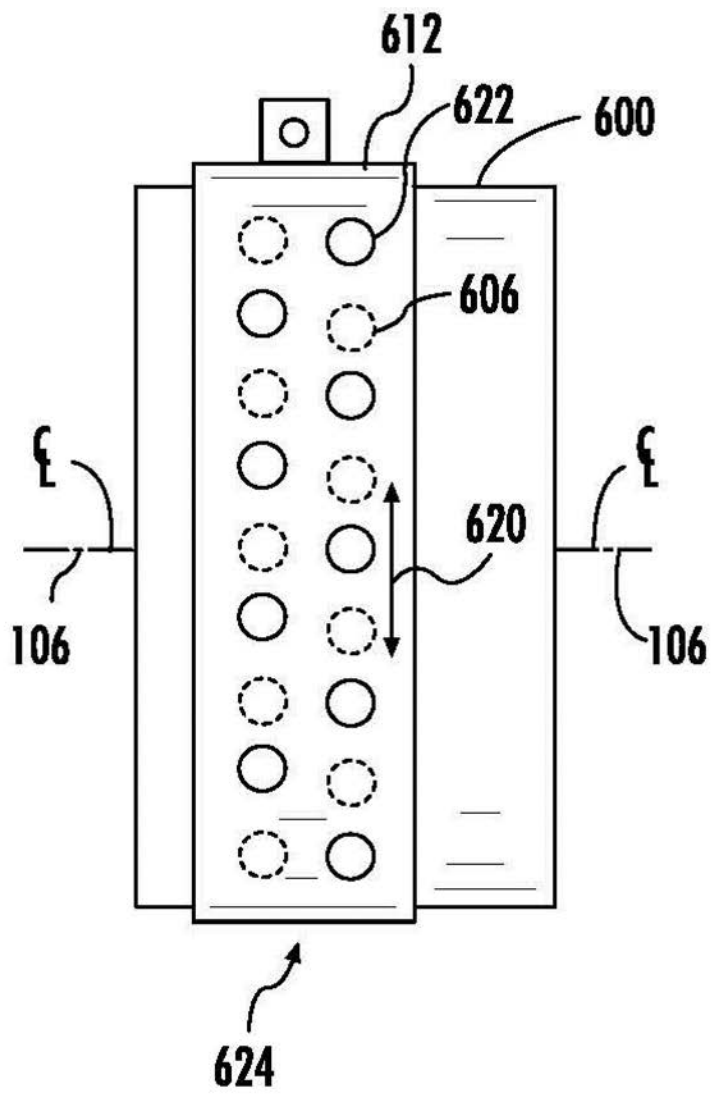
【 図 20 】

**FIG. 20**

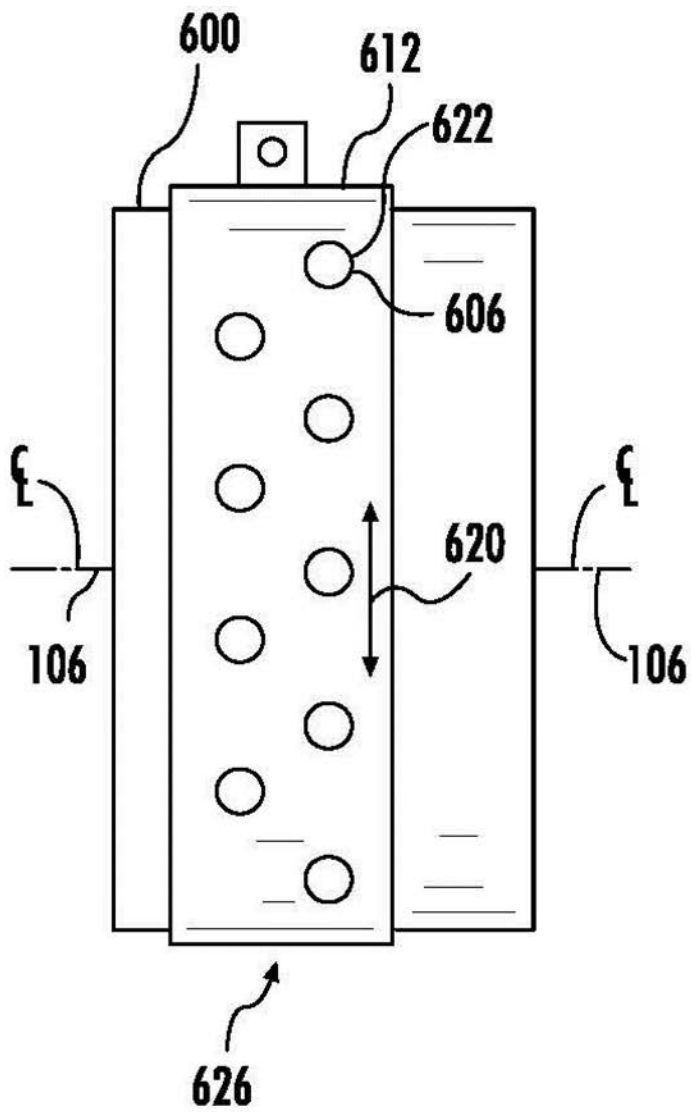
【図 21】



【 図 2 2 】

**FIG. 22**

【 図 23 】

**FIG. 23**

フロントページの続き

- (72)発明者 リチャード・マーティン・ディシンティオ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、
３００番
- (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、サウスカロライナ州・２９６１５、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、
３００番
- (72)発明者 ルーカル・ジョン・ストイア
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、
３００番
- (72)発明者 クリストファー・ポール・ウィリス
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、
３００番