

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5485006号
(P5485006)

(45) 発行日 平成26年5月7日 (2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日 (2014.2.28)

(51) Int.Cl.

F I

F 2 3 R 3/16 (2006.01)

F 2 3 R 3/16

F 2 3 R 3/28 (2006.01)

F 2 3 R 3/28

D

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-104701 (P2010-104701)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成22年4月30日 (2010.4.30)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2010-261706 (P2010-261706A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成22年11月18日 (2010.11.18)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成25年4月25日 (2013.4.25)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	12/434, 505	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成21年5月1日 (2009.5.1)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	ジョナサン・ドワイト・ベリー
			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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービン空気流整流器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービンエンジン（10）を備えるシステムであって、該タービンエンジン（10）に備わる燃焼器（16）が、

燃焼室（52）と、
燃焼室（52）の周囲に設けられたライナ（44）と、
ライナ（44）の周囲に設けられたスリーブ（42）と、
ライナ（44）とスリーブ（42）の間の空気供給経路（38）と、
空気室（68）と、
燃焼器の長手軸に関して軸方向に燃焼室（52）と空気室（68）との間に設けられた仕切板（126）と、

仕切板（126）を通して延在する燃料ノズル（12）であって、空気室（68）内の空気入口と燃焼室（52）内の出口とを有する燃料ノズル（12）と、

空気室（68）への空気供給経路（38）に沿って空気室（68）に配置された空気流整流器（50）であって、長手軸を中心として空気供給経路（38）と重なる半径方向位置で周方向に延在する第1の有孔転向壁（70）を備える空気流整流器（50）とを備えており、第1の有効転向壁（70）が、燃焼室（52）から上流方向に向かって空気供給経路（38）を流れる空気流の第1の部分（84）を通過させるように構成された第1の複数の開口を有しているとともに、第1の有効転向壁（70）が空気供給経路（38）から上流に長手軸に向かって内側に傾斜して設けられていて空気供給経路（38）からの空

10

20

気流の第 2 の部分 (8 8) を空気室 (6 8) の中央部に向けて内側に転向させる、システム。

【請求項 2】

有孔転向壁 (7 0) が、燃焼器 (1 6) の長手軸 (4 6) の周りに配置された第 1 の有孔環状壁 (7 2) を備え、第 1 の有孔環状壁 (7 2) の直径が長手軸 (4 6) に沿って燃焼室 (5 2) から上流方向に向かって減少する、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

第 1 の有孔環状壁 (7 2) が、長手軸 (4 6) の周囲に設けられた 1 以上の有孔円錐壁 (7 8 、 8 0 、 1 4 2 、 1 4 4 、 1 4 8 、 1 5 0 、 1 5 2) を備える、請求項 2 記載のシステム。

10

【請求項 4】

第 1 の有孔環状壁 (7 2) が長手軸 (4 6) に沿って凸面又は凹面状に曲がる、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 5】

空気流整流器 (5 0) が、燃焼器 (1 6) の長手軸 (4 6) の周りに配置された第 2 の有孔環状壁を有する有孔円筒 (8 2) を備え、第 2 の有孔環状壁が長手軸 (4 6) に沿って略一定の直径を有する、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 6】

第 1 及び第 2 の有孔環状壁が互いに同心である、請求項 5 記載のシステム。

【請求項 7】

燃料ノズル (1 2) が空気入口に吸気流整流器を備え、吸気流整流器がノズル穿孔 (4 8) を備え、吸気流整流器が空気流整流器 (5 0) とは別体である、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載のシステム。

20

【請求項 8】

空気流整流器 (5 0) が燃料ノズル (1 2) の空気入口に空気流を均一に供給するように構成される、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 9】

仕切板 (1 2 6) を通って延在する複数の燃料ノズル (1 2) を備え、空気流整流器 (5 0) が複数の燃料ノズル (1 2) の間に空気流を均一に分配するように構成される、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項記載のシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は広義にはタービンエンジンに関し、具体的には、空気室内の空気分布を改善する空気流整流システムに関する。

【背景技術】

【0002】

タービンエンジンなどの様々なエンジンにおいて、燃料と空気の混合はエンジン性能及び排出量に影響する。例えば、ガスタービンエンジンには、燃焼器内での燃料空気混合を促進するため 1 以上の燃料ノズルを用いて空気及び燃料を取り入れるものがある。ノズルをタービンのヘッドエンド部に配置し、空気流を取り入れて燃料入力と混合するように構成することがある。しかし、空気流が複数のノズル間で一様に分配されないことがあり、燃料と空気の混合にばらつきを生じる。さらに、単一ノズルの実施形態では、タービン燃焼器のヘッドエンドの幾何形状のため、空気流がノズル内で一様でなくなることがある。燃料ノズル内での不均一な流れは燃料との不適当な混合を招いて、タービンエンジンの性能及び効率を低下させてしまう。その結果、ヘッドエンドに入る空気流は、各ノズル内への及び複数のノズル間での空気の不均一な流れのため、排出量の増大及び性能の低下を起こすおそれがある。

40

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第6438959号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本願出願当初の特許請求の範囲に記載された発明の幾つかの実施形態について要約する。これらの実施形態は、特許請求の範囲に記載された発明の技術的範囲を限定するものではなく、本発明の可能な形態を簡単にまとめたものである。実際、本発明は、以下に記載する実施形態と同様のものだけでなく、異なる様々な実施形態を包含する。

10

【0005】

第1の実施形態では、システムはタービンエンジンを備える。タービンエンジンは燃焼器を備える。燃焼器は燃焼室を備える。燃焼器は空気室も備える。燃焼器はさらに、燃焼室と空気室の間に仕切板を備える。さらに、燃焼器は、仕切板を通して延在する燃料ノズルを備える。燃料ノズルは、空気室内の空気入口と燃焼室内の出口とを有する。燃焼器は、空気室への空気供給経路に沿って空気室に設けられた空気流整流器も備える。空気流整流器は、空気供給経路からの空気流を、空気室の中央部に向けて内側に転向させるように構成された有孔転向羽根を備える。

【0006】

第2の実施形態では、システムは、タービン燃焼器の燃焼室から隔てられた空気室に装着されるように構成された空気流整流器を備える。空気流整流器は、タービン燃焼器の軸に対して軸方向及び半径方向に空気流を向けるように構成された有孔環状壁を備える。さらに、空気流整流器は、1以上の燃料ノズルの空気入口に空気流を均一に供給するように構成されている。

20

【0007】

第3の実施形態では、システムはタービン燃焼器を備える。タービン燃焼器は燃焼室を備える。タービン燃焼器は、燃焼生成物の流れに対して燃焼室の上流にヘッドエンドも備える。ヘッドエンドは、ヘッドエンドに設けられた燃料ノズルを備える。燃料ノズルは、タービン燃焼器の長手軸に対して第1の軸方向位置に空気入口を備える。ヘッドエンドは、ヘッドエンドに設けられた空気流整流器も備える。空気流整流器は、長手軸に対して第2の軸方向位置に配置される。第1の軸方向位置は第2の軸方向位置とは異なる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】空気流整流器を有するタービンシステムの実施形態のブロック図である。

【図2】1以上の燃料ノズルを有する燃焼器を有する図1に示すタービンシステムの実施形態の側断面図である。

【図3】ヘッドエンド領域から圧縮空気を吸い込むように配置し得る図2に示す1以上の燃料ノズルを有する燃焼器の実施形態の側断面図である。

【図4】図3の線4-4で囲まれたヘッドエンド領域の実施形態の側断面図であり、ヘッドエンド領域に流れ込む圧縮空気を示す。

40

【図5】図3の線4-4で囲まれたヘッドエンド領域の実施形態の別の側断面図であり、ヘッドエンド領域に流れ込む圧縮空気を示す。

【図6】図5のヘッドエンド領域の例示的实施形態の矢視6-6正面断面図であり、燃料ノズル間で半径方向に均一な圧縮空気の分布を示す。

【図7】図6の燃料ノズルのうちの1本の例示的实施形態の矢視7-7部分側断面図であり、軸方向に均一な圧縮空気の分布を示す。

【図8】ヘッドエンド領域で使用し得る仕切板及び空気流整流器の例示的实施形態の斜視図である。

【図9A】図3及び図4に示す空気流整流器の有孔転向羽根の部分断面プロファイルである。

50

【図 9 B】有孔転向羽根の前縁がヘッドエンド領域の外壁に接続していない図 9 A の有孔転向羽根の部分断面プロファイルである。

【図 9 C】図 5 及び図 8 に示す空気流整流器の有孔転向羽根の部分断面プロファイルである。

【図 9 D】有孔転向羽根の前縁がヘッドエンド領域の外壁に接続していない図 9 C の有孔転向羽根の部分断面プロファイルである。

【図 9 E】空気流整流器の L 字形有孔転向羽根の部分断面プロファイルである。

【図 9 F】空気流整流器のフック形有孔転向羽根の部分断面プロファイルである。

【図 9 G】空気流整流器の湾曲形有孔転向羽根の部分断面プロファイルである。

【図 9 H】空気流整流器の別の湾曲形有孔転向羽根の部分断面プロファイルである。

【図 10】有孔転向羽根の例示的实施形態の一部分の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の上記その他の特徴、態様及び利点については、図面と併せて以下の詳細な説明を参照することによって理解を深めることができるであろう。図面を通して、同様の部材には同様の符号を付した。

【0010】

以下、本発明の 1 以上の特定の实施形態について説明する。これらの实施形態を簡潔に説明するため、現実の実施に際してのあらゆる特徴について本明細書に記載しないこともある。実施化に向けての開発に際して、あらゆるエンジニアリング又は設計プロジェクトの場合と同様に、実施毎に異なる開発者の特定の目標（システム及び業務に関連した制約に従うことなど）を達成すべく、実施に特有の多くの決定を行う必要があることは明らかであろう。さらに、かかる開発努力は複雑で時間を要することもあるが、本明細書の開示内容に接した当業者にとっては日常的な設計、組立及び製造にすぎないことも明らかである。

【0011】

本発明の様々な実施形態の構成要素について紹介する際、単数形で記載したものは、その構成要素が 1 以上存在することを意味する。「含む」、「備える」及び「有する」という用語は内包的なものであり、記載した構成要素以外の追加の要素が存在していてもよいことを意味する。作動パラメータ及び/又は環境条件の例は、開示した実施形態以外のパラメータ/条件を除外するものではない。さらに、本発明の「一実施形態」又は「実施形態」という場合、その実施形態に記載された特徴をもつ別の実施形態が存在することを除外するものではない。

【0012】

以下で詳しく説明する通り、タービンエンジンの性能を向上させ、排出量を低減するため、空気流整流器及び関連構造の様々な実施形態を用いることができる。例えば、開示した空気流整流器をガスタービン燃焼器のヘッドエンド領域に配置すれば、空気流整流器によって 1 以上の燃料ノズルへの空気流の分布及び均一性を改善することができる。空気流整流器は、複数の燃料ノズル間（2 以上の燃料ノズルが存在する場合）での空気流の均一性を改善するとともに、各燃料ノズル（例えば、各燃料ノズルの周囲の空気流整流器）に入る空気流の均一性も改善するように構成される。

【0013】

例えば、空気流整流器の実施形態は有孔転向羽根を含んでいてもよく、有孔転向羽根は、燃焼器の長手軸に沿って直径が変化する環状構造体である。具体的には、有孔転向羽根は凸状でも凹状でもよく、有孔転向羽根は、燃焼器の長手軸に沿って空気流を軸方向及び半径方向内側及び外側に向けるように構成される。半径方向及び軸方向を含めた複数の方向に空気を向けることによって、有孔転向羽根は、大規模な流動構造を小さな流動構造へと分解し、もって燃焼器のヘッドエンドの空気室内で均衡した空気質量流を生じるように構成される。

【0014】

10

20

30

40

50

別の実施形態では、有孔転向羽根は円錐形でも環状の幾何形状でもよく、空気流を空気室内で軸方向及び半径方向に向けるように構成してもよい。さらに、有孔転向羽根は有孔円筒又は壁に連結してもよく、有孔円筒又は壁は空気を半径方向に向けるように構成された環状構造であってもよい。有孔環状壁又は円筒を、有孔転向羽根と共に用いると、空気室内の流動構造を壊して、空気室内の1以上の燃料ノズルに一樣に均衡して空気を分配することができる。

【0015】

したがって、1以上の燃料ノズルへの空気の改善・均衡した流れによって、燃焼器内の空気と燃料の混合の予測性を高めることができ、性能が改善される。さらに、有孔転向羽根環状部材を含む有孔空気流整流器は、燃料ノズルに入る空気流を均一化して個々の燃料ノズルへの流れを改善できる。有孔転向羽根環状部材を含む有孔空気流整流器は、ヘッドエンドの空気室に分配される空気を均一化し均衡させることができ、複数の燃料ノズル間での吸気量の一樣な分布が確保される。こうして、燃料ノズル間での空気の均一な分布によって燃焼性能が向上し、もって排出量が低減するとともにシステム効率が向上する。

【0016】

次いで図面のうち、まず図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してある。以下で詳しく説明する通り、開示したタービンシステム10では、空気流整流器を用いて、タービンシステム10の性能を改善するとともに排出量を低減することができる。タービンシステム10は、液体又はガス燃料（例えば天然ガス及び/又は水素リッチ合成ガス）を用いて、タービンシステム10を運転し得る。図に示すように、複数の燃料ノズル12で、燃料供給14を取り込んで燃料と空気を混合し、空気燃料混合気を燃焼器16に分配する。空気燃料混合気は燃焼器16内の燃焼室で燃焼して、高温加圧排気ガスを生成する。燃焼器16は排気ガスをタービン18を通して排気口20へと送る。排気ガスがタービン18を通過する際に、ガスが1以上のタービン動翼に作用して、システム10の軸に沿ってシャフト22を回転させる。図に示すように、シャフト22を、タービンシステム10の様々な構成要素（例えば、圧縮機24）に接続してもよい。圧縮機24も動翼を備えており、動翼はシャフト22に連結してもよい。シャフト22が回転すると圧縮機24内の動翼も回転し、その結果、空気取入口26からの空気が、圧縮機24を通る間に圧縮されて燃料ノズル12及び/又は燃焼器16に入る。シャフト22は、負荷28に接続していてもよい。負荷28は、車両でもよいし、定常負荷（例えば発電所における発電機又は航空機のプロペラなど）でもよい。当然のことながら、負荷28は、タービンシステム10の回転出力によってパワー供給することができる任意の好適な装置を含んでいてもよい。

【0017】

図2に、図1に概略的に示したタービンシステム10の実施形態の側断面図を示す。タービンシステム10は、1以上の燃焼器16の内部に配置された1以上の燃料ノズル12を備える。動作時には、空気が、空気取入口26を通してタービンシステム10に入る。空気を圧縮機24において加圧してもよい。圧縮空気を次に、燃焼器16内でガスと混合して燃焼を図ってもよい。例えば、燃料ノズル12から燃料空気混合気を燃焼器16内に、最適な燃焼、排出、燃料消費、及びパワー出力に適した比率で噴射してもよい。燃焼によって高温加圧排気ガスが発生する。高温加圧排気ガスによって次に、タービン18内の1以上の動翼30が駆動され、シャフト22したがって圧縮機24及び負荷28が回転する。タービン動翼30が回転することによってシャフト22が回転し、その結果、圧縮機24内の動翼32が、取入口26によって受け取られた空気を吸い込んで加圧する。

【0018】

以下で詳しく説明する通り、タービンシステム10の実施形態は、燃料ノズル12に入る空気の流れを改善するために、ある構造及び構成要素を燃焼器16のヘッドエンド内に備え、その結果、性能が改善されて排出が低下する。例えば、空気流整流器（有孔転向羽根を含む）を、空気室に至る空気流路に配置してもよい。有孔転向羽根によって、空気が、一樣で均衡した方法で送られて、燃料ノズル12に入る空気の分布が改善され、その結

果、燃料空気混合気比率が改善されて、その比率の精度が高まる。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、1 以上の燃料ノズル 1 2 を有する燃焼器 1 6 の実施形態の側断面図である。燃料ノズル 1 2 は、ヘッドエンド領域 3 4 から圧縮空気を吸い込むように配置してもよい。端部カバー 3 6 が、燃料及び / 又は加圧ガスを燃料ノズル 1 2 に送る導管又は経路を備えていてもよい。圧縮機 2 4 からの圧縮空気 3 8 が、燃焼器 1 6 に、燃焼器流れスリーブ 4 2 と燃焼器ライナ 4 4 との間に形成された環状通路 4 0 を通って流れ込む。圧縮空気 3 8 はヘッドエンド領域 3 4 に流れ込む。ヘッドエンド領域 3 4 には、複数の燃料ノズル 1 2 が含まれている。特に、ある実施形態では、ヘッドエンド領域 3 4 は、ヘッドエンド領域 3 4 の中央の長手軸 4 6 を通って延在する中央の燃料ノズル 1 2 と、中央の長手軸 4 6 の周りに配置された複数の外部燃料ノズル 1 2 とを備えていてもよい。しかし他の実施形態では、ヘッドエンド領域 3 4 は、中央の長手軸 4 6 を通って延在する 1 つの燃料ノズル 1 2 のみを備えていてもよい。ヘッドエンド領域 3 4 内の燃料ノズル 1 2 の特定の構成は、特定の設計間で変わってもよい。

【 0 0 2 0 】

しかし一般的に、ヘッドエンド領域 3 4 に流れ込む圧縮空気 3 8 は、燃料ノズル 1 2 に、吸気口穿孔 4 8 を有するノズル吸気流整流器を通して流れ込んでもよい。吸気口穿孔 4 8 は燃料ノズル 1 2 の外部の円筒壁に配置してもよい。以下でより詳しく説明する通り、空気流整流器 5 0 があると、圧縮空気 3 8 がヘッドエンド領域 3 4 に送られたときに、圧縮空気 3 8 の大規模な流動構造（例えば、単一の環状噴流）を小さな流動構造へと壊すことがある。さらに、空気流整流器 5 0 は、空気流を、異なる燃料ノズル 1 2 間での空気流分布の均一性が高まる仕方で案内するか又は送る。その結果、各個々の燃料ノズル 1 2 に入る空気流の均一性も改善される。したがって、圧縮空気 3 8 の分配がより一様になって、ヘッドエンド領域 3 4 内の燃料ノズル 1 2 間で空気取り入れがバランスされることがある。圧縮空気 3 8 は燃料ノズル 1 2 に吸気口穿孔 4 8 を介して入った後に、燃料と混合して、燃焼器ライナ 4 4 の内部容積 5 2 を通って流れる（矢印 5 4 で示す）。空気及び燃料の混合物は燃焼キャピティ 5 6 に流れ込む。燃焼キャピティ 5 6 は燃焼ゾーンとして機能してもよい。燃焼キャピティ 5 6 から出た加熱された燃焼ガスが、タービンノズル 5 8 に流れ込み（矢印 6 0 で示す）、そこで燃焼ガスがタービン 1 8 に送出される。

【 0 0 2 1 】

図 4 は、図 3 の線 4 - 4 で囲まれたヘッドエンド領域 3 4 の実施形態の側断面図である。図に示すように、圧縮空気 3 8 がヘッドエンド領域 3 4 に入ってもよく、方向を変えて燃料ノズル 1 2 の吸気口穿孔 4 8 に入ってもよい（矢印 6 2 で示す）。前述したように、燃料ノズル 1 2 内では、圧縮空気 3 8 を燃料及び / 又は加圧ガス 6 4 と混合してもよい。燃料及び / 又は加圧ガス 6 4 は、燃料ノズル 1 2 に、端部カバー 3 6 を通る導管及びバルブを通して導入される。空気 / 燃料混合気 6 6 を次に、ヘッドエンド領域 3 4 から燃焼器ライナ 4 4 の内部容積 5 2（図 3 に示す）に送ってもよい。

【 0 0 2 2 】

図 4 に示すように、燃料ノズル 1 2 に入る前に、ヘッドエンド領域 3 4 に流れ込む圧縮空気 3 8 は空気流整流器 5 0 を通ってもよい。空気流整流器 5 0 は、ヘッドエンド領域 3 4 内の空気室 6 8 に配置されている。空気室 6 8 は、空気流ダンプ領域又は空気流反転領域と記述してもよい。なぜならば、空気流が、より大きな体積の中に拡がるとともに、方向を上流流れ方向から下流流れ方向へと反転させるからである。前述したように、圧縮空気 3 8 が燃料ノズル 1 2 に入る均一性を高めることを確実にすることによって、空気流整流器 5 0 による燃焼器 1 6 の性能の改善が行なわれることがある。特に、空気流整流器 5 0 によって、燃料ノズル 1 2 間で圧縮空気 3 8 が均一に分配されるとともに、個々のノズル断面に渡って圧縮空気 3 8 が均一に分配される。言い換えれば、空気流整流器 5 0 は、燃料ノズル 1 2 の吸気口穿孔 4 8 の中に圧縮空気 3 8 の流れを均一に供給して、複数の燃料ノズル 1 2 間で圧縮空気 3 8 の流れを均一に分配するように、構成されている。具体的には、空気流整流器 5 0 は、圧縮空気 3 8 の流れを、ヘッドエンド領域 3 4 の中央の長手

10

20

30

40

50

軸 4 6 に対して軸方向及び半径方向に向けるように構成されている。図に示すように、空気流整流器 5 0 は、圧縮空気 3 8 流れを高めることに寄与する 2 つの主な特徴を備えていてもよい。特に、空気流整流器 5 0 は、圧縮空気 3 8 を空気室 6 8 の中央部に向かって転向させるように構成された有孔転向羽根 7 0 を備えていてもよい。具体的には、有孔転向羽根 7 0 は、圧縮空気 3 8 の方向を燃料ノズル 1 2 の吸気口穿孔 4 8 の方へゆるやかに変えてもよい。例えば、有孔転向羽根 7 0 のある実施形態は一般的に、空気流の方向を、1 以上の角度の付いた構造又は湾曲形構造を用いて変える。これらの構造の角度は少なくとも、長手軸に対して 0、10、20、30、40、50、60、70、又は 80 度より大きくてもよい。有孔転向羽根 7 0 は、ヘッドエンド領域 3 4 の中央の長手軸 4 6 の周りに配置された有孔環状壁 7 2 を備えていてもよい。有孔環状壁 7 2 は、中央の長手軸 4 6 に沿って直径が変わってもよい。例えば、図 4 に示すように、有孔環状壁 7 2 は、中央の長手軸 4 6 に沿って燃焼器端部 7 4 からヘッドエンド 7 6 へと直径が徐々に小さくなってもよい。ある実施形態では、有孔環状壁 7 2 は、中央の長手軸 4 6 に沿って直線的に収束又は発散する複数の円錐壁を備えていてもよい。例えば、図 4 に示すように、有孔環状壁 7 2 は、第 1 の有孔環状壁 7 8 と、第 1 の有孔環状壁 7 8 が接続される第 2 の有孔壁 8 0 とを備えていてもよい。図に示すように、第 1 の有孔環状壁 7 8 は中央の長手軸 4 6 に向かって徐々に収束しているだけであり、一方で、第 2 の有孔壁 8 0 は中央の長手軸 4 6 に向かってより急激に集束している。実際、以下でより詳しく説明する通り、有孔環状壁 7 2 は、燃料ノズル 1 2 に向かう圧縮空気 3 8 の流れを高めることがある様々な構成及び配置を備えていてもよい。

10

20

ある実施形態では、有孔環状壁 7 2 に加えて、空気流整流器 5 0 は、有孔円筒 8 2 を備えていてもよい。本質的に、有孔円筒 8 2 は、有孔環状壁 7 2 に接続しヘッドエンド領域 3 4 の燃焼器端部 7 4 に向かって後方に延在する空気流整流器 5 0 の内部有孔環状壁であってもよい。図 4 に示すように、有孔円筒 8 2 は、ヘッドエンド領域 3 4 の中央の長手軸 4 6 の周りに配置された有孔円筒壁を構成してもよい。有孔円筒 8 2 は、中央の長手軸 4 6 に沿って直径が略一定であってもよい。特に、ある実施形態では、有孔円筒 8 2 及び有孔環状壁 7 2 は互いに略同心であってもよい。一般的に、有孔円筒 8 2 は、圧縮空気 3 8 の方向を燃料ノズル 1 2 の方に最適な方法で変える際に、有孔環状壁 7 2 を補ってもよい。

30

【 0 0 2 3 】

図 5 は、ヘッドエンド領域 3 4 の実施形態の別の側断面図である。前述したように、圧縮空気 3 8 はヘッドエンド領域 3 4 に入って空気流整流器 5 0 に渡って流れてもよい。図 5 に示すように、ある実施形態では、空気流整流器 5 0 は有孔転向羽根 7 0 のみを備えていてもよい。圧縮空気 3 8 が空気流整流器 5 0 に渡って流れるときに、圧縮空気 3 8 を、ヘッドエンド領域 3 4 の中央の長手軸 4 6 に対して軸方向 8 4 及び半径方向 8 6 の両方に送ってもよい。一般的に、軸方向 8 4 に送られた圧縮空気 3 8 は、ヘッドエンド領域 3 4 の半径方向の周囲に沿った燃料ノズル 1 2 に向かって集中し、一方で、半径方向 8 6 に送られた圧縮空気 3 8 は、中央の長手軸 4 6 の近くに配置された燃料ノズル 1 2 に向かってより分散される。こうして圧縮空気 3 8 が燃料ノズル 1 2 間でより一様に分配される場合があり、圧縮空気 3 8 がヘッドエンド領域 3 4 に入る近くで燃料ノズル 1 2 に向かって集中するのとは対照的である。例えば、矢印 8 8 は、ヘッドエンド領域 3 4 において複数の燃料ノズル 1 2 間でより一様に分配された圧縮空気 3 8 を例示している。ある実施形態では、有孔転向羽根 7 0 を燃料ノズル、整流器などの特定の配置に合わせて調整してもよい。例えば、有孔転向羽根 7 0 の調整を、有孔転向羽根 7 0 の角度、幾何形状、及び長さを調整する一方で穿孔の数、サイズ、及び分布も調整することによって行なってもよい。

40

【 0 0 2 4 】

図 6 は、図 5 の線分 6 - 6 に沿って見たヘッドエンド領域 3 4 の例示的实施形態の正面断面図であり、燃料ノズル 1 2 間で圧縮空気 3 8 の半径方向に均一な分布を示す。ヘッドエンド領域 3 4 は複数の燃料ノズル 1 2 を備えていてもよい。特に、ある実施形態では、

50

ヘッドエンド領域 34 は、1つの中心に配置された燃料ノズル 90 と、中心に配置された燃料ノズル 90 の周りに半径方向に配置された複数の燃料ノズル 92、94、96、98、及び 100 とを備えていてもよい。前述したように、空気流整流器 50 は、圧縮空気 38 が燃料ノズル 90、92、94、96、98、及び 100 間で均一に分散されるとともに各個々の燃料ノズルの周りに均一に分散されるのを確実にするのに役立つことがある。例えば、中心に配置された燃料ノズル 90 に対する空気速度ベクトル 102 と、半径方向に配置された燃料ノズル 92、94、96、98、及び 100 に対する空気速度ベクトル 104、106、108、110、及び 112 とを示して、圧縮空気 38 が空気流整流器 50 によってどのように均一に分散され得るかを示す。図に示すように、空気速度ベクトル 102、104、106、108、110、及び 112 の大きさは、燃料ノズル 90、92、94、96、98、及び 100 のすべてに対して実質的に同様であってもよい。言い換えれば、空気速度は、燃料ノズル 90、92、94、96、98、及び 100 のそれぞれの中へと実質的に同じであってもよい。

10

【0025】

場合によっては、空気流整流器 50 を用いないと、外部燃料ノズル 92、94、96、98、及び 100 の付近における高速度によって、外部燃料ノズル 92、94、96、98、及び 100 の空気が不足し、一方で、中心に配置された燃料ノズル 90 に過剰に供給される傾向となることがある。空気流整流器 50 によって、外部燃料ノズル 92、94、96、98、及び 100 の付近における接線方向の速度が減少し、その結果、外部燃料ノズル 92、94、96、98、及び 100 の周りの静的な圧力が増加して、空気のより均一な分布が可能になる。

20

【0026】

また、空気流整流器 50 を用いた場合、各個々の燃料ノズル 90、92、94、96、98、及び 100 に対して、空気速度ベクトル 102、104、106、108、110、及び 112 の大きさは、特定の燃料ノズル 90、92、94、96、98、及び 100 の円周に沿って実質的に同様となることがある。例えば、半径方向に配置された燃料ノズル 92 の円周に沿った空気速度ベクトル 104 のそれぞれの大きさは、実質的に同じとなることがある。これは、やはり、少なくとも部分的には、空気流整流器 50 によって、本来は行なわれ得ない仕方で圧縮空気 38 を均一に分配できるということに起因している。

【0027】

さらに、図 7 は、図 6 の燃料ノズルの 1 つ（例えば、92）の例示的实施形態の矢視 7-7 部分側断面図であり、圧縮空気 38 の軸方向に均一な分布を示す。特に、燃料ノズル 92 に対して、空気速度ベクトル 114、116、118、及び 120 が、燃料ノズル 92 の長さに沿った複数の軸方向位置に例示されている。特に、空気速度ベクトル 114 は燃料ノズル 92 のヘッドエンド 122 付近であってもよく、空気速度ベクトル 120 は燃料ノズル 92 の燃焼器端部 124 付近であってもよい。言い換えれば、空気速度ベクトル 120の方が、圧縮空気 38 がヘッドエンド領域 34 に入る場所に近くてもよい一方で、空気速度ベクトル 114の方が、圧縮空気 38 がヘッドエンド領域 34 に入る場所から遠くてもよい。

30

【0028】

図 7 に示すように、空気速度ベクトル 114、116、118、及び 120 の大きさはすべて、実質的に同様なことがある。言い換えれば、空気速度は、対応する軸方向位置のそれぞれにおいて実質的に同じであることがある。これは、燃料ノズル 92 に対して、圧縮空気 38 がどのように軸方向により均一に分散され得るかを例示している。

40

【0029】

次に図 5 に戻って、ヘッドエンド領域 34 の空気室 68 を仕切板 126（別の状況では「キャップ」として知られる）によって燃焼器 16 から分離してもよい。図 8 は、仕切板 126 及び空気流整流器 50 の例示的实施形態の斜視図である。図 8 に示すように、仕切板 126 は、燃料ノズル 12 を収容して支持するための複数の開口部 128 を備えていてもよい。特に、開口部 128 は、燃料ノズル 12 の外部の円筒壁に対して封止を形成する

50

ように構成してもよい。ある実施形態では、図に示すように、空気流整流器 50 に付随する有孔円筒 82 が仕切板 126 に接続していてもよい。さらに、ある実施形態では、燃料ノズル 12 を副仕切板 132 の開口部 130 間に配置して、ヘッドエンド領域 34 の空気室 68 を燃焼器 16 からさらに隔離してもよい。ある実施形態では、仕切板 126、132 間のスペースに予混合アセンブリを配置してもよい。

【0030】

前述したように、空気流整流器 50 の有孔転向羽根 70 によって、ヘッドエンド領域 34 の燃料ノズル 12 間において圧縮空気 38 の均一な分布が可能になることがある。図 8 に示すように、有孔転向羽根 70 は、軸 46 の周りの周方向において断面が実質的に一定である円環形状を備えていてもよい。しかし、環状の有孔転向羽根 70 の特定の断面プロファイルは変わってもよい。例えば、穿孔の幾何形状、分布、及び穿孔のサイズは、軸 46 に対して軸方向、半径方向、及び/又は周方向において一定でも可変でもよい。例示した実施形態では、有孔環状壁 72 上の穿孔 73 は、有孔円筒 82 上の穿孔 83 よりも、サイズが小さく、より密接に互いに詰められている。さらに、穿孔 73 は直径が一定であり、一方で、穿孔 83 は上流方向に直径が小さくなっている。穿孔の幾何形状、分布、及び穿孔のサイズの他の様々な組み合わせも実施してよい。

【0031】

図 9A ~ 9H は、空気流整流器 50 の有孔転向羽根 70 の例示的实施形態の部分断面プロファイル図である。図 9A に、図 3 及び図 4 に示す空気流整流器 50 に対応する有孔転向羽根 70 の部分断面プロファイルを示す。具体的には、例示した有孔転向羽根 70 は、第 1 の有孔環状壁 78 と、第 1 の有孔環状壁 78 が接続される第 2 の有孔環状壁 80 とを備える。例示した実施形態では、第 1 の有孔環状壁 78 はヘッドエンド領域 34 の中央の長手軸 46 に向かって徐々に集束しているだけであり、一方で、第 2 の有孔壁 80 は中央の長手軸 46 に向かってより急激に収束している。しかし一般的に、有孔転向羽根 70 の例示した実施形態が備える断面プロファイルは、2 つの直線的に収束する有孔壁部分 78、80 を備えるものである。例示した実施形態では、第 1 の有孔環状壁 78 の前縁 134 はヘッドエンド領域 34 の外壁 136 の内面に接続していてもよい。しかし、図 9B に示すように、第 1 の有孔環状壁 78 の前縁 134 はヘッドエンド領域 34 の外壁 136 に接続していなくてもよい。さらに、ある実施形態では、第 1 の有孔環状壁 78 の前縁 134 を、圧縮空気 38 がヘッドエンド領域 34 に流れ込むときに通る環状通路 40 内の半径方向中心に置いてよい。この結果、有孔転向羽根 70 の周りの空気流に対して環状の間隙が形成されてもよい。

【0032】

図 9C に、図 5 及び図 8 に示す空気流整流器 50 と一致する有孔転向羽根 70 の部分断面プロファイルを示す。具体的には、例示した有孔転向羽根 70 は、湾曲形有孔環状壁 138 を備える。例示した実施形態では、湾曲形有孔環状壁 138 は、ヘッドエンド領域 34 の中央の長手軸 46 に向かう凹面形状である。しかし他の実施形態では、その代わりに、湾曲形有孔環状壁 138 はわずかに凸面であってもよい。さらに、ある実施形態では、有孔転向羽根 70 は、様々な程度の湾曲（例えば、C 形状、U 形状、J 形状、S 形状など）を伴う複数の壁部分を備えていてもよい。例示した実施形態では、湾曲形有孔環状壁 138 の前縁 140 はヘッドエンド領域 34 の外壁 136 に接続していてもよい。しかし、図 9D に示すように、湾曲形有孔環状壁 138 の前縁 140 はヘッドエンド領域 34 の外壁 136 に接続していなくてもよい。さらに、ある実施形態では、湾曲形有孔環状壁 138 の前縁 140 を、圧縮空気 38 がヘッドエンド領域 34 に流れ込むときに通る環状通路 40 内の半径方向中心に置いてよい。この場合もやはり、これによって、有孔転向羽根 70 の周りの空気流に対して環状の間隙が形成されることがある。

【0033】

しかし、これらの直線及び曲線断面は、有孔転向羽根 70 に対して用いてもよい断面のタイプの一部でしかない。さらに、より複雑な形状を用いてもよい。例えば、図 9E に、L 字形有孔転向羽根 70 に対する部分断面プロファイルを示す。図に示すように、有孔転

向羽根 70 は、ヘッドエンド領域 34 の中央の長手軸 46 に向かって直線的に収束する第 1 の有孔壁 142 と、第 1 の有孔壁 142 に接続され、やはり中央の長手軸 46 に向かって直線的に収束する第 2 の有孔壁 144 とを備えていてもよい。しかし第 2 の有孔壁 144 は、仕切板 126 に向かって後方を向き、第 1 の有孔壁 142 と第 2 の有孔壁 144 との間で L 字形部分を形成している。ある実施形態では、第 1 の有孔壁 142 と第 2 の有孔壁 144 との間の形状は略三角形であってもよいが、第 1 及び第 2 の有孔壁 142、144 は完全に直線でなくてもよい。むしろ、第 1 及び第 2 の有孔壁 142、144 は曲線であるがそれでも両者の間に略三角形が形成されている状態であってもよい。図 9A ~ 9D に関して前述したように、有孔転向羽根 70 の前縁 146 は、ヘッドエンド領域 34 の外壁 136 に接続していてもよいし接続されていなくてもよい。

10

【0034】

図 9F に、フック形有孔転向羽根 70 に対する部分断面プロファイルを示す。図に示すように、有孔転向羽根 70 は、ヘッドエンド領域 34 の中央の長手軸 46 に向かって直線的に収束する第 1 の有孔壁 148 と、第 1 の有孔壁 148 に接続され、やはり中央の長手軸 46 に向かって直線的に収束する第 2 の有孔壁 150 とを備えていてもよい。しかし第 2 の有孔壁 150 は、仕切板 126 に向かって後方を向いている。さらに、空気流整流器 50 は、第 3 の有孔壁 152 を備えていてもよい。第 3 の有孔壁 152 は、第 2 の有孔壁 150 に接続しているが、中央の長手軸 46 から離れるように発散する一方で、ヘッドエンド領域 34 の外壁 136 に向かって後方を向き、第 1 の有孔壁 148 と第 2 の有孔壁 150 と第 3 の有孔壁 152 との間にフック形部分を形成している。ある実施形態では、第 1 の有孔壁 148 と第 2 の有孔壁 150 と第 3 の有孔壁 152 との間の形状は略矩形であってもよいが、第 1、第 2、及び第 3 の有孔壁 148、150、152 は完全に直線になっ

20

【0035】

図 9G 及び 9H に、有孔転向羽根 70 に対するある程度同様の他の 2 つの部分断面プロファイルを示す。例えば、図 9G に示すのは、3/4 トラス 158 を伴う有孔壁 156 を備える有孔転向羽根 70 の部分断面プロファイルである。さらに、他の量の湾曲（例えば、一周の少なくとも 50、60、70、80、又は 90%）の有孔壁 156 を用いてもよい。こうして有孔壁 156 は、略環状の仕方でそれ自体に向かって後方に丸くなっている。同様に、図 9H に、圧縮空気 38 がヘッドエンド領域 34 に流れ込むときに通る環状通路 40 に向かって後方を向く湾曲形後縁 162 を伴う有孔壁 160 を備える有孔転向羽根 70 の部分断面プロファイルを示す。これらの実施形態のそれぞれに対して、有孔転向羽根 70 の断面プロファイルの特定の形状は変わってもよい。しかし一般的に、実施形態は、湾曲形有孔壁の後縁が環状通路 40 に向かって後方を向く有孔転向羽根 70 の断面プロファイルを備える。この場合もやはり、図 9A ~ 9D に関して前述したように、図 9G 及び 9H に示す有孔転向羽根 70 の前縁 164、166 は、ヘッドエンド領域 34 の外壁 136 に接続していてもよいし接続されていなくてもよい。

30

40

【0036】

図 9E ~ 9H に示す有孔転向羽根 70 の実施形態のそれぞれは、圧縮空気 38 の流れがヘッドエンド領域 34 の空気室 68 に入ることある程度まで直接妨げることがある後縁の特定の特徵を共有している。例えば、図 10 は、有孔転向羽根 70 の例示的实施形態の一部の斜視図である。具体的には、図 10 に示す有孔転向羽根 70 は図 9H の有孔転向羽根 70 であり、圧縮空気 38 がヘッドエンド領域 34 に流れ込むときに通る環状通路 40 に向かって後方を向く湾曲形後縁 162 を備えるものである。圧縮空気 38 がヘッドエンド領域 34 の空気室 68 に入るときに、湾曲形後縁 162 によって圧縮空気 38 の流れが実質的に妨げられることがある。これをある程度軽減するために、後縁 162 は「城構え

50

」又は「ジグザグ形」の設計を備えていてもよい。この設計は、後縁 162 において切り取り部分 168 を含んでいる。ある実施形態では、切り取り部分 168 は矩形であってもよいが、他の切り取り部分形状（例えば、三角形、円形など）を用いてもよい。切り取り部分 168 によって、圧縮空気 38 の完全速度が後縁 162 において発生することが防止されることがある。

【0037】

逆に、図 9A ~ 9H に記載された有孔転向羽根 70 のある実施形態は、圧縮空気 38 の流れがヘッドエンド領域 34 の空気室 68 に入ることをある程度まで直接妨げる後縁を備えてはいない。例えば、図 9A ~ 9D に示す有孔転向羽根 70 の実施形態は、圧縮空気 38 を空気室 68 により徐々に送り直す断面プロファイルを備えている。こうして図 9A ~ 9D に示す実施形態は、ある実施形態では、有孔壁の代わりに一枚壁を用いてもよい。一枚壁を用いると、圧縮空気 38 を案内羽根 70 の壁を通して送ることができないことがあるが、一枚壁によってやはり、圧縮空気 38 がヘッドエンド領域 34 の中央の長手軸 46 に向かって送り直されるため、燃料ノズル 12 に対する空気分布の均一化を促進する。また、穿孔を用いる実施形態では、穿孔のサイズ、数、及び分布を変えてもよい。

【0038】

本明細書に記載した空気流整流器 50 の実施形態は、多くの方法で有益なことがある。特に、空気流整流器 50 によって燃料ノズル 12 間で圧縮空気 38 のより均一な分布が形成されるため、同様に、均一な静圧場が燃料ノズル 12 の空気入口の周りに存在する。さらに、均一な静圧によって、すべての燃料ノズル 12 を通る均衡した空気質量流が可能になり、その結果、空気及び燃料の混合の均一化を促進する。さらに、各燃料ノズル 12 は実質的に同様の量の空気流を受けるため、単一の燃料ノズル 12 の設計を用いてもよく、その結果、ハードウェア又は初期コスト費用が下がる。さらに、空気及び燃料の混合がより一定になるため、排出が改善されることがある。他の利益として、燃料ノズル 12 における空気プロファイルがより均一であることを挙げてもよい。この結果、燃料ノズル 12 の保炎性能をより良好にすることができる。特に、燃料ノズル 12 における空気プロファイルがより均一であるために、速度が低下したゾーンが生じる可能性は低い。このようなゾーンがあると、火炎が燃料ノズル 12 の内部に固定されてハードウェアを破壊する可能性がある。

【0039】

本明細書の説明では、例を用いて、最良の形態を含む本発明を開示するとともに、当業者も本発明を実施できるように、例えば任意の装置又はシステムを作り及び用いること、並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もよい。このような他の例は、請求項の文字通りの言葉使いと違わない構造要素を有するか、又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。

【図 1】

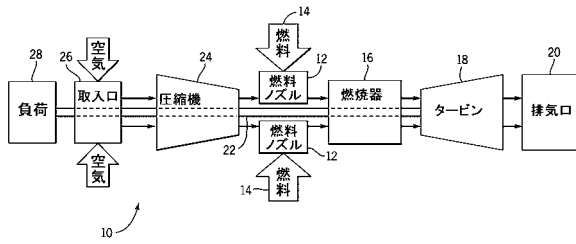


FIG. 1

【図 3】

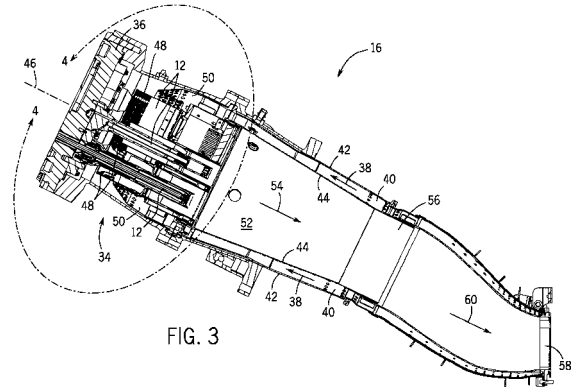


FIG. 3

【図 2】

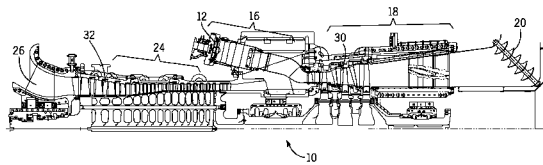


FIG. 2

【図 4】

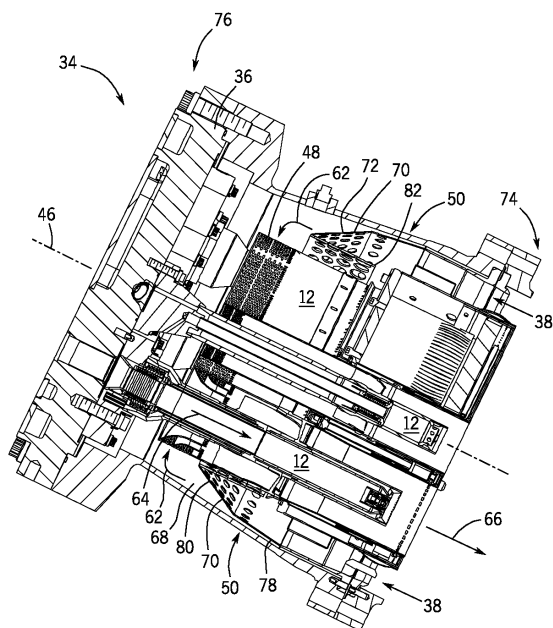


FIG. 4

【図 5】

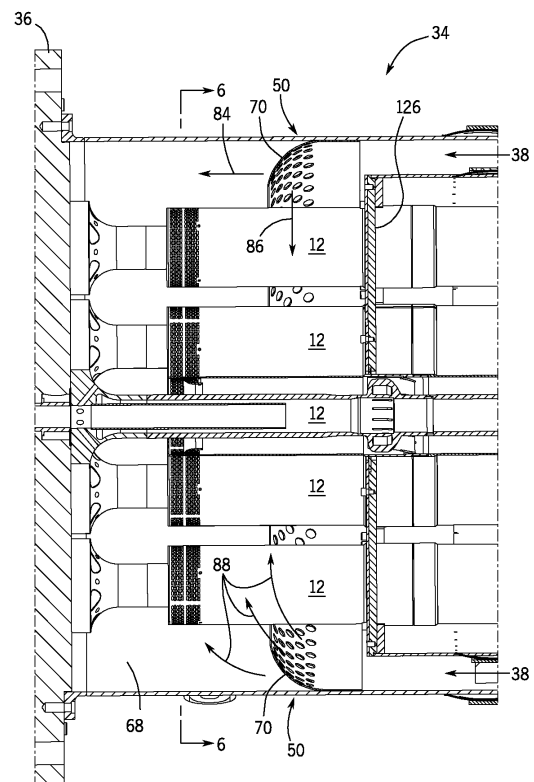


FIG. 5

【圖 7】

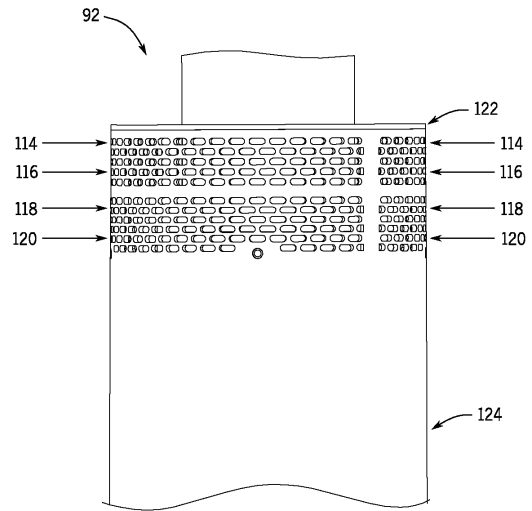


FIG. 7

【 図 9 A 】

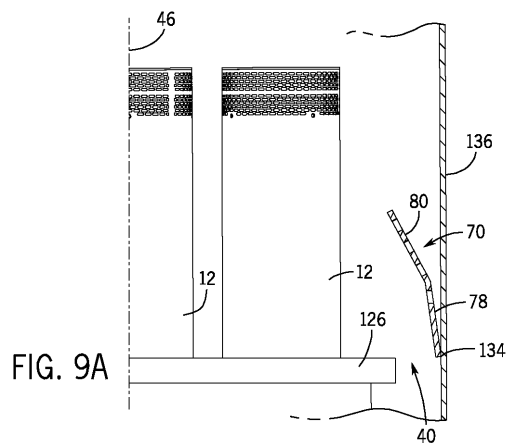
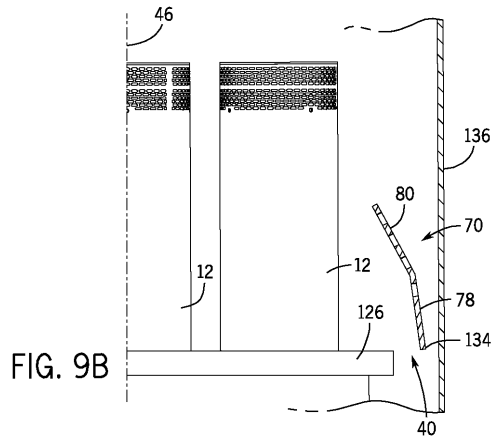
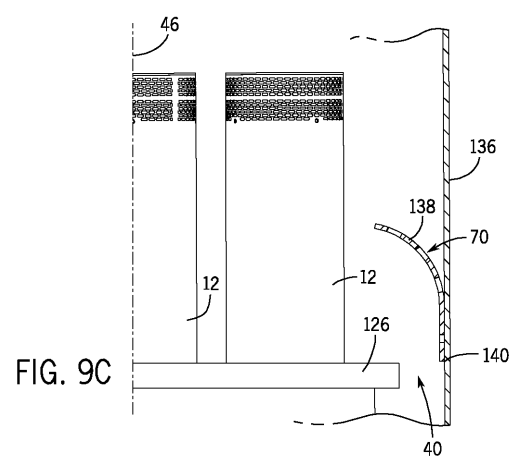


FIG. 9A

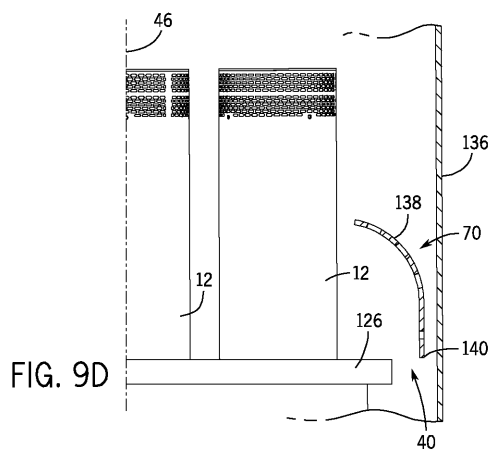
【図 9 B】



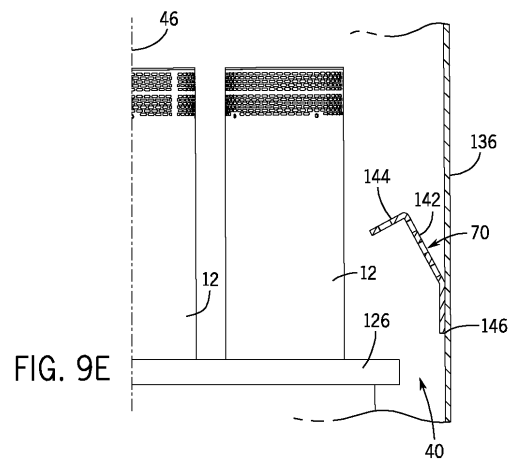
【図 9 C】



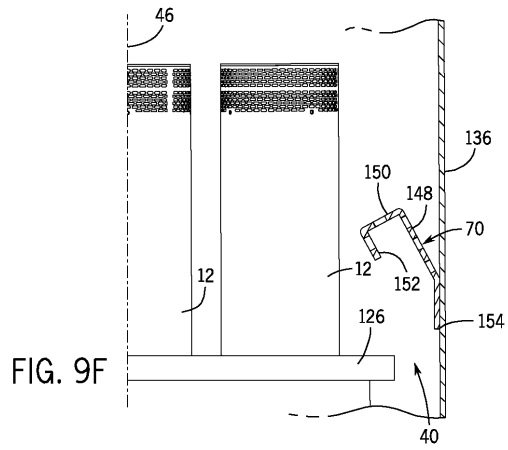
【図 9 D】



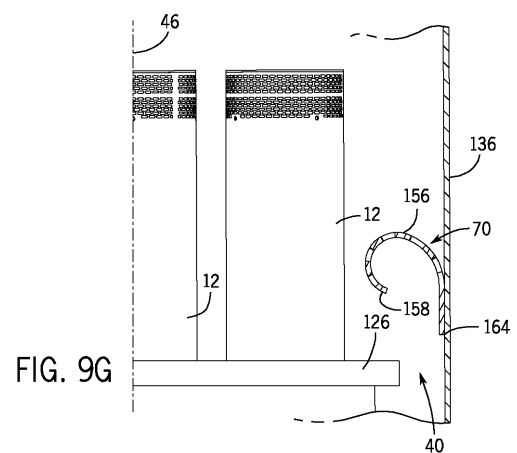
【図 9 E】



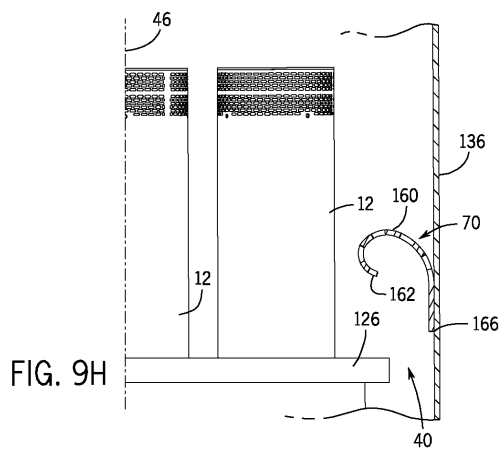
【図 9 F】



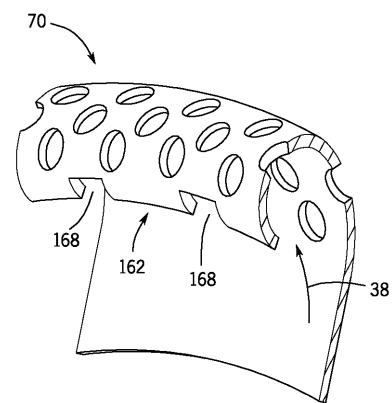
【図 9 G】



【図 9 H】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 ジェイソン・サーマン・スチュワート

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーア、セント・クロワクス・コート、308番

審査官 岡本 健太郎

(56)参考文献 特開2000-346361(JP,A)

特開2004-77076(JP,A)

特開平11-344224(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23R 3/16

F23R 3/28