

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5236769号
(P5236769)

(45) 発行日 平成25年7月17日 (2013. 7. 17)

(24) 登録日 平成25年4月5日 (2013. 4. 5)

(51) Int. Cl.	F I
F 2 3 R 3/28 (2006. 01)	F 2 3 R 3/28 D
F 2 3 R 3/34 (2006. 01)	F 2 3 R 3/34
F 2 3 R 3/30 (2006. 01)	F 2 3 R 3/30
F 2 3 R 3/06 (2006. 01)	F 2 3 R 3/06

請求項の数 13 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-84134 (P2011-84134)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成23年4月6日 (2011. 4. 6)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2011-220673 (P2011-220673A)		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23年11月4日 (2011. 11. 4)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成24年6月13日 (2012. 6. 13)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	12/758, 296	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成22年4月12日 (2010. 4. 12)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
早期審査対象出願			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	ロナルド・ジェームス・チラ
			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、ピーオー・ボックス 648
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料ステーキングによる燃焼器出口温度プロファイル制御及び関連方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼器ライナ (3 8) により画定された燃焼室 (3 9) であって、前記燃焼器ライナが、前記燃焼室に燃料を供給して該燃料を圧縮機 (1 2) から供給される空気と混合するように配置された 1 つ以上のノズル (3 2) を支持する上流側端部カバー (3 0) を有している、燃焼室 (3 9) と、

前記燃焼器ライナの下流側端部と第 1 段タービンノズルとの間に接続されたトランジションダクト (2 0) であって、燃焼気体生成物を前記第 1 段タービンノズルに供給するトランジションダクト (2 0) と、

前記第 1 段タービンノズルの上流において前記トランジションダクト (2 0) 内に追加の燃焼用燃料及び空気を導入するための、前記トランジションダクト (2 0) の後端部に配置された複数の燃料噴射ノズル (5 6、5 8) であって、前記第 1 段タービンノズルのベーン (5 0、5 2、5 4) に近接して周方向に前記ベーンの間に配置されており、各々が周囲の圧縮機吐出空気から空気を導入するための開口端部及び前記圧縮機吐出空気を前記複数の燃料噴射ノズル (5 6、5 8) に供給された燃料と混合するスワラ装置を有している、複数の燃料噴射ノズル (5 6、5 8) と

を有するガスタービン燃焼器 (1 0) 。

【請求項 2】

前記複数の燃料噴射ノズル (5 6、5 8) が、前記トランジションダクト (2 0) 内の燃焼気体生成物の流れに対してほぼ垂直方向に追加の燃料及び空気を導入するように構成

10

20

されている、請求項 1 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 3】

前記複数の燃料噴射ノズル（５６、５８）が、前記トランジションダクト（２０）の長手軸の両側に配置されかつ周方向に前記第１段タービンノズルの３つの隣接するベーンの間に各々配置された一対の燃料噴射ノズルを含んでいる、請求項 2 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 4】

前記複数の燃料噴射ノズル（５６、５８）が、３つの燃料噴射ノズルから成る、請求項 1 又は請求項 2 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 5】

前記複数の燃料噴射ノズル（５６、５８）が、第１段タービンノズルの入口温度を上昇させるが、前記トランジションダクト（２０）及び前記第１段タービンノズルの前記ベーンの表面から高いピーク温度を遠ざけるように設置されている、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 6】

燃焼ガス温度が比較的低い領域により多くの燃料が供給されるように、前記複数の燃料噴射ノズル（５６、５８）に供給される燃料が差動的に導入される、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 7】

圧縮機（１２）と、

環状アレイ状に配置された複数の燃焼器であって、各燃焼器が燃焼室（３９）に燃料を供給するように構成された１つ以上の燃料ノズルを有し、各燃焼器（３９）が燃焼室と第１段タービンノズルとを接続するトランジションダクト（２０）を有する複数の燃焼器と

、
前記トランジションダクト（２０）の後端部に設置された複数の燃料噴射ノズルと、
各トランジションダクト（２０）の前記複数の燃料噴射ノズルに燃料を供給するように構成されたマニホールドと
を有するガスタービンであって、

前記複数の燃料噴射ノズルは、前記トランジションダクト（２０）の出口開口の輪郭内に少なくとも部分的に露出される第１段タービンノズルのベーン（５０、５２、５４）の数よりも１つだけ少なく、前記第１段タービンノズルのベーン（５０、５２、５４）に近接して周方向に前記ベーンの間に配置されており、各々が圧縮機吐出空気を前記燃料噴射ノズル（５６、５８）に導入するための開口端部及び前記燃料噴射ノズル（５６、５８）内部で燃料と空気を混合するスワラ装置を有する、ガスタービン。

【請求項 8】

前記第１段タービンノズルのベーン（５０、５２、５４）に近接して周方向に前記ベーンの間に配置された前記複数の燃料噴射ノズル（５６、５８）が、前記トランジションダクト（２０）内の燃焼気体生成物の流れに対してほぼ垂直方向に追加の燃料及び空気を導入するように構成されている、請求項 7 に記載のガスタービン。

【請求項 9】

前記複数の燃料噴射ノズル（５６、５８）が、第１段タービンノズルの入口温度を上昇させるが、前記トランジションダクト（２０）及び前記第１段タービンノズルベーンの隣接した表面から高いピーク温度を遠ざけるように設置されている、請求項 7 又は請求項 8 に記載のガスタービン。

【請求項 10】

燃焼器出口温度プロファイルを管理する方法であって、当該方法が、

（a）タービン燃焼室（３９）から第１段タービンノズルに、少なくとも部分的に前記燃焼室（３９）を画定する燃焼器ライナ（３８）の一端部に取り付けられたトランジションダクト（２０）を介して燃焼ガスを流すステップと、

（b）複数の燃料噴射ノズル（５６、５８）を前記燃焼室（３９）から離れた前記トラン

10

20

30

40

50

ジションダクト(20)の後端部に配置するステップと、
(c)追加の燃焼用燃料を、前記複数の燃料噴射ノズルに供給するステップと
を含んでおり、
前記ステップ(b)が、前記複数の燃料噴射ノズル(56、58)を第1段タービンノズルのペーン(50、52、54)に近接して周方向に前記ペーンの間配置することによって実施され、前記複数の燃料噴射ノズル(56、58)の各々が前記複数の燃料噴射ノズル(56、58)の各々の内部で前記燃料と圧縮機吐出空気を混合させるために前記圧縮機吐出空気をスワラ装置に引き込む、方法。

【請求項11】

前記ステップ(c)の間、前記複数の燃料噴射ノズル(56、58)の各々に異なる量の燃料を供給する、請求項10に記載の方法。

10

【請求項12】

前記複数の燃料噴射ノズル(56、58)の数が、前記トランジションダクト(20)の出口開口の輪郭内に少なくとも部分的に露出される前記第1段タービンノズルペーン(50、52、54)の数よりも1つだけ少ない、請求項10又は請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記複数の燃料噴射ノズル(56、58)が、前記トランジションダクト(20)内の燃焼気体生成物の流れに対してほぼ垂直方向に追加の燃料を導入するように構成される、請求10乃至請求項12のいずれか1項に記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概してガスタービン機器に関し、特に燃焼器出口温度プロファイルを管理するべく燃料のレイト噴射を行うように構成された筒形燃焼器に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンは概して、圧縮機、1つ以上の燃焼器、燃料噴射システム、及び多段タービン部を含む。通常は、圧縮機が吸気を加圧し、その後この加圧された吸気が方向を変え、即ち燃焼器へと逆方向に流れて、燃焼器の冷却に加えて燃焼プロセスでの空気供給に用いられる。一部の多筒式タービンにおいて、燃焼器そのものは、概して「カンニュラ(cannular)」アレイとよばれる円形構造でタービンロータの周りに設置されており、トランジションダクトで燃焼ガスを各々の燃焼器からタービン部の第1段へと送給する。

30

【0003】

更に具体的に、典型的なガスタービン構成では、タービンケーシングに固定された略円筒状の燃焼器ケーシングを各燃焼器が含む。各燃焼器は更に、フロースリーブと、このフロースリーブ内にほぼ同心状に配置された燃焼器ライナとを含む。フロースリーブと燃焼器ライナのいずれもが、その下流側又は後端部の二重壁トランジションダクトと、その上流側又は前端部の燃焼器ライナキャップアセンブリとの間に延在する。トランジションダクトの外壁とフロースリーブの一部分には、それぞれの表面のかなりの部分にわたって、冷却空気供給穴の構造が設けられており、これによって圧縮器空気が、トランジションピースの内壁と外壁との間の、燃焼器ライナとフロースリーブとの間の半径方向の空間に流入して、燃焼器の上流側部分に向けて逆流し、燃焼器の上流側部分で再び逆流して、キャップアセンブリを通り、燃焼器ライナの燃焼室に流入する。乾式低NOx(DLN)ガスタービンは通常、液体燃料と気体燃料の両方の能力を有する二元燃料燃焼器を使用する。1つの一般的な構成では、燃料と空気を燃焼室に供給するように配置された、中心の二元燃料ノズルを取り巻く5つの二元燃料ノズルを含む。

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第7421843号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、様々な動作状態において、高い効率を得るためには、燃焼ガス温度を比較的高く維持してタービンの第1段に導入することが望ましい。ところが、燃焼ガス温度を所望の高レベルに維持することは、こうした高温に曝される高温ガス流路部品の耐用寿命に悪影響を及ぼすことが多い。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

例証的且つ非限定的な第1の実施形態により、本発明は、燃焼室ライナにより画定された燃焼室であって、このライナが、燃料と圧縮機から供給される空気とを混合する燃焼室に燃料を供給するように構成された1つ以上のノズルを支持する上流側端部カバーを有する燃焼室と、燃焼室ライナの下流側端部と第1段タービンノズルとの間に接続されたトランジションダクトであって、燃焼気体生成物(gaseous products of combustion)を第1段タービンノズルに供給するトランジションダクトと、このトランジションダクトの後端部に配置された、第1段タービンノズルの上流においてトランジションダクトに追加の燃焼用燃料及び空気を導入するための、1つ以上の追加燃料噴射ノズルと、を有するガスタービン燃焼器を提供する。

20

【0007】

例証的且つ非限定的な別の態様により、圧縮機と、環状アレイ状に配置された複数の燃焼器であって、各燃焼器が燃焼室に燃料を供給するように構成された1つ以上の燃料ノズルを有し、各燃焼器が燃焼室と第1段タービンノズルとを接続するトランジションダクトを有する複数の燃焼器と、トランジションダクトの後端部に設置された1つ以上の追加燃料噴射ノズルと、各トランジションダクトの追加燃料噴射ノズルに燃料を供給するように構成されたマニホールドと、を有するガスタービンを提供する。

【0008】

30

例証的且つ非限定的なまた別の態様により、燃焼器出口温度プロファイルを管理する方法であって、(a)少なくとも部分的に燃焼室を画定する燃焼器ライナの一端部に取り付けられたトランジションダクトを介して、燃焼ガスをタービン燃焼室から第1段ノズルへと流すステップと、(b)1つ以上の燃料噴射ノズルを燃焼室から離れたトランジションダクトの後端部に配置するステップと、(c)所望の燃焼器出口温度プロファイルの達成に十分な量の燃料を、1つ以上の燃料噴射ノズルに供給するステップと、を含む方法を提供する。

【0009】

これより、下記図面に関連して本発明を詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

40

【0010】

【図1】既知のガスタービン燃焼器の部分断面図である。

【図2】燃焼器トランジションダクトとタービンの第1段ノズルとの接触面の上面斜視部分概略図である。

【図3】追加燃料ノズルが本発明の例証的且つ非限定的な実施形態のようにトランジションダクト内に組み込まれていない燃焼器のトランジションダクトの出口端部における、平均温度プロファイルとピーク温度プロファイルの線図である。

【図4】図3と同様の線図であるが、例証的且つ非限定的な実施形態に従って追加ノズルを組み込んだトランジションダクトの平均温度プロファイルとピーク温度プロファイルを示す線図である。

50

【図 5】本明細書に開示の例証的且つ非限定的な実施形態に従ったレイト希薄燃料噴射技術のタイミングを示す、タービンの個々の動作状態の流れ図である。

【図 6】本明細書に記載の例証的且つ非限定的な実施形態に従ったダクト壁及びノズルペーンに対するピーク温度領域の位置を示す、トランジションダクトとノズルペーンの概略端面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

まず図 1 を参照すると、既知のガスタービン 10（部分的に図示）は、圧縮機 12（同じく部分的に図示）、複数のカンニュラ型燃焼器 14（うち 1 つを図示）、ここでは単一のノズルブレード 16 で示すタービン部を含む。特に図示しないが、タービンは、共通の軸、即ちロータ軸に沿って圧縮機 12 に駆動的に接続されている。圧縮機 12 は、吸気を加圧し、その後この加圧された吸気が燃焼器 14 へと逆方向に流れ、燃焼器の冷却と燃焼プロセスでの空気供給に用いられる。しかし、本発明がカンニュラ型燃焼器に限定されないことは、理解できよう。

10

【0012】

上述したように、複数の燃焼器 14 が、ガスタービンの軸周りに環状アレイ状に設置されている。トランジションダクト 18 が、各燃焼器の後端部とタービンの入口端部とを接続しており、高温の燃焼生成物がタービン第 1 段に送給される。点火は、個々の燃焼器 14 において、火花発生装置と火炎伝播管 22（うち 1 つを図示）とを併用して、通常通りに行われる。

20

【0013】

各燃焼器 14 は、タービンケーシング 26 にボルト 28 で固定されたほぼ円筒状の燃焼器ケーシング 24 を含む。燃焼器ケーシングの前端部は、当該技術分野において周知のように、気体燃料、液体燃料、空気、水を燃焼器に送る、供給管とマニホールドとこれに付随する弁を含む端部カバーアセンブリ 30 によって閉鎖される。端部カバーアセンブリ 30 は更に、燃焼器の長手軸周りに円形アレイ状に配置された複数（例えば 3 ~ 6 個）の「外側」燃料ノズルアセンブリ 32（便宜上及び明瞭化のために図 1 ではうち 1 つのみを図示）と 1 つの中心ノズル（図 1 には図示せず）とを支持する。

【0014】

燃焼器ケーシング 24 内には、この燃焼器ケーシングの後端部においてトランジションダクト 18 の外壁 36 に接続されたほぼ円筒状のフロースリーブ 34 が、この燃焼器ケーシングに対してほぼ同心状に取り付けられている。フロースリーブ 34 は、その前端部において、放射状フランジ 35 によって、燃焼器ケーシング 24 の前側部分と後側部分とが接合される突合せ接合部 37 で、燃焼器ケーシング 24 に接続されている。

30

【0015】

フロースリーブ 34 内には、燃焼室 39 を画定する、自身の後端部においてトランジションダクト 18 の内壁 40 に接続された、同心状に配置された燃焼器ライナ 38 がある。燃焼器ライナ 38 の前端部は、燃焼器ライナキャップアセンブリ 42 により支持され、このキャップアセンブリが更に、燃焼器ライナ 24 内で、複数の支柱とこれに付随する取付け機構（詳細には図示せず）とにより支持される。

40

【0016】

トランジションダクト 18 の外壁 36 及びフロースリーブ 34 には、一連の孔部 44 が設けられており、これによって、この孔部 44 を通って圧縮機吐出空気がフロースリーブ 34 と燃焼器ライナ 38 との間の環状空間に流入し、この環状空間で空気が燃焼器の上流側端部に向かって（図 1 に流れを矢印で示すように）逆方向に流れる。これは周知の構成であり、更に論述の必要はない。

【0017】

図 2 を参照すると、改良型のトランジションダクト 20 が、比較的剛性の周縁フレーム部材 46 と全体を 48 で示した追加の取付け金具とで画成されたこのダクトの後端部において、タービン部の第 1 段に取り付けられている。トランジションダクトのフレーム及び

50

取付け金具は、一般に周知であり、本発明のいかなる部分も構成しない。タービンの第1段ノズルは、図2では第1段ノズルベーン50、52、54で示されており、これらのノズルベーンは、タービンロータ（図示せず）の第1段ホイールに取り付けられたブレード又はバケットに隣接して、環状アレイ状に配置されることがわかる。

【0018】

例証的且つ非限定的な実施形態によると、2つ以上のレイト希薄燃料噴射ノズル56、58（単に「燃料噴射ノズル」ともいう）が、取付け金具48と剛性フレーム46に近接する後端部20においてトランジションダクトに取り付けられており、二重壁ダクト、即ち外壁36と内壁40を貫通して延在する。燃料は、マニホールド60と、一連のカンニュラ式燃焼器の後端部を取り巻く別のマニホールド（図示せず）まで延在する供給管62とによって、噴射ノズル56、58に供給される。こうして、この取り巻きマニホールドが、燃料噴射ノズル56、58と、幾つかの燃焼器トランジションダクトの各々に関連するランチ管入口64、66とに燃料を供給する。

10

【0019】

任意で、本明細書に記載の本発明を制限することなく、燃料噴射ノズル56、58がそれぞれ、圧縮機吐出空気をノズル内に引き込んでこれをマニホールド60により供給される燃料と混合する、上側開口端部68、70を有してもよい。必要に応じて、空気と燃料をよく混合した後でトランジションダクト18内に噴射できるように、内部スワラ装置72、74もノズル56、58内に含めてもよい。当業者にはわかるように、燃料と混合する空気が、所望の量だけ引き込まれ、その後、トランジションダクト内の燃焼ガス流に対してほぼ垂直にトランジションダクトに導入されるように、噴射ノズル56、58の開口端部68、70の大きさを選択できる。この混合気の点火は、任意の適切な、或いは従来の手段によって実施される。

20

【0020】

また、図2から明らかなように、燃料噴射ノズル56、58は、下流側で対を成すタービン第1段ノズルベーン50、52と52、54との間に、トランジションダクトの長手軸の両側に位置するように、略周方向に配置されている。したがって、図示の実施形態では、噴射ノズル56がノズルベーン50及び52の間に周方向に配置され、噴射ノズル58がノズルベーン52及び54の間に周方向に配置される。図示の実施形態において、3つのノズルベーンが、トランジションダクト20の出口開口の輪郭（profile）内に概ね配置されている。その他のタービン用途では、トランジションダクトの出口の輪郭内に4つのノズルベーンがあることもあり、その場合には、3つのレイト希薄燃料噴射ノズルも、それぞれの隣接する対を成すベーンどうしの間に周方向に配置される。

30

【0021】

レイト希薄燃料噴射ノズル56、58をトランジションダクト18の後端部に設置し、第1段ノズルベーン50、52、54を適正に位置合わせすることにより、高温ガス流路の燃焼器部品をピーク温度に曝すことなく、燃焼器出口温度の平均温度プロファイルを維持すること、或いはこれを更に上昇させることができる。換言すると、レイト希薄燃焼を、通常はトランジションダクト18の後端部よりも高温である燃焼室39の下流で生じる。加えて、このレイト希薄噴射燃焼により創出されるピーク温度領域は、ダクト壁から離れており、図6の P_1 及び P_2 に示すように、第1段ノズルベーンどうしの間に周方向に位置する。

40

【0022】

出口温度プロファイルを維持しながら高温ガス流路部品の耐用寿命を延ばすことに関する本発明のもう1つの利点が、図3と図4の比較からも見てとれる。図3では、平均温度プロファイルとピーク温度パターンとが完全に対称ではなく、これは、いわゆるコールドストリークが、水平線76及び78で示したトランジションダクト側壁の一方の側に、より接近していることを示している。プロファイルをより均一に維持するためには、レイト希薄燃料噴射ノズル56、58への燃料供給を異ならせて、コールドストリークの特徴がある側に、ダクトの他方の側よりも多くの燃料を供給するとよい。レイト希薄燃料噴射器

50

を追加することによって、温度プロファイルをより均一にできると同時に、図4に示すように、ピーク温度パターンをトランジションダクトの側壁から離れる方向に逸らすことができる。換言すると、図3と図4の間のように平均出口温度を変化させずに維持し、ピーク温度パターンをトランジションダクト側壁76、78から離れる方向に操作する。

【0023】

換言すると、ピーク温度を金属部品から離しておくことができる上に、タービン内に送り込む熱全体を増加させたり調節したりすることで、より均一な出口温度プロファイルを得られる。これによって、部品の耐用寿命が延び、タービンの出力効率が向上する。

【0024】

図5では、スタートアップから全速全負荷状態までのタービンの個々の動作状態を、流れ図の形で示す。具体的には、スタートアップ後、タービンが全速無負荷状態になり、その後、通常は高温ガス流路部品の耐久性によって制限される燃焼温度(firing temperature)になる。本明細書に記載の実施形態に従ったレイト希薄燃料噴射を用いることにより、高温ガス流路の耐久性に悪影響を及ぼすことなくタービンの燃焼温度を高めることができ、タービンを全速全負荷状態にしても相応の部品耐久性を得ることができる。

【0025】

現時点で最も実用的且つ好ましいと思われる実施形態に関連して本発明を説明したが、本発明は開示の実施形態に限定されることなく、むしろ、添付の特許請求の範囲に含まれる様々な改変及び等価の構造も包含することを意図していることを理解されたい。

【図1】

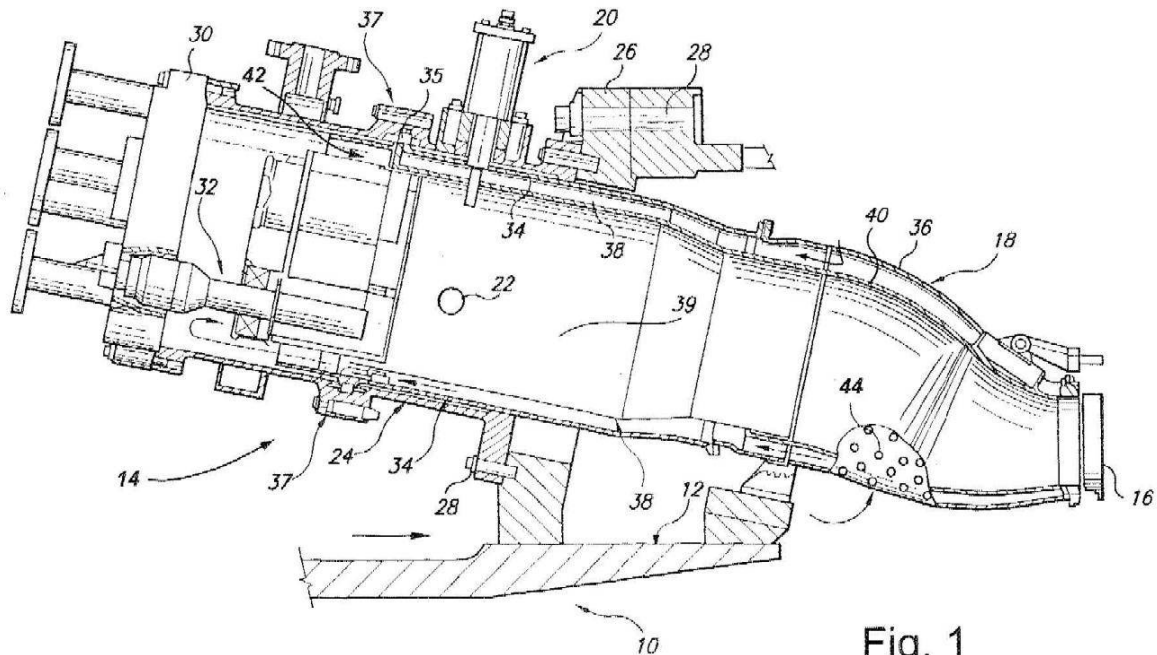


Fig. 1
(先行技術)

【図2】

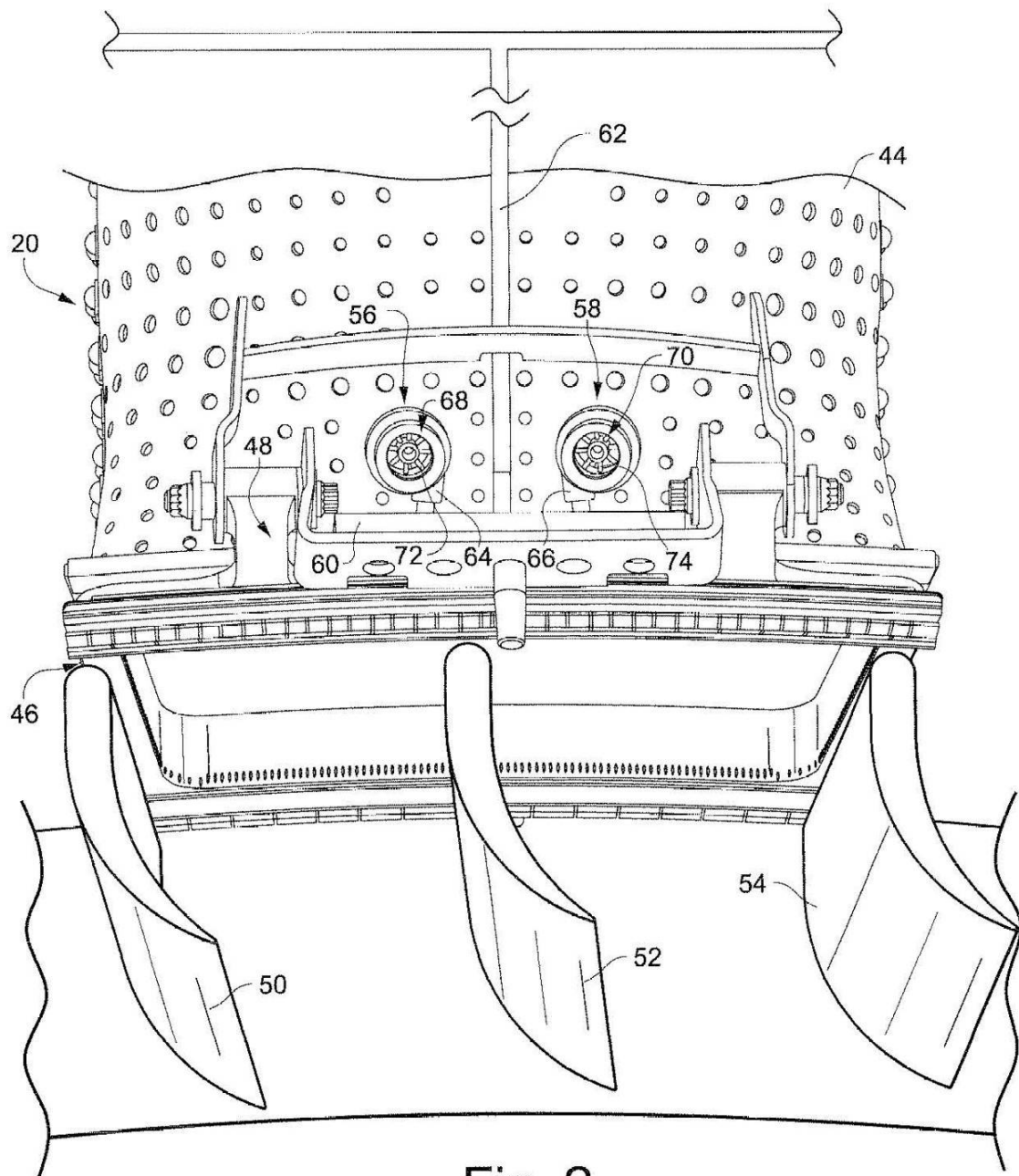


Fig. 2

【図 3】

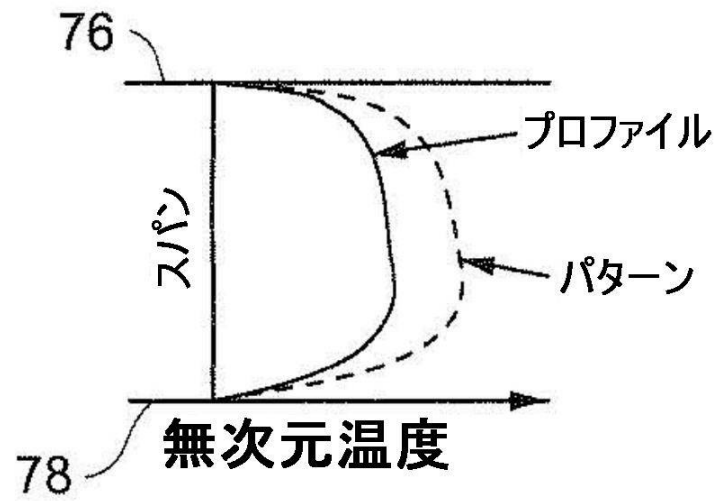


Fig. 3

【図4】

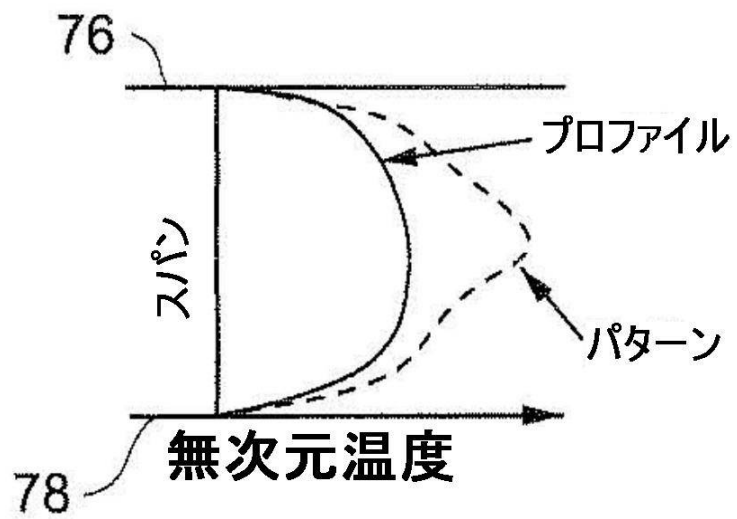


Fig. 4

【図 5】

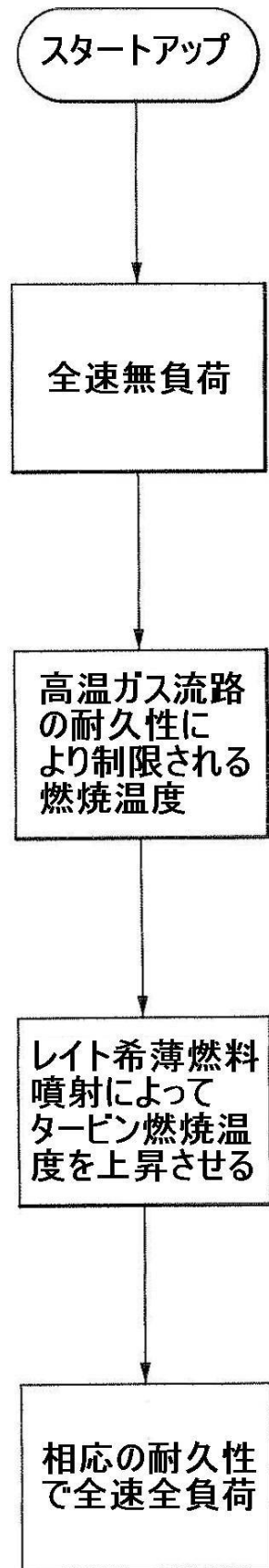


Fig. 5

【図 6】

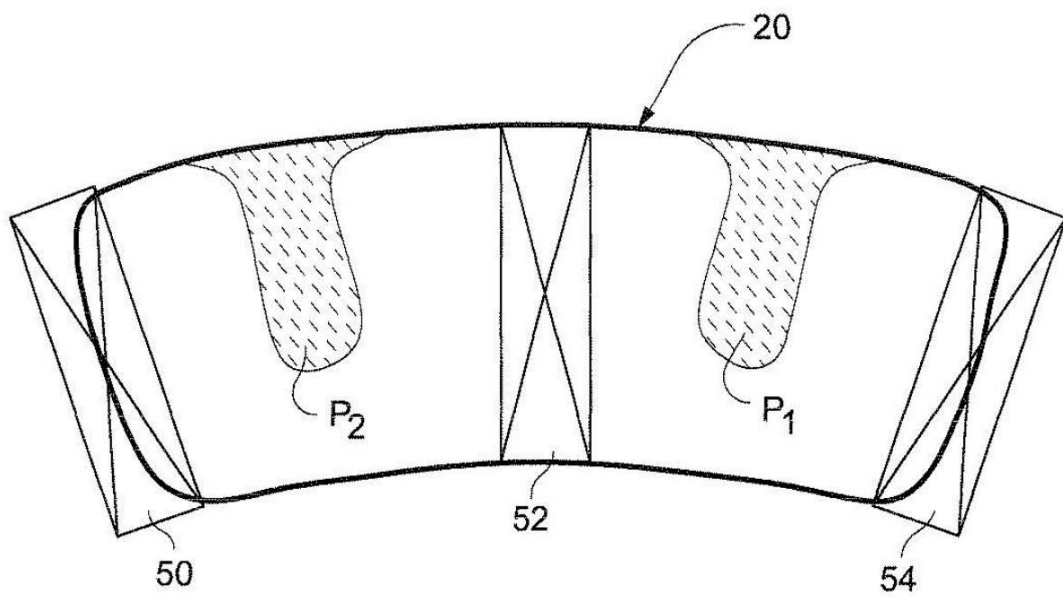


Fig. 6

フロントページの続き

(72)発明者 マーク・ハドレー

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、ピー
オー・ボックス648

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0071159(US, A1)

特開2008-275299(JP, A)

特開2000-199626(JP, A)

米国特許第05974781(US, A)

米国特許第03701255(US, A)

米国特許第02520967(US, A)

特開2005-344981(JP, A)

特開2006-010193(JP, A)

特開2009-243875(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23R 3/28

F23R 3/30

F23R 3/34