

(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2017-115869

(P2017-115869A)

(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F02C 7/18 (2006.01)	F02C 7/18 Z	
F23R 3/06 (2006.01)	F02C 7/18 C	
	F23R 3/06	

審査請求 有 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-237196 (P2016-237196)	(71) 出願人	390041542
(22) 出願日	平成28年12月7日 (2016.12.7)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(31) 優先権主張番号	14/972,281		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(32) 優先日	平成27年12月17日 (2015.12.17)		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
(33) 優先権主張国	米国 (US)		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】 燃焼器組立体に使用するための燃焼ライナおよび製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】燃焼器組立体に使用するための燃焼ライナを提供する。

【解決手段】燃焼ライナは、主流軸線が通って延在する燃焼室を画定する側壁を含む。燃焼室は、その中を通る燃焼ガスの流れを、主流軸線に対して斜めを向く混合器旋回流軸線に沿って送る。燃焼ライナはまた、側壁内に画定されたフィルム冷却孔を含む。フィルム冷却孔は、燃焼室内に加圧流体ジェットを吐出するように構成され、かつ、少なくとも、第1の列と、第1の列から第1の距離に配置された第2の列とに配置される。第1の列のフィルム冷却孔から吐出された加圧流体ジェットが、燃焼ガスの流れと混合したとき、第2の列のフィルム冷却孔とは位置が合わない吐出流軸線に沿って向けられるように、フィルム冷却孔は配置される。

【選択図】図1

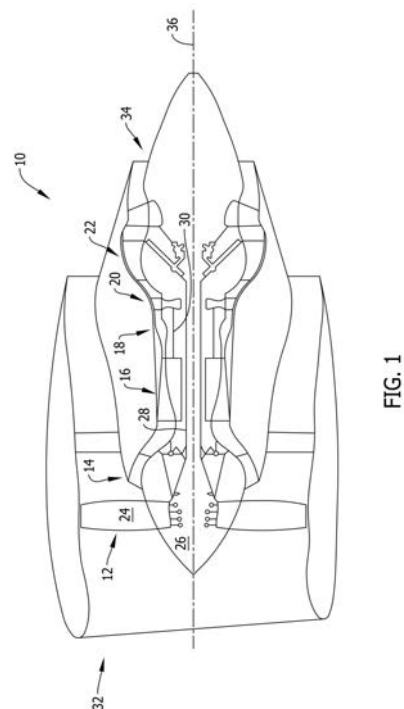


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼器組立体(18)に使用するための燃焼ライナ(100)であって、

主流軸線(130)が通って延在する燃焼室(106)を画定する側壁(134)であって、前記燃焼室(106)が、その中を通る燃焼ガスの流れを、前記主流軸線(130)に対して斜めを向く混合器旋回流軸線(132)に沿って送るように構成された、側壁(134)と、

前記側壁(134)内に画定された複数のフィルム冷却孔(126)であって、前記燃焼室(106)内に加圧流体ジェット(128)を吐出するように構成され、少なくとも、フィルム冷却孔の第1の列(140)と、前記第1の列(140)から第1の距離にあるフィルム冷却孔の第2の列(142)とに配置され、かつ、前記第1の列(140)のフィルム冷却孔(146)から吐出された前記加圧流体ジェット(128)が、前記燃焼ガスの流れと混合したとき、前記第2の列(142)のフィルム冷却孔(150)とは位置が合わない吐出流軸線(148)に沿って向けられるように配置された複数のフィルム冷却孔(126)と

を備える燃焼ライナ(100)。

【請求項 2】

前記第1の列(140)および前記第2の列(142)が前記主流軸線(130)に対して横切るように延在する、請求項1記載の燃焼ライナ(100)。

【請求項 3】

前記第1の列(140)および前記第2の列(142)のそれぞれに配置された前記複数のフィルム冷却孔(126)が、互いに等距離の間隔を置いて配置された、請求項1記載の燃焼ライナ(100)。

【請求項 4】

前記第2の列(142)の前記フィルム冷却孔(150)が、前記主流軸線(130)に対して、前記第1の列(140)の前記フィルム冷却孔(146)から前記等距離の長さの半分より短い距離だけずれている、請求項3記載の燃焼ライナ(100)。

【請求項 5】

前記複数のフィルム冷却孔(126)が、前記第1の列(140)から、前記第1の距離より長い第2の距離に配置されたフィルム冷却孔の第3の列(144)を含み、前記第3の列(144)のフィルム冷却孔(154)が前記吐出流軸線(148)と実質的に位置が合うように、前記第3の列(144)の前記フィルム冷却孔(154)が前記主流軸線(130)に対して前記第1の列(140)の前記フィルム冷却孔(146)からずれている、請求項1記載の燃焼ライナ(100)。

【請求項 6】

前記吐出流軸線(148)が前記主流軸線(130)に対して斜めを向く、請求項5記載の燃焼ライナ(100)。

【請求項 7】

前記第1の列(140)の前記フィルム冷却孔(146)が、前記吐出流軸線(148)が前記主流軸線(130)に対して、前記主流軸線(130)と前記混合器旋回流軸線(132)との間で画定された角度の約半分の角度となるような速度で前記加圧流体ジェット(128)を吐出する、請求項5記載の燃焼ライナ(100)。

【請求項 8】

主流軸線(130)が通って延在する燃焼室(106)を画定する側壁(134)と、

前記側壁(134)内に画定された複数のフィルム冷却孔(126)であって、前記燃焼室(106)内に加圧流体ジェット(128)を吐出するように構成され、かつ、少なくとも、フィルム冷却孔の第1の列(140)と、前記第1の列(140)から第1の距離にあるフィルム冷却孔の第2の列(142)とに配置された複数のフィルム冷却孔(126)と

を備える燃焼ライナ(100)と、

前記燃焼ライナ(100)の上流端に配置された混合器(118)であって、燃焼ガスの流れを、前記主流軸線(130)に対して斜めを向く混合器旋回流軸線(132)に沿って前記燃焼室(106)内に送るように構成された混合器(118)とを備える燃焼器組立体(18)であって、前記第1の列(140)のフィルム冷却孔(146)から吐出された前記加圧流体ジェット(128)が、前記燃焼ガスの流れと混合したとき、前記第2の列(142)のフィルム冷却孔(150)とは位置が合わない吐出流軸線(148)に沿って向けられるように、前記複数のフィルム冷却孔(126)が配置された、燃焼器組立体(18)。

【請求項9】

前記第1の列(140)および前記第2の列(142)が、前記主流軸線(130)に対して横切るように延在する、請求項8記載の燃焼器組立体(18)。

10

【請求項10】

前記第1の列(140)および前記第2の列(142)のそれぞれに配置された前記複数のフィルム冷却孔(126)が、互いに等距離の間隔を置いて配置された、請求項8記載の燃焼器組立体(18)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は一般に、タービンエンジンに関し、より詳細には、改善されたフィルム冷却孔配置を有する燃焼器組立体の燃焼ライナに関する。

20

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンでは、圧縮機内で加圧された空気は燃焼器内で燃料と混合されて高温燃焼ガスを発生する。エネルギーはまず、高圧タービン(HPT: high pressure turbine)内でガスから取り出されて圧縮機に動力を与え、続いて、低圧タービン(LPT: low pressure turbine)内で取り出されてターボファン航空機エンジン用のファン、または船用または産業用の外部シャフトに動力を与える。一般に、エンジン効率は燃焼ガスの温度の上昇とともに向上する。しかしながら、ガス温度を上げると、ガス流路に沿った様々な構成部品の運転温度が上がり、それによって、このような構成部品の耐用寿命を延ばすことを容易にするために、これらを冷却する必要性が高まる。

30

【0003】

例えば、公知の燃焼器は、ガスタービンエンジンの作動中に冷却を必要とする燃焼ライナを含む。公知のタービンノズルは、同じく冷却を必要とする中空ペーンを含む。少なくともいくつかのガスタービンエンジンでは、高温の燃焼ガスに曝される流路構成部品は圧縮機抽気を使用して冷却される。例えば、少なくともいくつかの公知の構成部品は、燃焼ライナまたはノズル内に画定されたフィルム冷却孔を通じて圧縮機抽気を送る。特に燃焼ライナでは、フィルム冷却孔は典型的には、ガスタービンエンジンの主流軸線に対して横切るように延在する列状に配置され、隣接する列のフィルム冷却孔は、千鳥構成で互いにずれている。しかしながら、燃焼器の中を流れる高温の燃焼ガスの自然な旋回によって、燃焼ライナに沿ってホットストリークが生じる場合があり、これによって燃焼器の耐用寿命が短くなる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第20150167977号公報

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

一態様では、燃焼器組立体に使用するための燃焼ライナが提供される。燃焼ライナは、

50

主流軸線が通って延在する燃焼室を画定する側壁を含む。燃焼室は、その中を通る燃焼ガスの流れを、主流軸線に対して斜めを向く混合器旋回流軸線に沿って送るように構成される。燃焼ライナはまた、側壁内に画定された複数のフィルム冷却孔を含む。複数のフィルム冷却孔は、燃焼室内に加圧流体ジェットを吐出するように構成され、かつ、少なくとも、フィルム冷却孔の第１の列と、第１の列から第１の距離に配置されたフィルム冷却孔の第２の列とに配置される。第１の列のフィルム冷却孔から吐出された加圧流体ジェットが、燃焼ガスの流れと混合したとき、第２の列のフィルム冷却孔とは位置が合わない吐出流軸線に沿って向けられるように、複数のフィルム冷却孔は配置される。

【０００６】

別の態様では、燃焼器組立体が提供される。燃焼器組立体は、主流軸線が通って延在する燃焼室を画定する側壁と、側壁内に画定された複数のフィルム冷却孔とを含む燃焼ライナを含む。複数のフィルム冷却孔は、燃焼室内に加圧流体ジェットを吐出するように構成され、かつ、複数のフィルム冷却孔は、少なくとも、フィルム冷却孔の第１の列と、第１の列から第１の距離に配置されたフィルム冷却孔の第２の列とに配置される。燃焼器組立体はまた、燃焼ライナの上流端に配置された混合器を含む。混合器は、燃焼ガスの流れを、主流軸線に対して斜めを向く混合器旋回流軸線に沿って燃焼室内に送るように構成される。第１の列のフィルム冷却孔から吐出された加圧流体ジェットが、燃焼ガスの流れと混合したとき、第２の列のフィルム冷却孔とは位置が合わない吐出流軸線に沿って向けられるように、複数のフィルム冷却孔は配置される。

【０００７】

さらに別の態様では、燃焼器組立体に使用するための燃焼ライナを製造する方法が提供される。本方法は、燃焼器組立体の側壁内に複数のフィルム冷却孔を画定するステップを含む。側壁は、主流軸線が通って延在する燃焼室を画定し、複数のフィルム冷却孔は、燃焼室内に加圧流体ジェットを吐出するように構成される。燃焼室は、その中を通る燃焼ガスの流れを、主流軸線に対して斜めの角度となる混合器旋回流軸線に沿って送るように構成される。本方法はまた、複数のフィルム冷却孔を、少なくとも、フィルム冷却孔の第１の列と、第１の列から第１の距離に配置されたフィルム冷却孔の第２の列とに配置するステップを含む。第１の列のフィルム冷却孔から吐出された加圧流体ジェットが、燃焼ガスの流れと混合したとき、第２の列のフィルム冷却孔とは位置が合わない吐出流軸線に沿って向けられるように、複数のフィルム冷却孔は配置される。

【０００８】

本開示のこれらのおよび他の特徴、態様、および利点は、図面全体を通して同様な符号が同様な部品を表している添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読めば、よりよく理解できるであろう。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】例示的なターボファンエンジンの概略図である。

【図２】図１に示したターボファンエンジンで 사용할 ことができる例示的な燃焼器組立体の概略断面図である。

【図３】図２に示した燃焼器組立体に使用することができる燃焼ライナの部分切断図である。

【図４】図３に示した燃焼ライナの別の部分切断図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

本明細書で提供する図面は、別に指摘されない限り、本開示の実施形態の特徴を示すことを意図している。これらの特徴は、本開示の１つまたは複数の実施形態を備える広範なシステムにおいて適用可能であると考えられる。したがって、図面は、本明細書で開示される実施形態の実施に必要とされる、当業者が知っている従来の特徴のすべてを含めることは意図していない。

【００１１】

以下の明細書および特許請求の範囲において、いくつかの用語に言及するが、それらの用語は、以下の意味を有すると定義するものとする。

【0012】

単数形「1つ(a)」、「1つ(an)」、および「その(the)」は、文脈においてそうではないと明示しない限り、複数を参照していることを含む。

【0013】

「任意の」または「任意には」という用語は、その用語に続いて記述された事象または状況は起こっても起こらなくてもよく、この記述は、この事象が起こる場合と起こらない場合とを含むことを意味する。

【0014】

本明細書および特許請求の範囲を通じてここで用いる近似表現は、関連する基本的機能に変化を生じさせることなく変化することが許容される任意の量的表示を修飾するために適用することができる。したがって、「約」、「ほぼ」、および「実質的に」などの用語で修飾された値は、その特定された正確な値には限定されない。少なくともいくつかの場合には、近似表現はその値を測定するための機器の精度に対応することがある。ここで、および本明細書および特許請求の範囲を通して、範囲の限定は、組み合わせることができ、かつ/または交換することができる。このような範囲は、文脈または用語がそうでないことを示さない限り、そこに含まれるすべての部分範囲として特定され、かつすべての部分範囲を含む。

【0015】

本明細書で使用されるとき、用語「軸方向」および「軸方向に」は、タービンエンジンの中心線に実質的に平行に延在する方向および向きを指す。さらに、用語「半径方向」および「半径方向に」は、タービンエンジンの中心線に実質的に垂直に延在する方向および向きを指す。さらに、本明細書で使用されるとき、用語「周方向」および「周方向に」は、タービンエンジンの中心線の周りを円弧上に延在する方向および向きを指す。

【0016】

本開示の実施形態は、環状側壁でのホットストリークの形成を減らすことを容易にする側壁のフィルム冷却孔の配置を有する燃焼器組立体に関する。より具体的には、フィルム冷却孔は、第1の列、第1の列に隣接する第2の列、および第2の列に隣接する第3の列などの一連の列に配置される。第1の列、第2の列、および第3の列のフィルム冷却孔は互いにずれている。例えば、第2および第3の列のフィルム冷却孔の配置は、燃焼器組立体を通して流れる燃焼ガスの混合器旋回流の方向の関数として、より具体的には、第1の列のフィルム冷却孔から吐出される加圧流体ジェットの出方向の関数として選ばれる。第1の列のフィルム冷却孔から吐出される加圧流体ジェットの出方向は、第2の列のフィルム冷却孔とは位置をずらして、第1の列と第2の列のフィルム冷却孔が環状側壁の周方向に千鳥状にフィルム冷却することを容易にするように、配置が選ばれる。さらに、第1の列のフィルム冷却孔から吐出される加圧流体ジェットは第3の列のフィルム冷却孔と実質的に位置が合う。燃焼器組立体の軸方向に千鳥状になっている第1の列と第3の列のフィルム冷却孔が確実にフィルム冷却する距離だけ、第3の列は第1の列から離れている。このように、効率的で省スペースとなるように配置されたフィルム冷却孔を使用すれば、側壁でのホットストリークの形成が減る。

【0017】

図1は、ファン組立体12、低圧またはブースタ圧縮機14、高圧圧縮機16、および燃焼器組立体18を含む例示的なターボファンエンジン10の概略図である。ファン組立体12、ブースタ圧縮機14、高圧圧縮機16、および燃焼器組立体18は、流れ連通して結合されている。ターボファンエンジン10はまた、燃焼器組立体18と流れ連通して結合された高圧タービン20、および低圧タービン22を含む。ファン組立体12は、ロータディスク26から半径方向外向きに延在するファンブレード24の列を含む。低圧タービン22は、第1の駆動シャフト28によってファン組立体12およびブースタ圧縮機14に結合され、高圧タービン20は、第2の駆動シャフト30によって高圧圧縮機16

10

20

30

40

50

に結合されている。ターボファンエンジン 10 は吸気口 32 および排気口 34 を有する。ターボファンエンジン 10 はさらに中心線 36 を含み、その周りをファン組立体 12、ブースタ圧縮機 14、高圧圧縮機 16、ならびにタービン 20 および 22 が回転する。

【0018】

作動中、吸気口 32 を通ってターボファンエンジン 10 に入る空気は、ファン組立体 12 を通ってブースタ圧縮機 14 に向かって送られる。圧縮空気は、ブースタ圧縮機 14 から高圧圧縮機 16 に向かって吐出される。高圧の圧縮空気は、高圧圧縮機 16 から燃焼器組立体 18 に向かって送られて、燃料と混合され、その混合気は燃焼器組立体 18 内で燃焼する。燃焼器組立体 18 によって発生した高温の燃焼ガスはタービン組立体 20 および 22 に向かって送られる。燃焼ガスは続いて排気口 34 を通ってターボファンエンジン 10 から排出される。

10

【0019】

図 2 は、ターボファンエンジン 10 (図 1 に示す) で使用することができる燃焼器組立体 18 の概略断面図である。例示的な実施形態では、燃焼器組立体 18 は、半径方向外側ケーシング 102 と半径方向内側ケーシング 104 との間に配置された燃焼ライナ 100 を含む。下記でより詳細に説明するように、燃焼ライナ 100 は燃焼室 106 を画定する。さらに、半径方向外側ケーシング 102 および半径方向内側ケーシング 104 が、燃焼器組立体 18 の中心線 108 の周りに配置され、その結果、半径方向外側通路 110 が半径方向外側ケーシング 102 と燃焼ライナ 100 との間に画定され、半径方向内側通路 112 が半径方向内側ケーシング 104 と燃焼ライナ 100 との間に画定される。環状のドーム組立体 114 は、燃焼ライナ 100 の間を延在して燃焼ライナ 100 に結合され、燃料ノズル 116 は、半径方向外側ケーシング 102 を通って延在してドーム組立体 114 に結合する。混合器 118 は燃焼ライナ 100 の上流端に配置され、燃料ノズル 116 から燃料を受け入れ、高圧圧縮機 16 (図 1 に示す) から送られた圧縮空気 120 を受け入れる。燃料および空気は混合器 118 によって一緒に旋回させられて混合し、その結果生じた燃料 - 空気混合気は燃焼室 106 内に吐出される。燃料 - 空気混合気は燃焼し、燃焼ガスの流れは燃焼室 106 を通って送られ、ノズル 122 を通り過ぎた後、高圧タービン 20 (図 1 に示す) に向かって送られる。アニュラ型燃焼器として示されているが、キャニュラ型およびダンプ型燃焼器を含む他の燃焼器構造を有するタービンエンジン内に冷却を行うことができることを理解すべきである。

20

30

【0020】

一実施形態では、抽気 124 の流れがブースタ圧縮機 14 から送られて高温ガス通路構成部品にフィルム冷却を行う。本明細書で使用されるとき、「高温ガス通路」は、ターボファンエンジン 10 内の燃焼ガスのための流路を指し、「高温ガス通路構成部品」は、高温ガス通路内の燃焼ガスに接触するすべての構成部品を指す。例えば、高温ガス通路構成部品は、限定するものではないが、燃焼ライナ、ノズル、ロータブレード、およびシュラウドのうちの少なくとも 1 つを含む。より具体的には、例示的な実施形態では、抽気 124 は半径方向外側ケーシング 102 を通って送られ、その結果、抽気 124 は半径方向外側通路 110 および半径方向内側通路 112 内を流れる。燃焼ライナ 100 は複数のフィルム冷却孔 126 を含んで、それらを通して抽気 124 を送る。より具体的には、フィルム冷却孔 126 は半径方向外側および内側通路 110 および 112 と流体連通して結合され、その結果、抽気 124 の加圧流体ジェット 128 はフィルム冷却孔 126 から燃焼室 106 内に吐出されて、加圧流体ジェット 128 から形成された保護フィルム (図示せず) が燃焼ライナ 100 を覆って形成される。このように、抽気 124 は、燃焼室 106 内を流れる燃焼ガスから燃焼室ライナ 100 を保護することを容易にする。本明細書で使用されるとき、「保護フィルム」は、各構成部品を覆って形成された、例えば、抽気の流れから形成された気体の層を指す。

40

【0021】

図 3 は、燃焼器組立体 18 (図 2 に示す) に使用することができる燃焼ライナ 100 の部分切断図であり、図 4 は、燃焼ライナ 100 の別の部分切断図である。例示的な実施形

50

態では、燃焼ライナ 100 は、主流軸線 130 が通って延在する燃焼室 106（図 2 に示す）を画定する環状側壁 134 を含む。主流軸線 130 は一般に、燃焼器組立体 18 の中心線 108（図 2 に示す）と一致する。さらに、上記のように、燃料 - 空気混合気は燃焼室 106 内に吐出され、燃料 - 空気混合気は、燃焼して、燃焼ガスの流れは燃焼室 106 内を流れる。より具体的には、混合器 118（図 2 に示す）は、燃料 - 空気混合気に旋回を生じさせることを容易にし、その結果、生じた燃焼ガスは、主流軸線 130 に対して斜めを向く混合器旋回流軸線 132 に沿って燃焼室 106 内を流れる。

【0022】

例示的な実施形態では、複数のフィルム冷却孔 126 が燃焼ライナ 100 の側壁 134 内に画定される。燃焼ライナ 100 は、優先領域 136 および非優先領域 138 を含む。優先領域 136 は、非優先領域 138 よりもフィルム冷却孔 126 を密集させて配置して、燃焼ライナ 100 の最も高温の領域にフィルム冷却を追加する。優先領域 136 のフィルム冷却孔 126 は交互に千鳥状の配列に配置され、一方、非優先領域 138 のフィルム冷却孔 126 は、下記でより詳細に説明するように、非優先領域 138 内でのホットストリークの形成を減らすように配置される。

10

【0023】

一実施形態では、複数のフィルム冷却孔 126 は複数列に配置される。例えば、図 3 に示すように、複数のフィルム冷却孔 126 は、少なくとも、フィルム冷却孔の第 1 の列 140 と、第 1 の列 140 から第 1 の距離に配置されたフィルム冷却孔の第 2 の列 142 とに配置される。より具体的には、第 1 の列 140 および第 2 の列 142 は、互いに直接隣接して配置され、主流軸線 130 に対して横切るように延在する。フィルム冷却孔の第 3 の列 144 は、第 1 の列 140 から、第 1 の距離より長い第 2 の距離に配置される。より具体的には、第 2 の列 142 および第 3 の列 144 は、互いに直接隣接して配置され、主流軸線 130 に対して横切るように延在する。

20

【0024】

作動中、上記のように、各フィルム冷却孔 126 は、加圧流体ジェット 128 を燃焼室 106 内に吐出する。例示的な実施形態では、第 1 の列 140 の冷却孔 146 から吐出された加圧流体ジェット 128 が、燃焼ガスの流れと混合したとき、第 2 の列 142 のフィルム冷却孔 150 とは位置が合わない吐出流軸線 148 に沿って向けられるように、複数のフィルム冷却孔 126 が配置される。より具体的には、加圧流体ジェット 128 が燃焼ライナ 100 の表面 152 から離れると、混合器旋回流軸線 132 に沿って燃焼室 106 内を流れる燃焼ガスの流れは、加圧流体ジェット 128 の方向を変えさせる。このように、吐出流軸線 148 は、側壁 134 内に画定された非優先領域の複数のフィルム冷却孔 126 の配列を決定するために使用されて、千鳥状になっている隣接する列の各加圧流体ジェット 128 によって確実にフィルム冷却するようにし、これは、側壁 134 でのホットストリークの形成を減らすことを容易にする。

30

【0025】

一実施形態では、第 1 の列 140、第 2 の列 142、および第 3 の列 144 のそれぞれに配置された複数のフィルム冷却孔 126 は、互いに等距離の間隔を置いて配置される。さらに、第 2 の列 142 の冷却孔 150 は、主流軸線 130 に対して、第 1 の列 140 のフィルム冷却孔 146 から等距離の長さ L の半分より短い距離だけずれている。同様に、第 3 の列 144 のフィルム冷却孔 154 は、主流軸線 130 に対して、第 2 の列 142 のフィルム冷却孔 150 から等距離の長さ L の半分より短い距離だけずれている。さらに、第 3 の列 144 のフィルム冷却孔 154 が吐出流軸線 148 と実質的に位置が合うように、第 3 の列 144 のフィルム冷却孔 154 は主流軸線 130 に対して第 1 の列 140 のフィルム冷却孔 146 および第 2 の列のフィルム冷却孔 150 からずれている。上記のように、第 1 の列 140 と第 3 の列 144 は第 2 の距離だけ互いから離れている。したがって、第 2 の距離は、フィルム冷却孔 146 から吐出された加圧流体ジェット 128 が、フィルム冷却孔 154 から吐出された加圧流体ジェット 128 とは結合しないことを確実にするように選ばれ、それによって、加圧流体ジェット 128 の千鳥状の構成を画定して、ホ

40

50

ットストリークの形成を減らすことを容易にする。代替の実施形態では、第１の列１４０、第２の列１４２、および第３の列１４４のそれぞれに配置された複数のフィルム冷却孔１２６は、互いに間隔の距離を変えて配置される。

【００２６】

例示的な実施形態では、吐出流軸線１４８は、主流軸線１３０に対して斜めを向いている。主流軸線に対する吐出流軸線の角度 β は、フィルム冷却孔１２６から吐出される加圧流体ジェット１２８の速度、フィルム冷却孔１２６が側壁１３４を通して延在する角度、および主流軸線１３０に対する混合器旋回流軸線１３２の角度 α のうちの少なくとも１つに基づいて決定される。例えば、第１の列１４０のフィルム冷却孔１４６は、吐出流軸線１４８の主流軸線１３０に対する角度が、主流軸線１３０と混合器旋回流軸線１３２との間で画定された角度 α の約半分となるような速度で加圧流体ジェット１２８を吐出する。

10

【００２７】

第１、第２、および第３の列１４０、１４２、および１４４という文脈で説明したが、これに続く列のフィルム冷却孔の配置もまた、第１、第２、および第３の列１４０、１４２、および１４４で配置されたフィルム冷却孔の原則に従って配置されることを理解すべきである。

【００２８】

本明細書で説明したシステムおよび方法の例示的な技術的效果としては、（ａ）フィルム冷却を用いる高温ガス通路構成部品でのホットストリークの形成を減らすこと、（ｂ）フィルム冷却効率を改善すること、および（ｃ）高温ガス通路構成部品の耐用寿命を延長すること、のうちの少なくとも１つが含まれる。

20

【００２９】

ターボファンエンジンおよび関連する構成部品の例示的な実施形態を上記で詳細に説明している。本システムは本明細書で説明した特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ、システムの構成部品および／または方法のステップは、本明細書で説明した他の構成部品および／またはステップとは独立に、かつ別々に利用することができる。例えば、本明細書で説明した構成部品の構成はまた、他のプロセスと組み合わせて使用することができ、また、本明細書で説明したターボファンエンジンおよび関連する方法だけで実施することに限定されるものではない。むしろ、例示的な実施形態は、フィルム冷却高温ガス通路構成部品を使用する多くの用途と関連して実施および利用することができる。

30

【００３０】

本開示の様々な実施形態の特定の特徴は、いくつかの図面には示され、他の図面には示されていないことがあるが、これは単に便宜上のことである。本開示の実施形態の原理に従って、図面の任意の特徴を、任意の他の図面の任意の特徴と組み合わせて参照および／または特許請求することができる。

【００３１】

本明細書では、最良の態様を含む例を用いて本開示の実施形態を開示し、また、任意の装置またはシステムの作製および使用、ならびに任意の組み入れられた方法の実施を含め、当業者が本開示の実施形態を実施できるように本開示を説明している。本明細書で説明した実施形態の特許性を有する範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者が想到する他の例を含むことができる。このような他の例は、特許請求の範囲の文言と相違ない構成要素を有する場合、または特許請求の範囲の文言と実質的に相違ない等価の構成要素を含む場合、特許請求の範囲内であることを意図されている。

40

【００３２】

最後に、代表的な実施形態を以下に示す。

[実施態様１]

燃焼器組立体（１８）に使用するための燃焼ライナ（１００）であって、

主流軸線（１３０）が通って延在する燃焼室（１０６）を画定する側壁（１３４）であって、前記燃焼室（１０６）が、その中を通る燃焼ガスの流れを、前記主流軸線（１３０）に対して斜めを向く混合器旋回流軸線（１３２）に沿って送るように構成された、側壁

50

(1 3 4) と、

前記側壁 (1 3 4) 内に画定された複数のフィルム冷却孔 (1 2 6) であって、前記燃焼室 (1 0 6) 内に加圧流体ジェット (1 2 8) を吐出するように構成され、少なくとも、フィルム冷却孔の第 1 の列 (1 4 0) と、前記第 1 の列 (1 4 0) から第 1 の距離に配置されたフィルム冷却孔の第 2 の列 (1 4 2) とに配置され、かつ、前記第 1 の列 (1 4 0) のフィルム冷却孔 (1 4 6) から吐出された前記加圧流体ジェット (1 2 8) が、前記燃焼ガスの流れと混合したとき、前記第 2 の列 (1 4 2) のフィルム冷却孔 (1 5 0) とは位置が合わない吐出流軸線 (1 4 8) に沿って向けられるように配置された複数のフィルム冷却孔 (1 2 6) とを備える燃焼ライナ (1 0 0) 。

10

[実施態様 2]

前記第 1 の列 (1 4 0) および前記第 2 の列 (1 4 2) が前記主流軸線 (1 3 0) に対して横切るように延在する、実施態様 1 に記載の燃焼ライナ (1 0 0) 。

[実施態様 3]

前記第 1 の列 (1 4 0) および前記第 2 の列 (1 4 2) のそれぞれに配置された前記複数のフィルム冷却孔 (1 2 6) が、互いに等距離の間隔を置いて配置された、実施態様 1 に記載の燃焼ライナ (1 0 0) 。

[実施態様 4]

前記第 2 の列 (1 4 2) の前記フィルム冷却孔 (1 5 0) が、前記主流軸線 (1 3 0) に対して、前記第 1 の列 (1 4 0) の前記フィルム冷却孔 (1 4 6) から前記等距離の長さの半分より短い距離だけずれている、実施態様 3 に記載の燃焼ライナ (1 0 0) 。

20

[実施態様 5]

前記複数のフィルム冷却孔 (1 2 6) が、前記第 1 の列 (1 4 0) から、前記第 1 の距離より長い第 2 の距離に配置されたフィルム冷却孔の第 3 の列 (1 4 4) を含み、前記第 3 の列 (1 4 4) のフィルム冷却孔 (1 5 4) が前記吐出流軸線 (1 4 8) と実質的に位置が合うように、前記第 3 の列 (1 4 4) の前記フィルム冷却孔 (1 5 4) が前記主流軸線 (1 3 0) に対して前記第 1 の列 (1 4 0) の前記フィルム冷却孔 (1 4 6) からずれている、実施態様 1 に記載の燃焼ライナ (1 0 0) 。

[実施態様 6]

前記吐出流軸線 (1 4 8) が前記主流軸線 (1 3 0) に対して斜めを向く、実施態様 5 に記載の燃焼ライナ (1 0 0) 。

30

[実施態様 7]

前記第 1 の列 (1 4 0) の前記フィルム冷却孔 (1 4 6) が、前記吐出流軸線 (1 4 8) が前記主流軸線 (1 3 0) に対して、前記主流軸線 (1 3 0) と前記混合器旋回流軸線 (1 3 2) との間で画定された角度の約半分の角度となるような速度で前記加圧流体ジェット (1 2 8) を吐出する、実施態様 5 に記載の燃焼ライナ (1 0 0) 。

[実施態様 8]

主流軸線 (1 3 0) が通って延在する燃焼室 (1 0 6) を画定する側壁 (1 3 4) と、

40

前記側壁 (1 3 4) 内に画定された複数のフィルム冷却孔 (1 2 6) であって、前記燃焼室 (1 0 6) 内に加圧流体ジェット (1 2 8) を吐出するように構成され、かつ、少なくとも、フィルム冷却孔の第 1 の列 (1 4 0) と、前記第 1 の列 (1 4 0) から第 1 の距離に配置されたフィルム冷却孔の第 2 の列 (1 4 2) とに配置された複数のフィルム冷却孔 (1 2 6) と

を備える燃焼ライナ (1 0 0) と、

前記燃焼ライナ (1 0 0) の上流端に配置された混合器 (1 1 8) であって、燃焼ガスの流れを、前記主流軸線 (1 3 0) に対して斜めを向く混合器旋回流軸線 (1 3 2) に沿って前記燃焼室 (1 0 6) 内に送るように構成された混合器 (1 1 8) とを備える燃焼器組立体 (1 8) であって、前記第 1 の列 (1 4 0) のフィルム冷却孔 (1 4 6) から吐出された前記加圧流体ジェット (1 2 8) が、前記燃焼ガスの流れと混合したとき、前記第

50

2の列(142)のフィルム冷却孔(150)とは位置が合わない吐出流軸線(148)に沿って向けられるように、前記複数のフィルム冷却孔(126)が配置された、燃焼器組立体(18)。

[実施態様9]

前記第1の列(140)および前記第2の列(142)が、前記主流軸線(130)に対して横切るように延在する、実施態様8に記載の燃焼器組立体(18)。

[実施態様10]

前記第1の列(140)および前記第2の列(142)のそれぞれに配置された前記複数のフィルム冷却孔(126)が、互いに等距離の間隔を置いて配置された、実施態様8に記載の燃焼器組立体(18)。

10

[実施態様11]

前記第2の列(142)の前記フィルム冷却孔(150)が、前記主流軸線(130)に対して、前記第1の列(140)の前記フィルム冷却孔(146)から前記等距離の長さの半分より短い距離だけずれている、実施態様10に記載の燃焼器組立体(18)。

[実施態様12]

前記複数のフィルム冷却孔(126)が、前記第1の列(140)から、前記第1の距離より長い第2の距離に配置されたフィルム冷却孔の第3の列(144)を含み、前記第3の列(144)のフィルム冷却孔(154)が前記吐出流軸線(148)と実質的に位置が合うように、前記第3の列(144)の前記フィルム冷却孔(154)が前記主流軸線(130)に対して前記第1の列(140)の前記フィルム冷却孔(146)からずれている、実施態様8に記載の燃焼器組立体(18)。

20

[実施態様13]

前記吐出流軸線(148)が前記主流軸線(130)に対して斜めを向く、実施態様12に記載の燃焼器組立体(18)。

[実施態様14]

前記第1の列(140)の前記フィルム冷却孔(146)が、前記吐出流軸線(148)が前記主流軸線(130)に対して、前記主流軸線(130)と前記混合器旋回流軸線(132)との間で画定された角度の約半分の角度となるような速度で前記加圧流体ジェット(128)を吐出する、実施態様12に記載の燃焼器組立体(18)。

[実施態様15]

30

燃焼器組立体(18)に使用するための燃焼ライナ(100)を製造する方法であって、

前記燃焼器組立体(18)の側壁(134)内に複数のフィルム冷却孔(126)を画定するステップであって、前記側壁(134)が、主流軸線(130)が通って延在す燃焼室(106)を画定し、前記複数のフィルム冷却孔(126)が、前記燃焼室(106)内に加圧流体ジェット(128)を吐出するように構成され、前記燃焼室(106)が、その中を通る燃焼ガスの流れを、前記主流軸線(130)に対して斜めの角度となる混合器旋回流軸線(132)に沿って送るように構成された、ステップと

前記複数のフィルム冷却孔(126)を、少なくとも、フィルム冷却孔の第1の列(140)と、前記第1の列(140)から第1の距離に配置されたフィルム冷却孔の第2の列(142)とに配置するステップであって、前記第1の列(140)のフィルム冷却孔(146)から吐出された前記加圧流体ジェット(128)が、前記燃焼ガスの流れと混合したとき、前記第2の列(142)のフィルム冷却孔(150)とは位置が合わない吐出流軸線(148)に沿って向けられるように、前記複数のフィルム冷却孔(126)が配置される、ステップとを含む方法。

40

[実施態様16]

前記複数のフィルム冷却孔(126)を配置するステップが、前記第1の列(140)および前記第2の列(142)を前記主流軸線(130)に対して横切るように延在させるステップを含む、実施態様15に記載の方法。

50

[実施態様 17]

前記複数のフィルム冷却孔 (126) を配置するステップが、前記第 1 の列 (140) および前記第 2 の列 (142) のそれぞれの前記フィルム冷却孔 (126) が互いに等距離の間隔を置いて配置されるように、前記複数のフィルム冷却孔 (126) を配置するステップを含む、実施態様 15 に記載の方法。

[実施態様 18]

前記複数のフィルム冷却孔 (126) を配置するステップが、前記第 2 の列 (142) の前記フィルム冷却孔 (150) を、前記主流軸線 (130) に対して前記第 1 の列 (140) の前記フィルム冷却孔 (146) から前記等距離の長さの半分より短い距離だけずらすステップを含む、実施態様 17 に記載の方法。

10

[実施態様 19]

前記複数のフィルム冷却孔 (126) を、前記第 1 の列 (140) から、前記第 1 の距離より長い第 2 の距離に配置されたフィルム冷却孔の第 3 の列 (144) に配置させるステップと、

前記第 3 の列 (144) のフィルム冷却孔 (154) を、前記第 3 の列 (144) の前記フィルム冷却孔 (154) が前記吐出流軸線 (148) と実質的に位置が合うように、前記主流軸線 (130) に対して前記第 1 の列 (140) のフィルム冷却孔 (146) からずらすステップと

をさらに含む、実施態様 15 に記載の方法。

20

[実施態様 20]

前記第 3 の列 (144) のフィルム冷却孔 (154) をずらすステップが、前記吐出流軸線 (149) を、前記主流軸線 (130) と前記混合器旋回流軸線 (132) との間で画定された角度の約半分の角度だけ前記主流軸線 (130) に対して斜めの角度となるように画定するステップを含む、実施態様 19 に記載の方法。

【符号の説明】

【 0033 】

10 ターボファンエンジン

12 ファン組立体

14 ブースタ圧縮機

16 高圧圧縮機

30

18 燃焼器組立体

20 高圧タービン

22 低圧タービン

24 ファンブレード

26 ロータディスク

28 第 1 の駆動シャフト

30 第 2 の駆動シャフト

32 吸気口

34 排気口

36 中心線

40

100 燃焼ライナ

102 半径方向外側ケーシング

104 半径方向内側ケーシング

106 燃焼室

108 中心線

110 半径方向外側通路

112 半径方向内側通路

114 ドーム組立体

116 燃料ノズル

118 混合器

50

- 1 2 0 圧縮空気
- 1 2 2 ノズル
- 1 2 4 抽気
- 1 2 6 フィルム冷却孔
- 1 2 8 加圧流体ジェット
- 1 3 0 主流軸線
- 1 3 2 混合器旋回流軸線
- 1 3 4 側壁
- 1 3 6 優先領域
- 1 3 8 非優先領域
- 1 4 0 第 1 の列
- 1 4 2 第 2 の列
- 1 4 4 第 3 の列
- 1 4 6 フィルム冷却孔
- 1 4 8 吐出流軸線
- 1 5 0 フィルム冷却孔
- 1 5 2 表面
- 1 5 4 フィルム冷却孔

【 図 1 】

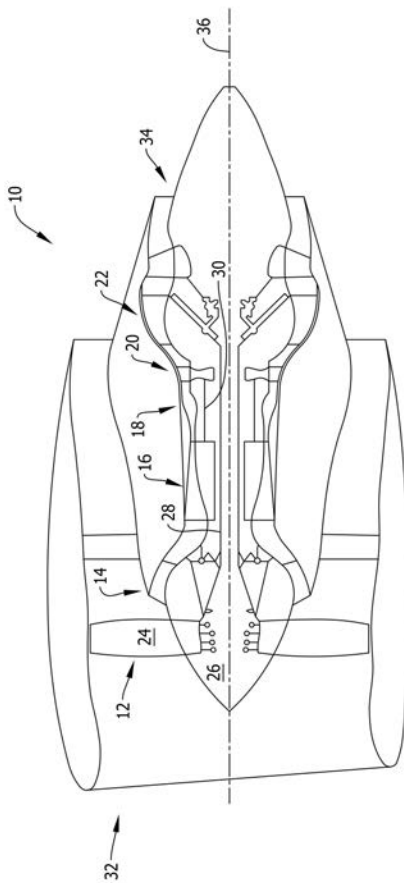


FIG. 1

【 図 2 】

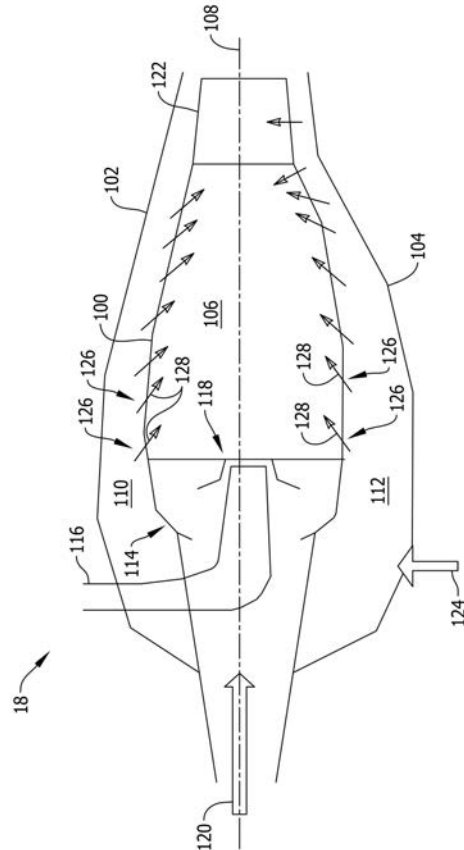


FIG. 2

【 図 3 】

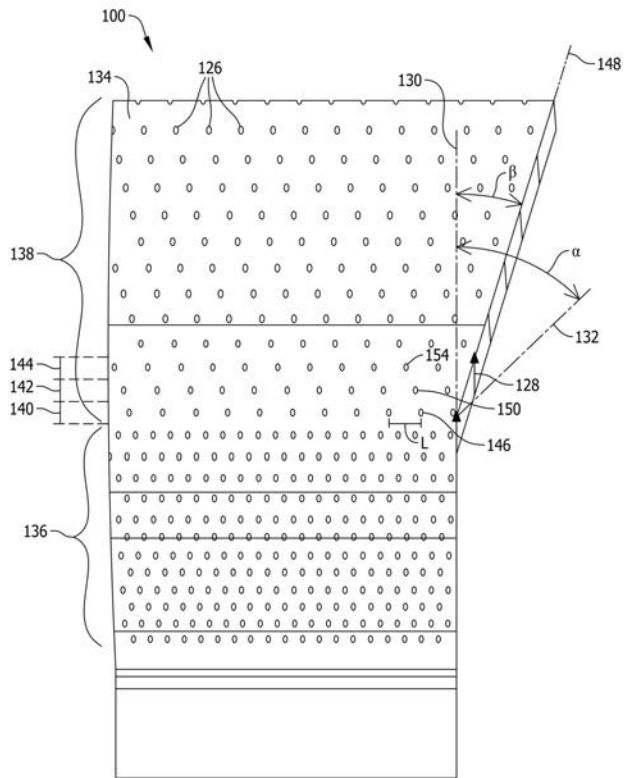


FIG. 3

【 図 4 】

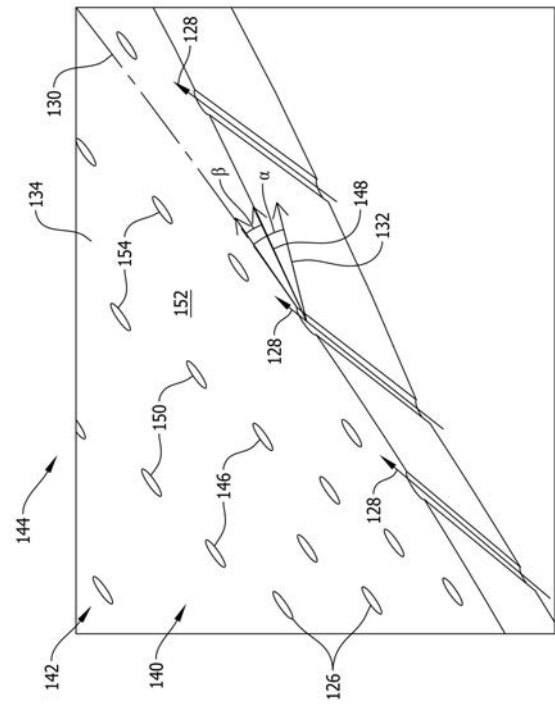


FIG. 4

フロントページの続き

- (72)発明者 エーリヒ・フィッツパトリック
アメリカ合衆国、オハイオ州・４５２１５、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ
- (72)発明者 マイケル・アラン・スティーグ
アメリカ合衆国、オハイオ州・４５２１５、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ
- (72)発明者 キンバリー・リン・クリストマン・ケノイヤー
アメリカ合衆国、オハイオ州・４５２１５、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ

【外国語明細書】
2017115869000001.pdf