

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4436500号
(P4436500)

(45) 発行日 平成22年3月24日 (2010. 3. 24)

(24) 登録日 平成22年1月8日 (2010. 1. 8)

(51) Int. Cl. F I
FO1D 5/18 (2006.01) FO1D 5/18
FO1D 9/02 (2006.01) FO1D 9/02 102

請求項の数 9 外国語出願 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-324809 (22) 出願日 平成11年11月16日 (1999.11.16) (65) 公開番号 特開2000-161004 (P2000-161004A) (43) 公開日 平成12年6月13日 (2000. 6. 13) 審査請求日 平成18年11月15日 (2006.11.15) (31) 優先権主張番号 09/192229 (32) 優先日 平成10年11月16日 (1998.11.16) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー 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 (74) 代理人 100137545 弁理士 荒川 聡志 (72) 発明者 ロバート・フランシス・マニング アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ニ ユーバリーポート、ロラム・ストリート、 1番</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エーロフォイルの前縁隔離冷却

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンエンジンエーロフォイル(14)であって、

相対する前縁(26)と後縁(28)で一つにつながった第1側壁(22)と第2側壁(24)であって、前縁に沿って冷却空気(20)を流すため前縁の背後に配設されかつ翼根元(30)から翼先端(32)まで長手方向に延在する前縁通路を画成すべく前縁と後縁の間で互いに隔離した第1側壁と第2側壁と、

前縁(26)を貫通しているとともに、冷却空気の一部を吐出して前縁をフィルム冷却すべく前縁通路(34)と連通して配設された複数のフィルム冷却用前縁孔(36)と、

第1側壁(22)沿いに前縁通路(34)に隣接して配設されているとともに、第1の隔離隔壁(40)によって前縁通路から分離された隔離プレナム(38)と、

第1側壁(22)を貫通しているとともに、冷却空気を吐出して第1側壁をフィルム冷却すべく隔離プレナムと連通して配設された複数のフィルム冷却用ギル孔(44)と、を備え、

前記第1の隔離隔壁(40)が、前縁通路から冷却空気の一部を受け入れるべく複数の第1の導入孔(42)を含み、前記隔離プレナム(38)内部の空気の圧力を前記前縁通路(34)内の空気の圧力よりも低くし、

前記ガスタービンエンジンエーロフォイル(14)はさらに、前縁通路(34)の後方に配設されているとともに、冷却空気を通すための複数の第2の導入孔(50)を含んだ第2の隔壁(48)によって前縁通路から分離された翼弦中央通路(46)を備えること

10

20

を特徴とするガスタービンエンジンエーロfoil(14)。

【請求項2】

前記第1の導入孔(42)が、前縁通路(34)と隔離プレナム(38)の間で冷却空気の圧力を低下せしめるべく前縁通路と隔離プレナムの間で冷却空気を調量する寸法をもつ、請求項1記載のエーロfoil。

【請求項3】

前記第1の導入孔(42)が、冷却空気を前記第1側壁(22)と斜交して該第1側壁に衝突させる方向に向けるべく前記第1の隔離隔壁(40)を貫通している、請求項2記載のエーロfoil。

【請求項4】

第1側壁(22)が凸面の負圧側壁であって、第2側壁(24)が凹面の正圧側壁である、請求項3記載のエーロfoil。

【請求項5】

ギル孔(44)が前記第1の導入孔(42)の後方に配設されている、請求項4記載のエーロfoil。

【請求項6】

翼弦中央通路(46)と平行にしかも長手方向に延在しているとともに、冷却空気を通すための複数の第3の導入孔(56)を含んだ第3の隔壁(54)によって翼弦中央通路(46)から分離された導入通路(52)をさらに備えてなる、請求項1記載のエーロfoil。

【請求項7】

翼弦中央通路(46)が前縁通路(34)の後方で第2側壁(24)に接しており、導入通路(52)が隔離プレナム(38)の後方で第1側壁(22)に接している、請求項6記載のエーロfoil。

【請求項8】

前縁通路(34)への第2の導入孔(50)及び翼弦中央通路(46)への第3の導入孔(56)が、該第2及び第3の導入孔を通過する冷却空気を調量して、導入通路(52)から翼弦中央通路(46)への冷却空気の圧力を低下させ、次いで該第1の導入孔(42)を通して隔離プレナム(38)への冷却空気の圧力を低下せしめる寸法をもつ、請求項7記載のエーロfoil。

【請求項9】

隔離プレナム(38)と導入通路(52)の間に配設された無孔隔壁(58)をさらに備えてなる、請求項7記載のエーロfoil。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術的背景】

本発明は、概括的にはガスタービンエンジンに関し、さらに具体的にはガスタービンエンジンの冷却タービンブレード及びステータベーンに関する。

【0002】

ガスタービンエンジンでは、空気を圧縮機で加圧し、燃焼器に導いて燃料と混合・点火して、高温燃焼ガスを発生する。燃焼ガスは単段又は複数段のタービンを通して下流に流れ、タービンで圧縮機を駆動するためのエネルギーが抽出されるとともに、出力を発生する。

【0003】

燃焼器下流に配設されるタービンロータブレード及び静止ノズルベーンは中空エーロfoilを有しており、これらの部品を冷却して耐用寿命を全うするため圧縮機から抽出した圧縮空気の一部が供給される。圧縮機から抽出した空気は必ずしも動力の発生に使われず、それに応じてエンジンの全体的効率が低下する。

【0004】

例えばスラスト重量比で表されるような、ガスタービンエンジンの作動効率を高めるため

10

20

30

40

50

には、タービン入口ガス温度を高くする必要があるが、それにはそれだけブレード及びペーンの冷却を向上させることが必要とされる。

【0005】

従って、従来技術には、圧縮機から抽出される冷却空気の量を最小限に抑えつつ、冷却効果を最大限にするための様々な構成が多数存在する。典型的な冷却構造には、ブレード及びペーンのエアロfoilの内側を対流冷却するための蛇行冷却通路があり、様々な形態のタービュレータを用いて対流冷却効果を高めることができる。エアロfoil内面をインピンジメント冷却するための内部インピンジメント孔も用いられる。さらに、エアロfoil外面のフィルム冷却を行うためのフィルム冷却孔がエアロfoil側壁を貫通している。

10

【0006】

エアロfoilは前縁と後縁の間を軸方向に延在する略凹面の正圧側面と反対側の略凸面の負圧側面とを有するので、エアロfoilの冷却設計は一段と複雑さを増す。燃焼ガスは、正圧側面及び負圧側面の表面を様々なに変化する圧力及び速度分布で流れる。従って、エアロfoilへの熱負荷はその前縁と後縁で異なっていると同時に、半径方向内方の翼根元から半径方向外方の翼先端にかけて種々変化する。

【0007】

エアロfoil外面で圧力分布が変化することの一つの帰結は、フィルム冷却用孔をそれに適合させることである。典型的なフィルム冷却孔は、エアロfoil壁を後方に浅い角度で傾斜して貫通していて、そこから下流に向かって冷却空気の薄い境界層を生じる。高温燃焼ガスのエアロfoilへの逆流や吸い込みを防止するため、フィルム冷却空気の圧力は必ず燃焼ガスの外圧よりも高くなければならない。

20

【0008】

有効なフィルム冷却に基本的な重要なことは、従来公知のブロー比（フィルム冷却空気の密度と速度の積とフィルム冷却孔出口での燃焼ガスの密度と速度の積との比）である。ブロー比が過剰であると、吐出された冷却空気がエアロfoil外面から離れもしくは噴出し、フィルム冷却効果が低下する。しかし、どのフィルム冷却孔も共通の圧力の冷却空気供給源から冷却空気を供給されるので、ある1列の共通供給系のフィルム冷却孔に最小ブロー比を設定すると、必然的に他のフィルム冷却孔についてのブロー比は過剰となる。

【0009】

従って、エアロfoil周辺での外圧の変動とは無関係に内部冷却作用の向上したタービンエアロfoilを提供することが望まれている。

30

【0010】

【発明の概要】

ガスタービンエアロfoilは、相対する前縁と後縁で一つにつながった第1側壁と第2側壁であって、翼根元から翼先端まで長手方向に延在する前縁通路を画成すべく前縁と後縁の間で互いに離隔した第1側壁と第2側壁を含んでいる。複数のフィルム冷却用前縁孔が前縁を貫通しており、前縁通路と連通して配設される。隔離プレナムが第1側壁沿いに前縁通路に隣接して配設され、複数の導入孔を有する隔離隔壁によって前縁通路から分離される。複数のフィルム冷却用ギル孔が第1側壁を貫通し、隔離プレナムと連通して配設される。冷却空気は前縁通路から隔離プレナムに流され、圧力の低下した空気をギル孔に供給する。

40

【0011】

【発明の詳しい説明】

以下の発明の詳しい説明において、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい例示的实施形態を本発明のさらなる目的及び効果と併せて具体的に説明する。

【0012】

図1に示したのは、ガスタービンエンジンのタービンロータ（図示せず）の外周に装着される構成をしたロータブレード10である。ブレード10は、燃焼器の下流に配設され、燃焼器から高温燃焼ガス12を受け、エネルギーを抽出してタービンロータを回転し、仕

50

事を行う。

【0013】

ブレード10は、表面を燃焼ガスの流れるエーロfoil14と一体プラットホーム16とを含んでおり、プラットホーム16で燃焼ガス流路の半径方向内側境界が画成される。ダブテール18はプラットホーム16の底部から一体に延在しており、ロータディスクに保持するためロータディスクの外周に設けられる対応ダブテールスロットに軸方向に挿入できるように構成される。

【0014】

作動中にブレードを冷却するため、加圧冷却空気20が圧縮機(図示せず)から抽出され、ダブテール18を通じて半径方向上向きに中空エーロfoil14に導かれる。本発明では、エーロfoil14は、その内部での冷却空気の効果を上向きさせる特別な構成とされる。例示のためロータブレード用のエーロfoilに関して本発明を説明するが、本発明はタービンステータペーンにも応用できる。

10

【0015】

まず図1に示す通り、エーロfoil14は第1(すなわち負圧)側壁22と周方向(すなわち横方向)に反対側の第2(すなわち正圧)側壁24とを含んでいる。負圧側壁22は略凸面、正圧側壁24は略凹面であり、これらの側壁は軸方向に相対する前縁26と後縁28で一つにつながっており、翼根元30のブレードプラットホームから半径方向外方の翼先端32まで半径方向(すなわち長手方向)に延在している。

【0016】

エーロfoilの例示的半径方向断面を図2にさらに詳細に示すが、これは燃焼ガス12からエネルギーを抽出するため従来と同様の翼形を有する。例えば、燃焼ガス12は、軸下流方向に向かって前縁26で最初にエーロfoil14と衝突し、そこで燃焼ガスは周方向に分割されて負圧側壁22と正圧側壁24の両面に沿って流れ、後縁28でエーロfoilから離れる。

20

【0017】

燃焼ガス12は翼前縁26で最高静圧 P_1 となり、圧力はその後負圧側壁と正圧側壁とでそれぞれに変化する。負圧側壁22は凸面形状をしているので、燃焼ガスはその周囲で加速されて速度を増し、それに応じて圧力は低下する。例えば、負圧側壁22の前縁下流の位置での圧力 P_2 は前縁26での最高圧力 P_1 よりもかなり低い。

30

【0018】

同様に、正圧側壁24の凹面形状も燃焼ガスが該側壁に沿って下流(すなわち後方)に流れる際に燃焼ガスの速度を制御する。例えば、正圧側壁24の前縁下流の位置での圧力 P_3 は前縁26での最高圧力 P_1 よりも低い、相対する凸面側壁での対応圧力 P_2 よりは高い。負圧側壁22に沿っての圧力プロファイルは正圧側壁24に沿っての圧力プロファイルよりも高さがかなり小さく、エーロfoilに空力揚力を与え、支持タービンロータを回転して仕事をさせる。

【0019】

冷却空気20は単一供給源圧でエーロfoilに供給されるのが通例であり、その圧力は、冷却空気をエーロfoil内部の種々の冷却回路に流し、エーロfoilから燃焼ガスの流れるタービン流路中に吐出するのに十分な高さである。エーロfoilの負圧側壁及び正圧側壁に沿って流れる燃焼ガスの圧力及び速度プロファイルは変化するので、エーロfoil内部に供給される冷却空気とエーロfoilの外側を流れる燃焼ガスとの差圧もこれに応じて変化する。

40

【0020】

上述の通り、エーロfoilの複数の孔を通して吐出される冷却空気のブロー比はそれぞれに変動し、吐出される冷却空気の冷却効果に影響しかなない。これは、燃焼ガスの最高静圧を受けるエーロfoilの前縁において最も重要であり、前縁付近では負圧側壁に沿って圧力が急勾配で低下し、妥当なブレード寿命を達成するには、前縁自体と同様、効果的な冷却が必要とされる。

50

【 0 0 2 1 】

図 2 に示す通り、エーロフォイルの負圧側壁と正圧側壁は前縁と後縁の間で横方向に互いに離隔して、前縁通路 3 4 を始めとする複数の内部流路を画成する。前縁通路 3 4 は、前縁に沿って冷却空気 2 0 を流すため、長手方向にエーロフォイルの翼根元から翼先端まで、軸方向に前縁 2 6 背後の後方に延在している。冷却空気の一部を吐出して前縁から負圧側壁及び正圧側壁の外面に沿って前縁部を局所的にフィルム冷却するため、複数のフィルム冷却用前縁孔 3 6 が前縁を貫通して前縁通路 3 4 と連通している。

【 0 0 2 2 】

前縁孔 3 6 は、冷却媒体の流れの所要量を低減しつつフィルム冷却範囲及び効果を高めるのに有効な円錐形拡散孔のようないかなる慣用形状を有していてもよい。前縁孔は、従来通り軸方向に離隔した複数の長手方向の列をなして前縁付近に配列され、正圧側壁及び負圧側壁を下流に覆う冷却空気のフィルムを生じてエーロフォイルの前縁部を高温燃焼ガス 1 2 から熱的に保護する。

10

【 0 0 2 3 】

燃焼ガス 1 2 の静圧は前縁 2 6 の領域で最高となるので、前縁通路 3 4 に供給される冷却空気 2 0 は十分に高い圧力を有し、前縁通路 3 4 の外側の燃焼ガスの圧力よりも適当な値だけ高い。かくして、前縁孔 3 6 を通して適当なブロー比が達成され、エーロフォイル表面からの冷却空気フィルムの剥離を防ぐための適当なブローオフマージンを与えつつ前縁孔から吐出される冷却空気の効果が最大となる。

【 0 0 2 4 】

しかし、上述の通り、燃焼ガス 1 2 の圧力は前縁から負圧側壁 2 2 に沿って大きく低下する。本発明では、前縁通路 3 4 及びそこから空気を供給されるフィルム冷却孔 3 6 を用いて、エーロフォイルの負圧側壁上の前縁下流のこの比較的低压領域の冷却を前縁 2 6 自体の冷却とは切り離す。

20

【 0 0 2 5 】

図 2 に示す通り、隔離チャンバー（すなわちプレナム）3 8 は、負圧側壁 2 2 に沿って前縁通路 3 4 のすぐ隣りに配設され、前縁通路 3 4 から冷却空気の一部を受け入れるための複数の調量用第 1 導入孔 4 2 を有する隔離（すなわち第 1）隔壁 4 0 によって前縁通路 3 4 と分離される。隔離プレナム 3 8 は、好ましくは、前縁通路 3 4 から冷却空気を受け入れる第 1 導入孔 4 2 並びに長手方向に列をなして負圧側壁 2 2 を貫通する複数のフィルム冷却用ギル孔 4 4 を除き、閉じている。

30

【 0 0 2 6 】

ギル孔 4 4 は、冷却空気を吐出して翼前縁 2 6 後方の負圧側壁 2 2 をフィルム冷却するため、隔離プレナム 3 8 と連通して配設される。ギル孔 4 4 は、吐出されるフィルム冷却空気の効果を最大限に発揮させるのに有効なファン拡散フィルム冷却孔のようないかなる慣用形状を有していてもよい。

【 0 0 2 7 】

導入孔 4 2 は、前縁通路 3 4 と隔離プレナム 3 8 の間に長手方向に 1 列をなし、その寸法は、隔離プレナムに供給される冷却空気の圧力を低下せしめるべく前縁通路と隔離プレナムの間で冷却空気を制限もしくは調量する大きさとされる。かくして、前縁通路 3 4 内の相対的に高い圧力の空気から低压冷却空気を隔離し、ギル孔 4 4 を通してのブロー比を向上させる。ギル孔 4 4 外側の燃焼ガスの圧力は前縁 2 6 における燃焼ガスの最高圧力よりも格段に低いので、隔離プレナム 3 8 内部の冷却空気の圧力は好ましくは前縁通路 3 4 内の空気の圧力よりも低くして、前縁孔 3 6 及びギル孔 4 4 を通してのブロー比を各々独立に制御する。

40

【 0 0 2 8 】

図 2 に示す通り、導入孔 4 2 は、冷却空気をそれぞれ側壁内面に衝突するジェットとして流して冷却空気の内面冷却効果を高めるとともにギル孔 4 4 の冷却効果を高めるため、好ましくは負圧側壁 2 2 の内面に斜交して入口隔壁 4 0 を貫通する。導入孔 4 2 をかなり制限することで、負圧側壁内面に衝突する際の冷却媒体の圧力が下がる。圧力の低下によ

50

てインピンジメント対流冷却が最大限になる一方で、冷却媒体の運動量と燃焼ガスの運動量の比の低下によってギル孔 4 4 のフィルム冷却効果も改善される。ギル孔 4 4 を通しての運動量比が低いので、ブローオフマージンの増大で代表されるようにこの位置でのフィルムブローオフのおそれが低減する。

【 0 0 2 9 】

ギル孔 4 4 は好ましくは導入孔 4 2 の後方に前縁 2 6 から遠ざかるように配設される。かくして、前縁通路 3 4 及びそれと連携した数列のフィルム冷却孔 3 6 は、燃焼ガスが最高圧力を示す前縁近傍でエーロフォイル前縁部の効果的なフィルム冷却をもたらす。

【 0 0 3 0 】

負圧側壁 2 2 は、好ましくは最後列の前縁孔 3 6 からギル孔 4 4 まで隔離プレナム 3 8 沿いに無孔である。この領域の負圧側壁は、導入孔 4 2 からのインピンジメント冷却及び隔離プレナム 3 8 内での対流冷却によって、隔離プレナム 3 8 から効果的に内部冷却される。使用後の冷却空気はギル孔 4 4 を通して相対的に低い圧力の燃焼ガス中に吐出されて、冷却空気のフィルムを形成し、ギル孔 4 4 下流の負圧側壁 2 2 をフィルム冷却する。

10

【 0 0 3 1 】

このようにして、前縁 2 6 でのエーロフォイル冷却は、燃焼ガス 1 2 の圧力の勾配が最大となる負圧側壁 2 2 に沿っての前縁下流の冷却とは隔離される。こうして前縁孔 3 6 及び負圧側ギル孔 4 4 でのブロー比を、それぞれの位置での冷却効果が最大限となりそれに応じたブローオフマージンが得られるように、燃焼ガスの圧力が異なるそれぞれの位置に合わせて調整することができる。

20

【 0 0 3 2 】

第 2 隔壁 4 8 によって前縁通路 3 4 から分離された翼弦中央通路 4 6 を前縁通路 3 4 のすぐ後方（すなわち背後）に配設することによって、冷却効果をさらに高めることができる。図 3 にも示す通り、翼弦中央通路 4 6 及び前縁通路 3 4 はともに半径方向（すなわち長手方向）に翼根元から翼先端まで延在する。

【 0 0 3 3 】

第 2 隔壁 4 8 は、冷却空気を前縁通路 3 4 に導くための複数の第 2 導入孔 5 0 を含んでいる。導入孔 5 0 の寸法は、好ましくは、通過する冷却空気を調量するとともに、前縁 2 6 部でのエーロフォイル内面をインピンジメント冷却するため前縁通路 3 4 に向かって冷却空気のジェットを噴出する大きさとされる。かくして、冷却空気は導入孔 5 0 内外で大きな圧力降下を受けるとともに、第 1 導入孔 4 2 内外で再度大きな圧力降下を受け、ギル孔 4 4 でのブロー比を至適化するのに有効な低圧の冷却空気を隔離プレナム 3 8 に提供する。

30

【 0 0 3 4 】

図 2 及び図 3 に示す通り、エーロフォイルは、好ましくは、翼弦中央通路 4 6 と平行にしかも長手方向に延在する導入通路 5 2 も含んでおり、該導入通路 5 2 は、冷却空気を通すための例えば 2 列に並んだ複数の第 3 導入孔 5 6 を含んだ第 3 隔壁 5 4 によって翼弦中央通路 4 6 から分離される。

【 0 0 3 5 】

翼弦中央通路 4 6 は好ましくは前縁通路 3 4 の後方で正圧側壁 2 4 に直接接しており、導入通路 5 2 は好ましくは隔離プレナム 3 8 のすぐ後方で負圧側壁 2 2 と接し、無孔の第 4 隔壁 5 8 によって隔離プレナム 3 8 から分離される。第 4 隔壁 5 8 は、かくして、導入通路 5 2 を通して最初に導入される高圧冷却空気から隔離プレナム 3 8 を隔離する。

40

【 0 0 3 6 】

冷却空気は好ましくは導入通路 5 2 から直接隔離プレナム 3 8 に入らない。それらの間の圧力降下を最大限にすることができないからである。その代わりに、冷却空気 2 0 を導入通路 5 2 から翼弦中央通路 4 6 へ、次いで前縁通路 3 4、最後に隔離通路 3 8 へと順次流すことが必要であり、かくして隔離プレナム 3 8 は 3 組の導入孔 4 2, 5 0, 5 6 によって導入通路 5 2 から分離される。

【 0 0 3 7 】

50

図 2 に示す通り、エーロfoil 1 4 は、エーロfoil の後部及び後縁部を慣用法で冷却するため、翼弦中央通路 4 6 及び導入通路 5 2 の後方に配設された追加の冷却通路をさらに含んでいてもよい。

【 0 0 3 8 】

図 2 及び図 3 に示す好ましい実施形態では、前縁通路 3 4 は、半径方向内端の閉じたチャンパーすなわちプレナムであり、第 2 導入孔 5 0 を通じてのみ冷却空気を受け取る。同様に、翼弦中央通路 4 6 も、半径方向内端の閉じたチャンパーもしくはプレナムであり、第 3 導入孔 5 6 を通じてのみ冷却空気を受け入れる。前縁通路 3 4 及び翼弦中央通路 4 6 への第 2 及び第 3 導入孔 5 0 , 5 6 の寸法は、好ましくは、通過する冷却空気を制限もしくは調量して、導入通路 5 2 から翼弦中央通路 4 6 に流れ、次いで第 1 導入孔 4 2 を通過して隔離プレナム 3 8 に流れる冷却空気の圧力を順次低下させる大きさである。

10

【 0 0 3 9 】

こうして、エーロfoil 内に最初に最高圧力で導入された冷却空気 2 0 は、導入通路 5 2 内を半径方向上向きに流れ、導入孔 5 6 で調量され、翼弦中央通路 4 6 内部で正圧側壁 2 4 の内面をインピンジメント冷却する。冷却空気は次いで導入孔 5 0 で調量され、前縁 2 6 でエーロfoil 内面をインピンジメント冷却するとともに冷却空気の一部を前縁通路から複数のフィルム冷却孔 3 6 を通して吐出する。冷却空気の残りの部分は最後に導入孔 4 2 で調量され、隔離プレナム 3 8 内部で負圧側壁 2 2 の内面をインピンジメント冷却し、最終的にはフィルム冷却用ギル孔 4 4 を通して、最初に導入通路 5 2 内に導入したときの圧力よりも大幅に低下した圧力で吐出される。

20

【 0 0 4 0 】

従って、冷却空気 2 0 の圧力は導入通路 5 2 からギル孔 4 4 から最終的に吐出されるまでの間に多段階で低下し、ギル孔 4 4 でのブロー比が大幅に改善されてギル孔からのフィルム冷却が向上する。

【 0 0 4 1 】

さらに、ギル孔 4 4 から吐出されるまでに同じ冷却空気が多段階でエーロfoil の様々な部分の冷却に使用されるので、冷却効率がさらに向上する。

【 0 0 4 2 】

この直列インピンジメントでは、フィルム冷却用の前縁孔 3 6 又はギル孔 4 4 いずれかを通して冷却媒体を吐出するまでに、冷却空気を何度も有効利用する。これにより、冷却空気流の所要量が低減するとともに、冷却効率の増大によって冷却設計が至適化される。冷却空気の温度は直列冷却を行うにつれて上昇し、その熱除去容量が最大限となる。

30

【 0 0 4 3 】

隔離プレナムは、燃焼ガスの圧力勾配の大きいエーロfoil 負圧側壁上での前縁下流におけるフィルム冷却効果を高める。インピンジメント孔 5 6 , 5 0 , 4 2 によって順次達成される直列インピンジメント冷却を始めとする、冷却空気の多段階使用によって、エーロfoil から吐出されるまでに冷却空気の冷却能力がさらに一段と有効活用される。

【 0 0 4 4 】

以上、本発明の好ましい例示的实施形態と考えられるものを説明してきたが、本明細書の教示内容から本発明のその他の変更は当業者には自明であろう。従って、本発明の技術的思想及び技術的範囲に属するかかる変更がすべて特許請求の範囲に包含されることを望むものである。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の一つの実施形態によるエーロfoil を有する例示的なガスタービンエンジンタービンロータブレードの斜視図。

【 図 2 】 図 1 に示すエーロfoil の矢視 2 - 2 部の半径方向断面図

【 図 3 】 図 2 に示すエーロfoil の矢視 3 - 3 部の縦断面図

【 符号の説明 】

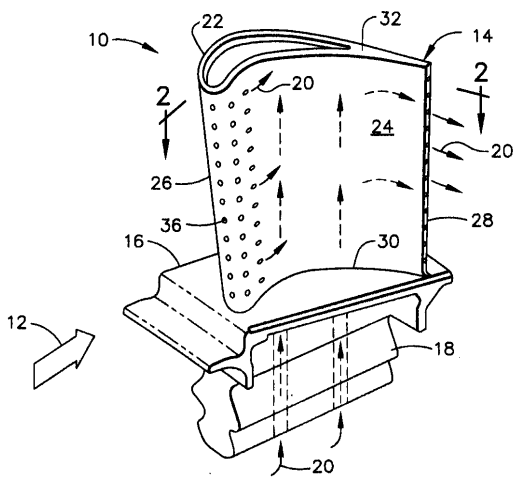
1 4 エーロfoil

2 0 冷却空気

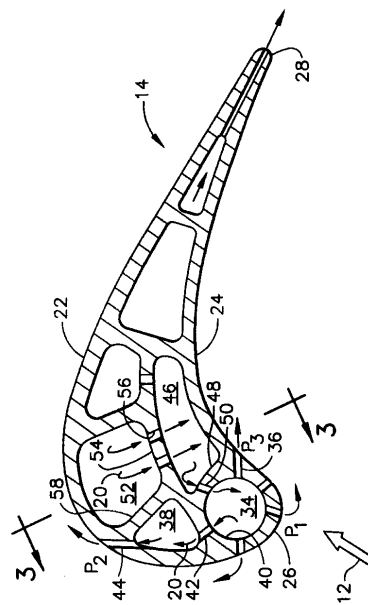
50

- 2 2 第 1 (負 圧) 側 壁
- 2 4 第 2 (正 圧) 側 壁
- 2 6 前 縁
- 2 8 後 縁
- 3 0 翼 根 元
- 3 2 翼 先 端
- 3 4 前 縁 通 路
- 3 6 フ ィ ル ム 冷 却 用 前 縁 孔
- 3 8 隔 離 プ レ ナ ム
- 4 0 隔 離 (第 1) 隔 壁
- 4 2 第 1 導 入 孔
- 4 4 ギ ル 孔
- 4 6 翼 弦 中 央 通 路
- 4 8 第 2 隔 壁
- 5 0 第 2 導 入 孔
- 5 2 導 入 通 路
- 5 4 第 3 隔 壁
- 5 6 第 3 導 入 孔
- 5 8 第 4 隔 壁

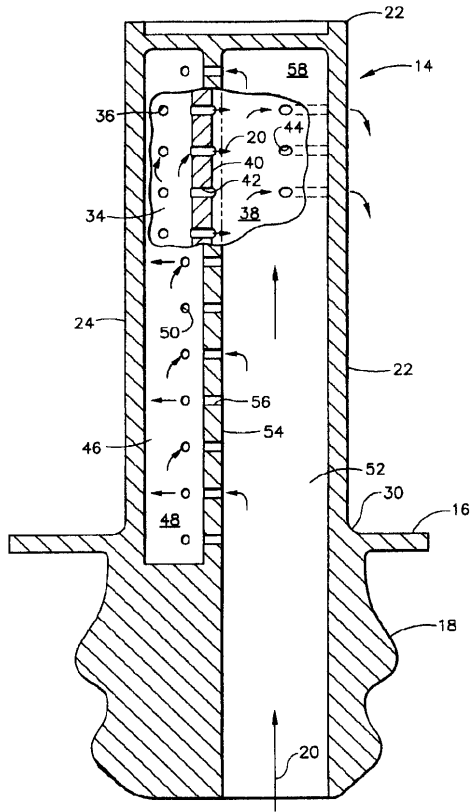
【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】



フロントページの続き

- (72)発明者 ポール・ジョセフ・アクアヴィヴァ
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ウェイクフィールド、セイラム・ストリート、7番
- (72)発明者 ダニエル・エドワード・ディマース
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、エプスウィッチ、フィレ・ストリート、1番

審査官 藤原 弘

- (56)参考文献 米国特許第5577884 (US, A)
特表平09-507895 (JP, A)
特開平07-042504 (JP, A)
国際公開第98/37310 (WO, A1)
米国特許第5813835 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/18
F01D 9/02