

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6254819号
(P6254819)

(45) 発行日 平成29年12月27日(2017.12.27)

(24) 登録日 平成29年12月8日(2017.12.8)

(51) Int.Cl.

F01D 5/18 (2006.01)
F02C 7/18 (2006.01)

F 1

F O 1 D 5/18
F O 2 C 7/18

A

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-220697 (P2013-220697)
 (22) 出願日 平成25年10月24日 (2013.10.24)
 (65) 公開番号 特開2014-92153 (P2014-92153A)
 (43) 公開日 平成26年5月19日 (2014.5.19)
 審査請求日 平成28年10月12日 (2016.10.12)
 (31) 優先権主張番号 13/664,503
 (32) 優先日 平成24年10月31日 (2012.10.31)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 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、スケネクタディ、リバーロード、1
 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 智志
 (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】先端棚部にディフューザ形冷却孔を持つタービン羽根先端

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

翼形部を有するガスタービン・エンジン羽根であって、前記翼形部は、相隔たる前縁及び後縁において互いに接合された第1の側面及び第2の側面を含み、該翼形部の内部には、前記第1の側面及び前記第2の側面に沿って流れる燃焼ガスから該翼形部を冷却するための流路が画成されており、前記翼形部がまた先端を持っている、ガスタービン・エンジン羽根において、

前記先端は、前記翼形部の前記第1の側面と前記第2の側面との間に且つ前記前縁と前記後縁との間に延在する先端床部であって、冷却空気を前記流路内に収容するために前記翼形部を閉止する先端床部を有し、

前記先端は更に、前記翼形部の前記第1の側面において前記先端床部から延在して、該第1の側面の延長部を形成する第1の先端壁を有し、

前記先端は更に、前記翼形部の前記第2の側面において前記先端床部から延在して、該第2の側面の延長部を形成する第2の先端壁を有し、該第2の先端壁は、前記第1の先端壁から部分的に隔たっていて、両者の間に外向きの先端プレナムを画成しており、

前記第1の先端壁は、前記翼形部の前記第1の側面から少なくとも部分的に凹んで、前記前縁と前記後縁との間に延在する外向きの先端棚部を画成しており、該外向きの先端棚部は前記翼形部の前記第1の側面に不連続さを与え、前記第1の先端壁及び該外向きの先端棚部は、それらの間にトラフを画成しており、また

前記先端は更に、前記先端棚部を貫通する複数のディフューザ形冷却孔であって、前記

先端を冷却するために前記トラフの中へ前記冷却空気の一部分を通すために前記流路と前記トラフとの間に流通関係にある複数のディフューザ形冷却孔を有しており、

前記複数のディフューザ形冷却孔はディフューザ部分を有し、該ディフューザ部分は、前記ディフューザ形冷却孔の長手方向軸線に対して角度を持って外向きに広がる側壁を有しており、

前記複数のディフューザ形冷却孔は更に、冷却空気を通すために前記流路と流通するほぼ真っ直ぐな部分を有し、

前記複数のディフューザ形冷却孔は、前記ディフューザ部分に一対のスロットを有し、その内的一方のスロットは前記先端棚部に沿ってほぼ前方方向に延在し、且つ他方のスロットは前記先端棚部に沿ってほぼ後方方向に延在していること、
10
を特徴とするガスタービン・エンジン羽根。

【請求項 2】

各ディフューザ部分は、前記ディフューザ形冷却孔の軸方向に、少なくとも部分的に、円錐状、放物線状、双曲線状、半円状、半楕円状、及び半長円状の内の1つである形状を持っている、請求項1記載のガスタービン・エンジン羽根。

【請求項 3】

前記複数のディフューザ形冷却孔の内の1つは、前記複数のディフューザ形冷却孔の内の他の冷却孔に対して異なる大きさ及び/又は形状を有し、これによって前記先端の異なる領域に異なる流速の冷却ガスを供給する、請求項1または2に記載のガスタービン・エンジン羽根。
20

【請求項 4】

前記複数のディフューザ形冷却孔の内の少なくとも2つは、1つのディフューザ形冷却孔からの1つのスロットを隣接したディフューザ形冷却孔からの1つのスロットに接合することによって、互いに接続されている、請求項1乃至3のいずれかに記載のガスタービン・エンジン羽根。

【請求項 5】

その一端に羽根先端を有するタービン羽根アセンブリであって、
当該羽根アセンブリは更に長さを有していて、該長さに沿って前縁を持ち、該前縁は後縁へ移行し、
30

当該羽根アセンブリは更に幅を有していて、該幅に沿って前記前縁と前記後縁との間に第1の壁を持ち、該第1の壁は正圧面を構成しており、

当該羽根アセンブリは更に、その幅に沿って、前記第1の壁と対向した第2の壁を有し、該第2の壁は負圧面を構成しており、

当該羽根アセンブリは更に、前記第1の壁に沿って、前記羽根先端に先端棚部を有し、
当該羽根アセンブリは更に、冷却ガスを受け取るように構成された実質的に中空の内部を有し、

前記先端棚部に、前記実質的に中空の内部と流通する少なくとも1つのディフューザ形冷却孔が設けられており、

前記少なくとも1つのディフューザ形冷却孔は、該ディフューザ形冷却孔を出て行く冷却ガスを拡散するように形成されたディフューザ部分を有しており、
40

前記ディフューザ部分の少なくとも一部分は、前記ディフューザ部分から半径方向に延在する少なくとも1つのスロットを有している、
ことを特徴とするタービン羽根アセンブリ。

【請求項 6】

前記先端棚部は、前記羽根先端に配置されたスクイーラー先端リムに形成されている、
請求項5記載のタービン羽根アセンブリ。

【請求項 7】

前記ディフューザ形冷却孔は、前記実質的に中空の内部と流通するほぼ真っ直ぐな部分と、前記先端棚部と流通するほぼ外向きに広がっている部分とを有しており、

前記ほぼ外向きに広がっている部分は、前記ディフューザ部分の全周囲を有し、且つそ
50

の軸方向に、円錐状、放物線状、双曲線状、半円状、半橢円状、及び半長円状の内の1つである形状を有している、請求項5または6に記載のタービン羽根アセンブリ。

【請求項8】

前記ディフューザ部分は第1のスロット及び第2のスロットを有し、前記第1のスロットは前記先端棚部に沿ってほぼ前方方向に配向され、且つ前記第2のスロットは前記先端棚部に沿ってほぼ後方方向に配向されている、請求項5乃至7のいずれかに記載のタービン羽根アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、一般的に云えば、ガスタービン・エンジンに関し、より具体的には、先端の冷却を改善したガスタービン・エンジン回転羽根に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ガスタービン・エンジンは、燃焼器の下流に配置された1つ以上のタービン羽根列を含み、これらの羽根列は燃焼器によって発生された燃焼ガスからエネルギーを抽出する。回転羽根先端(tip)の半径方向外側にはステータ・シュラウドを配置することができ、シュラウドは、運転中に燃焼ガスが羽根先端を越えて漏洩するのを低減するために羽根先端とシュラウドとの間の隙間を比較的小さくするように羽根先端から隔てられる。各々の回転羽根は従来知られているように正圧面及び負圧面を含み、これらは、回転羽根間を通して流れれる燃焼ガスから可能な限り多量のエネルギーを抽出するために空気力学的に輪郭が形成されていることが好ましい。正圧面及び負圧面は羽根先端まで延在し且つ燃焼ガスから抽出されるエネルギーの量を最大にするためにステータ・シュラウドに出来る限り接近して配置される。しかしながら、羽根先端とステータ・シュラウドとの間の隙間は、運転中に羽根先端に損傷を与える可能性のある羽根先端の摩擦(rubbing)の発生を最小にするように適切にしなければならない。

20

【0003】

シュラウド無しの羽根は、羽根先端における高温ガスの漏洩を低減し且つ運転性能に不利な条件を減らすためにスクリーラ(squealer)先端を使用している。このような先端の設計では、典型的には、羽根先端床部から突き出すリブ(一般には、正圧面側リブ及び負圧面側リブ)を必要とする。これらのリブは伝導により効果的に冷却するのが困難である。更に、タービン羽根先端及び関連したリブは、それらの外側表面に沿って流れれる燃焼ガスの非常に高い温度に曝される。このような高い温度及び低い冷却作用により、先端リブの耐久性に問題が生じ、また羽根の寿命の終期に羽根の落下が生じる可能性がある。何れかの先端リブにスクリーラー床部を越える酸化又は亀裂を生じると、全体の翼形部の状態に關係なく羽根が修理不可能になる。

30

【0004】

シュラウド付きであるかシュラウド無しであるかに拘わらず、タービン回転羽根は、典型的には、羽根の内部に冷却空気を通すために中空である。この冷却空気はガスタービン・エンジンの通常の圧縮機から供給されて、羽根に沿って流れれる燃焼ガスによって発生される熱流束に対して羽根を冷却する。羽根の先端又は先端キャップの部分は、高温燃焼ガスの損傷作用の影響を特に受け易く、従って、運転中の酸化及び熱疲労の形での羽根先端の障害状態を低減するために適切に冷却しなければならない。このような羽根先端の障害状態に起因して羽根先端が腐食するにつれて、羽根の正圧面及び/又は負圧面は悪影響を受けて、燃焼ガスからエネルギーを抽出するために用いられる羽根の空気力学的効率を減少させる。更に、羽根先端のこのような腐食はまた、羽根先端とステータ・シュラウドとの間の隙間を増大させ、これにより、燃焼ガスがより多量に羽根先端を越えて漏洩し、従って、そこからのエネルギーの抽出が失われ、これもまた空気力学的効率を低下させる。

40

【0005】

50

先端キャップにおいて羽根の適切な正圧面側及び負圧面側流れ面を維持するため及びステータ・シュラウドとの隙間を最小にするために、多数の従来の羽根先端キャップの設計が存在する。また、望ましくない腐食を生じることなく羽根の寿命要件を満たすために羽根先端又は羽根先端キャップを冷却するための多数の冷却構成も存在する。従来行われている設計では、先端棚部と羽根の正圧面側に配置された第1の先端壁とによって画成された先端棚部凹み(recess)又はL字形トラフを利用している。先端棚部は、有利なことに、羽根先端の翼形正圧面を不連続にして、燃焼ガスを羽根先端の表面から分離させることができ、これにより、高温のガスから羽根先端への熱伝達を減少させることができ、従って羽根先端への熱流束の流入を減少させることができる。従来行われている設計ではまた、先端棚部を貫通する複数の真っ直ぐな丸い孔を使用して、中空の羽根内部から先端棚部及び正圧面側リブへ冷却ガスを通流させ、その結果、対流及び膜冷却効果により先端の冷却を行っている。先端棚部凹みは、羽根の内部を出た冷却空気が蓄積する領域を提供し、これによって燃焼ガスと羽根先端との間に冷却空気の膜状のブランケット(blanket)を提供し、これによって羽根先端を更に冷却する。

【0006】

羽根先端を冷却する別的方式は、先端棚部中の真っ直ぐな丸い冷却孔の総数を増加して、全冷却流量を増大し且つ高温ガスが表面と相互作用することのできる空間を減少させることである。しかしながら、羽根先端を含む羽根の冷却には、ガスタービン圧縮機からの圧縮空気の一部分を使用しているので、その空気はエンジンの燃焼器における燃焼のためには利用できず、これによりガスタービン・エンジンの全体の効率を低下させる。従って、羽根先端を含む羽根の冷却は、ガスタービン・エンジン効率の損失を最小にするために出来る限り少ない圧縮空気で達成すべきである。

【0007】

更に別的方式では、正圧面側先端孔からの冷却流を複数の所望の位置でリムに対して差し向けて表面を良好に覆うようにするために、正圧面側リブ内にチャンネル又は窪みを形成することを必要としている。

【0008】

また更に別的方式は、正圧面側リムを厚くして、その中心を通りリム頂面に出口を持つ冷却孔を設けることである。そこで、設けるのに経済的であり、且つ羽根先端棚部を覆うように満足な流量の冷却空気を供給し、且つ先端棚部にわたって広がる改良された冷却空気の膜状ブランケットを供給し、これによって羽根先端を高温燃焼ガスから保護するような先端棚部冷却孔が提供されれば、望ましいであろう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許第7704045号

【発明の概要】

【0010】

本発明によれば、1つ以上のディフューザ形冷却孔がタービン羽根アセンブリの先端棚部に設けられる。ディフューザ形冷却孔は、冷却ガスが冷却孔を出る前に拡散を開始し始めて、真っ直ぐな孔の場合よりも大きい面積をカバーできるようにすることできる。拡散した冷却ガスは、次いで、正圧面側レールにわたって流れて、真っ直ぐな丸い冷却孔を用いた場合の典型的な表面積よりも大きい表面積をカバーすることができる。このカバー範囲の増大により、正圧面側レールに対する冷却をより均一にすることことができ、また高温ガスが占める表面近くの漏洩経路をより少なくすることができる。冷却ガスの拡散はまた、先端棚部空洞(凹み)内への冷却剤速度を低減するように作用することができる。速度の低減は、棚部に取り込まれる冷却ガスの量を増大させることができ、これによって先端棚部領域から正圧面側レール内へ全体的な冷却を向上させることができる。

【0011】

以下の記載は添付の図面を参照すればより良く理解されよう。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】**【0012】**

【図1】図1は、本発明の一実施形態のガスタービン・エンジン羽根の先端部分の一部を断面で示す概略斜視図である。

【図2】図2は、図1の先端部分の上面図である。

【図3】図3は、本発明の一実施形態のディフューザ形冷却孔の上面図である。

【図4】図4は、図3のディフューザ形冷却孔の側断面図である。

【図5】図5は、本発明の別の実施形態に従った冷却孔のディフューザ部分の上面図である。

【図6】図6は、図5の冷却孔の側断面図である。

10

【図7】図7は、本発明の一実施形態のディフューザ形孔を切削加工するために使用される工具本体の斜視図である。

【図8】図8は、本発明の一実施形態のガスタービン・エンジン羽根の先端部分の一部の部分断面図である。

【発明を実施するための形態】**【0013】**

羽根の先端へ冷却空気を通す冷却流路をその中に持つガスタービン羽根は一般に知られている。周知のように、タービン羽根は、典型的には、翼形部を含み、翼形部は、相隔たる前縁及び後縁において互いに接合された第1の側面及び第2の側面を含み、該翼形部の中には、第1の側面及び第2の側面に沿って流れる燃焼ガスから翼形部を冷却するための流路が画成されている。翼形部は、典型的には、その遠位端に先端を持ち且つ根元を持ち、該根元は、ロータ円板に羽根を取り付けるために該根元から延在するダブテールを持つ。翼形部の先端は、典型的には、翼形部の第1の側面と第2の側面との間に且つ前縁と後縁との間に延在する先端床部であって、冷却空気を空気流路内に収容するために翼形部を閉止する先端床部を含む。第1の先端壁が、典型的には、翼形部の第1の側面において先端床部から延在して、該第1の側面の延長部を形成する。第2の先端壁が、典型的には、翼形部の第2の側面において先端床部から延在して、該第2の側面の延長部を形成する。第2の先端壁は、第1の先端壁から部分的に隔たっていて、両者の間に外向きの先端プレナムを画成する。第1の先端壁は、典型的には、翼形部の第1の側面から少なくとも部分的に凹んで、前縁と後縁との間に延在する外向きの先端棚部を画成しており、該先端棚部は翼形部の第1の側面に不連続さ(段差)を与え、該第1の先端壁及び先端棚部は、それらの間に先端棚部凹み又はトラフを画成する。代替の形態では、先端棚部は、前縁から、後縁に達しない手前の所まで延在することができ、この構成は「部分先端棚部」と呼ばれることがある。

20

【0014】

図1、図2及び図8について説明すると、本発明の一実施形態のタービン羽根スキー
ラー先端10の一部分が示されている。スキーラー先端10はタービン羽根アセンブリの遠位端に配置することができる。タービン羽根アセンブリは、その近位端に、ガスター
ビン・エンジンのロータ円板に羽根を取り付けるための翼形部根元を持つことができる。
羽根アセンブリ及びスキーラー先端10は、それらの長さに沿って、翼形部根元と羽根
先端との間に前縁11を持つことができ、この前縁11は、テーパーの付いた後縁12へ
移行することができる。羽根アセンブリ及びスキーラー先端は更に、その幅に沿って前
縁11と後縁12との間に、羽根アセンブリの正圧面側の第1の壁13、及び該第1の壁
13と対向した、羽根アセンブリの負圧面側の第2の壁14を持つことができる。第1の
壁13はほぼ凹状の形状を持つことができ、またその上に先端棚部15を配置するこ
ができる。この先端棚部15は、時には突合せ棚部又は動翼先端棚部とも呼ばれ、実質的に
前縁11から後縁12まで延在する。第2の壁14はほぼ凸状の形状を持つことができる
。

30

【0015】

図示されているように、先端棚部15は、羽根先端に配置されたスキーラー先端リム

40

50

16中に形成することができる。先端棚部15は、それに沿って配置された1つ以上のディフューザ形冷却孔17を持つことができる。更に図示されているように、先端床部又はプレナム18は、そこに分散配置された1つ以上の先端床部冷却孔19を含むことができる。これらのディフューザ形冷却孔17及び先端床部冷却孔19は、羽根アセンブリの実質的に中空の内部20と流体連通状態にすることができる。中空の内部20は、羽根を冷却するために羽根の該中空の内部20に(図8に矢印Aで表されている)冷却空気を通すように1つ以上の内部リブ21によって形成された蛇行状流路構成を含むことができる。冷却空気はガスターインの圧縮機(図示せず)によって供給することができ、また通常ロータ円板を通って羽根の中へ流れる。先端棚部15は、先端棚部15と第1の垂直な先端壁23とによって形成されるL字形の先端トラフ又は先端棚部凹み22を含むことができる。先端壁23は、常にそうであるとは限らないが、大体垂直であって、先端棚部15に対して直角である。他の実施形態では、先端壁23は、先端棚部15に対して斜めに、すなわち、非直角にすることができる。第2の垂直な先端壁31が、羽根先端の負圧面側に第1の垂直な先端壁23から隔たって配置され、これらの先端壁の間には先端床部18が形成される。図1に示されている実施形態では、先端床部18に対してほぼ直角にすることのできる第2の垂直な先端壁31が設けられているが、これは全ての場合に当てはまるとは限らず、実施形態によっては、第2の先端壁31は先端床部18に対して斜めに、すなわち、非直角にすることができる。

【0016】

図3及び図4により詳しく示されているように、本発明の一実施形態によるディフューザ形冷却孔17は、該ディフューザ形冷却孔17を出て行く冷却空気を拡散させるように構成されているディフューザ部分24を持つことができる。このようなディフューザ部分24は、図4に示されているように、ディフューザ形冷却孔17の長手方向軸線AAから外向きに広がることができ、また図3に示されているように、ディフューザ部分24の全周囲又は円周を有することができる。ディフューザ形冷却孔17は更に、図4に示されているように、ほぼ真っ直ぐで丸い断面の(軸方向に円筒形の)部分25を含むことができ、該部分25はターピン羽根先端の中空の内部20と連通することができ、また該内部20から冷却ガスを受け取ることができる。

【0017】

本書で用いられる用語「ディフューザ形冷却孔」とは、冷却ガスが冷却孔を出て行く場所で冷却ガスの流速を拡散及び/又は減少させる傾向のある冷却孔を意味し、このようには動作しない完全に真っ直ぐな壁を持つ又は円筒形の冷却孔から区別しようとするものである。本発明の一実施形態では、ディフューザ部分24は、ディフューザ形冷却孔17の長手方向軸線AAに対してほぼ外向きに広がることができ、また軸方向にほぼ円錐形の形状で且つ断面を丸く(円形に)することができます。しかしながら、出口26が該出口より上流のディフューザ部分の断面積よりも大きい断面積を持ち、且つ冷却ガスが先端棚部を出て行く場所(26)で冷却ガスの流速を拡散及び/又は減少させ、且つ先端棚部凹み22に沿って冷却ガスのカーテンを生成するような構成であれば、ディフューザ部分24について他の構成が可能であり、例えば、限定するものではないが、軸方向に、放物線状、双曲線状、半円状、半楕円状、及び/又は半長円状であり、且つ、断面が、楕円形、長円形、正方形、長方形、及び/又は円形である構成が可能である。また、ディフューザ形冷却孔17のディフューザ部分24は冷却孔の周囲に沿ってその一部分のみ延在することができる、例えば、断面が丸いディフューザの場合、ディフューザ部分24は、その周囲の180°にわたって延在して、半円錐状であり、また半円筒状であって、片側ディフューザを構成することができる。図4に示されているように、ディフューザ部分24は、ディフューザ形冷却孔17の長手方向軸線AAに対して約0°~20°の角度で、より具体的には、約5°の角度で、ほぼ外向きに広がることができる。しかしながら、他の角度も勿論可能である。とは云え、角度が小さすぎる場合、ディフューザ形冷却孔は事实上真っ直ぐな側面を持つ円筒形の孔のように動作することがあり、また角度が上記の範囲の最高値よりもよりも大きい場合、流れの分離が生じ、その結果、拡散が損なわれて

10

20

30

40

50

、冷却効果が減少することがある。

【0018】

更に別の例では、図5及び図6に示されているように、複数のディフューザ形冷却孔17の内の1つ以上には、先端棚部15に沿った出口26の所でスロットを形成することができ、その結果のディフューザ形冷却孔17の側部の1つ以上のスロット27は、先端棚部凹み22の長手方向にほぼ平行に、すなわち、冷却空気を先端棚部15に沿って矢印Aで示される前方に及び／又は矢印Bで示される後方に方向付けするように配置される。ディフューザ形冷却孔（1つ又は複数）17の周りに、冷却空気を他の方向に方向付けするための追加のスロット27を配置することができる。このようなスロット27が使用されるとき、ディフューザ形冷却孔17は軸方向に真っ直ぐにするか又は広がるようにすることができる。スロット27は平行な側面28及び弓形底面29を持つ真っ直ぐなスロットとして示されているが、スロット27は、先細の又は末広の側面28、湾曲した側面28、或いはその他の形状構成を持つことができ、また真っ直ぐな底面29又は当業者には明らかなような他の形状構成を持つことができる。別の実施形態では、図5及び図6に示されているディフューザ形冷却孔17は、少なくとも1つの他の同様な冷却孔17に接続することができ、そのために、各ディフューザ形冷却孔17の隣接するスロット27を伸ばして、それらを接合することにより、2つの隣接するディフューザ形冷却孔17を接続する1つのスロットを形成する。

【0019】

ここで明らかなように、先端棚部15に沿って配列された複数のディフューザ形冷却孔17の大きさ及び／又は形状を変えることによって、タービン先端にわたる温度分布を均等化する目的で先端棚部15の相異なる領域における冷却ガスの流速及びカバー範囲を変えることができる。流速は、ディフューザ形冷却孔17の真っ直ぐな丸い部分25の大きさによって制御される。真っ直ぐな丸い部分25の大きさを増大することによって、相対的に高い流速を、相対的に高い温度になると知られている領域へ供給することができ、また逆の場合も同様にすることができる。ディフューザ部分24は、流れの広がり及び出口速度を制御する。所与の流速の場合（すなわち、真っ直ぐな丸い部分25が固定されている場合）、ディフューザ部分24は局部温度を調整するために調節することができる。ディフューザ部分24をより大きくすることによって、流れはより大きい面積にわたって広がって、比較的高い温度に曝される既知の領域により良好な膜冷却カバー範囲を提供する。もしディフューザ部分24が真っ直ぐな丸い部分25の大きさ及び形状に近づくようにより小さく作られた場合は、ディフューザ設計の冷却の効果が減少する。

【0020】

図7には、切削工具30の斜視図が示されており、該切削工具30は、当業者に周知の方法を用いて先端棚部15の中に該工具30と実質的に同じ形状を持つディフューザ形冷却孔17をドリル穿孔及び／又は打ち抜き加工するために使用することができる。

【0021】

本発明は、正圧面側先端リムにわたる膜冷却カバー範囲を向上させ、これによってLCF（低サイクル疲労）寿命に悪影響を及ぼす温度勾配を低減するのに役立つことができる。本発明はまた、正圧面側先端リムに冷却空気をより均一に分配して、これによって全体の表面温度を下げるのに役立つことができる。本発明によるディフューザ形の孔を使用することにより、同じ温度限界の場合に丸い真っ直ぐな孔に比べて冷却流の使用量をより少なくすることができ、或いは冷却流の使用量が丸い真っ直ぐな孔と同じである場合は温度を低くすることができる。

【0022】

本明細書は、最良の実施形態を含めて、様々な実施形態を開示するために、また当業者が任意の装置又はシステムを作成し使用し、任意の採用した方法を遂行することを含めて、本発明を実施できるようにするために、様々な例を使用した。本発明の特許可能な範囲は「特許請求の範囲」の記載に定めており、また当業者に考えられる他の例を含み得る。このような他の例は、それらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から実質的に差異の

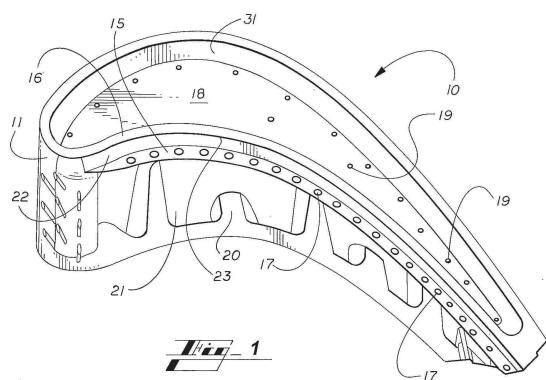
ない構造的要素を持つ場合、或いはそれらが「特許請求の範囲」の文字通りの記載から実質的に差異のない等価な構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内にあるものとする。

【符号の説明】

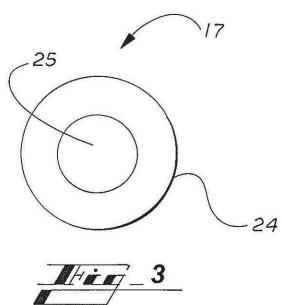
【0023】

- | | | |
|-----|----------------------|----|
| 1 0 | タービン羽根スキーラー先端 | |
| 1 1 | 前縁 | |
| 1 2 | 後縁 | |
| 1 3 | 第1の壁 | |
| 1 4 | 第2の壁 | |
| 1 5 | 先端棚部 | 10 |
| 1 6 | スキーラー先端リム | |
| 1 7 | ディフューザ形冷却孔 | |
| 1 8 | 先端床部 | |
| 1 9 | 先端床部冷却孔 | |
| 2 0 | 中空の内部 | |
| 2 1 | 内部リブ | |
| 2 2 | 先端棚部凹み | |
| 2 3 | 第1の垂直な先端壁 | |
| 2 4 | ディフューザ形冷却孔のディフューザ部分 | |
| 2 5 | ディフューザ形冷却孔の真っ直ぐな丸い部分 | 20 |
| 2 6 | 冷却ガスの出口 | |
| 2 7 | 冷却孔の側部のスロット | |
| 2 8 | スロットの平行な側面 | |
| 2 9 | スロットの弓形底面 | |
| 3 0 | 切削工具 | |
| 3 1 | 第2の垂直な先端壁 | |

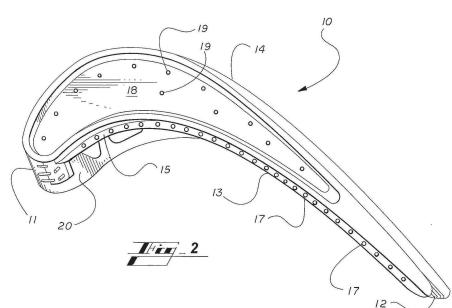
【図1】



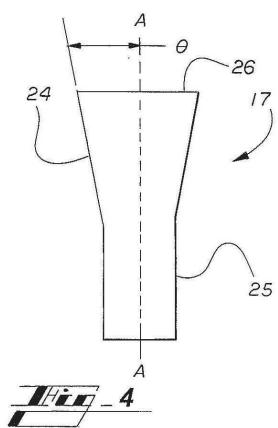
【図3】



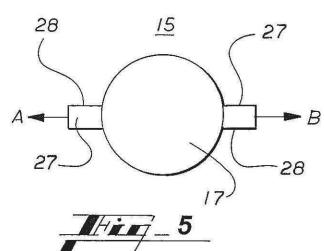
【図2】



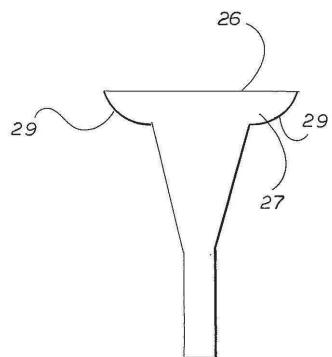
【図4】



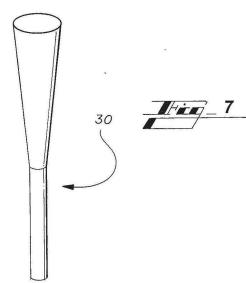
【図5】



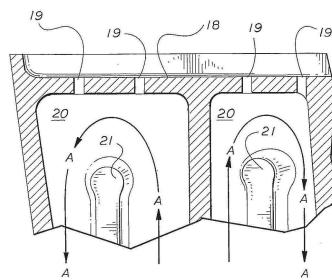
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 アンソニー・ルイ・ジグリオ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29681、シンプソンヴィル、ノースフィールド・レン
ン、33番
- (72)発明者 カミーロ・アンドレス・サンパヨ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29650、グリーア、エリザベス・サラ・ブルバード、
621番
- (72)発明者 マイケル・ジェイ・クライン
アメリカ合衆国、ジョージア州・30067、マリエッタ、ローリング・ロック・ロード、325
番

審査官 松永 謙一

- (56)参考文献 特開2003-129802(JP,A)
特開2002-235503(JP,A)
特開2001-098904(JP,A)
特開平01-195902(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0197190(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0189427(US,A1)
米国特許第05183385(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01 D 5 / 18
F 02 C 7 / 18