

(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2005-337251

(P2005-337251A)

(43) 公開日 平成17年12月8日(2005.12.8)

(51) Int.Cl.⁷

F 01 D 5/18

F 02 C 7/18

F I

F 01 D 5/18

F 02 C 7/18

テーマコード (参考)

3 G 0 0 2

A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2005-152247 (P2005-152247)
 (22) 出願日 平成17年5月25日 (2005.5.25)
 (31) 優先権主張番号 10/855, 149
 (32) 優先日 平成16年5月27日 (2004.5.27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590005449
 ユナイテッド テクノロジーズ コーポレ
 イション
 UNITED TECHNOLOGIES
 CORPORATION
 アメリカ合衆国, コネチカット 0610
 1, ハートフォード, ユナイテッド テク
 ノロジーズ ビルディング
 (74) 代理人 100096459
 弁理士 橋本 剛
 (74) 代理人 100092613
 弁理士 富岡 潔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータブレード

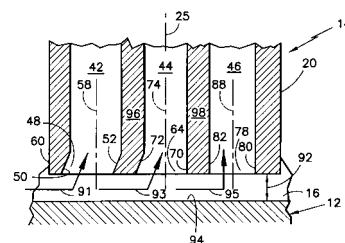
(57) 【要約】

【課題】 ブレードルート部20の負荷能力を損なうことなく、圧力損失を減少させロータブレード14を良好に冷却する。

【解決手段】

ロータブレード14のルート部20は、前縁導管部42、中央導管部44、および後縁導管部46を有し、冷却空気気流91、93、95がルート部20を通して、キャビティ内に流入する。各導管部42、44、46は、中心線58、74、88を有する。前縁導管部42の吸気口48は、中心線58から広がっている前面50、負圧面および正圧面と、中心線58に向かって収束する後面52と、を有する。中央導管部44の吸気口64は、中心線74から広がっている負圧面、正圧面および前面72と、中心線74と平行な後面70と、を有する。後縁導管部46の吸気口78は、後縁導管部46の中心線88から広がっている負圧面および正圧面と、中心線88と平行な前面82および後面80を有する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータブレードであって、
キャビティ、および 1 つまたは複数個の冷却用開口部を有する中空エアフォイルと、
上記エアフォイルに付随し、前縁導管部、少なくとも 1 つの中央導管部、および後縁導管部を有するルート部と、

を備え、

上記導管部が、上記ルート部から上記キャビティへの空気流を可能にし、各導管部が中心線を有し、

上記前縁導管部が、上記前縁導管部の上記中心線からそれぞれ広がっている前面、負圧面、および正圧面と、上記前縁導管部の上記中心線と概ね平行である後面と、を有する吸気口を含み、

上記の少なくとも 1 つの中央導管部のそれぞれが、上記中央導管部の上記中心線からそれぞれ広がっている負圧面および正圧面と、上記中央導管部の上記中心線と概ね平行である後面および前面と、を有する吸気口を含み、

上記後縁導管部が、上記後縁導管部の上記中心線からそれぞれ広がっている負圧面および正圧面と、上記後縁導管部の上記中心線と概ね平行である前面および後面と、を有する吸気口を含むことを特徴とするロータブレード。

【請求項 2】

上記前縁導管部吸気口の上記負圧面および上記正圧面が、上記前面と比べ、異なった角度で広がっていることを特徴とする請求項 1 に記載のロータブレード。

【請求項 3】

ロータブレードであって、
キャビティ、および 1 つまたは複数個の冷却用開口部を有する中空エアフォイルと、
上記エアフォイルに付随し、前縁導管部、少なくとも 1 つの中央導管部、および後縁導管部を有するルート部と、

を備え、

上記導管部が、上記ルート部から上記キャビティへの空気流を可能にし、各導管部が中心線を有し、

上記前縁導管部が、上記前縁導管部の上記中心線からそれぞれ広がっている後面、前面、負圧面および正圧面を有する吸気口を含み、

上記の少なくとも 1 つの中央導管部のそれぞれが、上記中央導管部の上記中心線から広がっている負圧面、正圧面および前面と、上記中央導管部の上記中心線と概ね平行である後面と、を有する吸気口を含み、

上記後縁導管部が、上記後縁導管部の上記中心線からそれぞれ広がっている負圧面および正圧面と、上記後縁導管部の上記中心線と概ね平行である前面と、を有する吸気口を含むことを特徴とするロータブレード。

【請求項 4】

上記前縁導管部吸気口の上記負圧面および上記正圧面が、上記前縁導管部吸気口の上記前面と比べ、異なった角度で広がっていることを特徴とする請求項 3 に記載のロータブレード。

【請求項 5】

上記の少なくとも 1 つの中央導管部吸気口の上記前面が、上記前縁導管部吸気口の上記後面と概ね平行であることを特徴とする請求項 3 に記載のロータブレード。

【請求項 6】

ロータブレードであって、
キャビティ、および 1 つまたは複数個の冷却用開口部を有する中空エアフォイルと、
上記エアフォイルに付随し、前縁導管部、少なくとも 1 つの中央導管部、および後縁導管部を有するルート部と、

を備え、

上記導管部が、上記ルート部から上記キャビティへの空気流を可能にし、各導管部が中心線を有し、

上記前縁導管部が、上記前縁導管部の上記中心線からそれぞれ広がっている後面、前面、負圧面および正圧面を有する吸気口を含み、

上記の少なくとも1つの中央導管部のそれぞれが、上記中央導管部の上記中心線から広がっている負圧面、正圧面、前面および後面を有する吸気口を含み、

上記後縁導管部が、上記後縁導管部の上記中心線から広がっている負圧面、正圧面および前面と、上記後縁導管部の上記中心線と概ね平行である後面と、を有する吸気口を含むことを特徴とするロータブレード。

【請求項7】

10

上記前縁導管部吸気口および上記中央導管部吸気口の上記負圧面と上記正圧面が、上記前縁導管部吸気口および上記中央導管部吸気口の上記前面と比べて、異なった角度で広がっていることを特徴とする請求項6に記載のロータブレード。

【請求項8】

上記の少なくとも1つの中央導管部吸気口の上記前面が、上記前縁導管部吸気口の上記後面と概ね平行であることを特徴とする請求項6に記載のロータブレード。

【請求項9】

上記後縁導管部吸気口の上記前面が、上記の少なくとも1つの中央導管部吸気口の上記前面と概ね平行であることを特徴とする請求項6に記載のロータブレード。

【請求項10】

20

ロータブレードであって、

キャビティ、および1つまたは複数の冷却用開口部を有する中空エアフォイルと、

上記エアフォイルに付随し、前縁導管部、少なくとも1つの中央導管部、および後縁導管部を有するルート部と、

を備え、

上記導管部が、上記ルート部から上記キャビティへの空気流を可能にし、各導管部が中心線を有し、

上記前縁導管部が、上記前縁導管部の上記中心線からそれぞれ広がっている後面、前面、負圧面および正圧面を有する吸気口を含み、

上記の少なくとも1つの中央導管部のそれぞれが、上記中央導管部の上記中心線から広がっている負圧面、正圧面および前面と、上記中央導管部の上記中心線と概ね平行である後面と、を有する吸気口を含み、

30

上記後縁導管部が、上記後縁導管部の上記中心線からそれぞれ広がっている後面、負圧面および正圧面と、上記後縁導管部の上記中心線と概ね平行である前面と、を有する吸気口を含むことを特徴とするロータブレード。

【請求項11】

上記後縁導管部吸気口の上記負圧面および上記正圧面が、上記後縁導管部吸気口の上記後面と比べ、異なった角度で広がっていることを特徴とする請求項10に記載のロータブレード。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービンロータブレードに関し、特に冷却ガスタービンロータブレードに関する。

【背景技術】

【0002】

軸流型タービンエンジン内のタービン部分には、ディスクおよび複数のロータブレードを備えるロータアセンブリが含まれる。ディスクには、ブレードを受けるためのディスクの周囲に周方向に配置された複数の凹部が含まれる。各ブレードには、ルート部、中空

50

エアfoilおよびブラットフォームが含まれる。ルート部には、導管部が含まれ、そこから冷却空気がブレードに流入し、中空エアfoil内のキャビティに送られる。ブレードルート部および凹部は、ブレードをディスクに固定するため互いに合致するような形状（例えば、モミの木形状）を有している。この結合幾何学形状により、各凹部の底面とブレードルート部の基部との間に予め定められたギャップが形成される。このギャップにより、冷却空気が凹部に流入し、ブレードルート部へと流れる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

空気流の圧力差により、冷却空気が、ロータブレードに流入し、ロータブレードから流出する。比較的高圧力の冷却空気は、通常コンプレッサ部から抽出される。その空気に与えられたエネルギーにより、必要な冷却が可能となるが、そのエネルギーは、もはやエンジン内に推力を作り出すためには利用できないため、エネルギーの損失となる。したがって、ロータブレード内に冷却を提供するために必要となるエネルギー量を最小限にすることが望ましい。

【0004】

ロータブレードエアfoil外部のガス経路の圧力は、ブレード運転時、前縁部で最も高い。多くのタービンの用途において、エアfoilは通常、エアfoilの前縁部でバックフローマージン（backflow margin）が制限される。「バックフローマージン」という用語は、内部圧力と外部圧力との比を意味する。高温ガスが、外部のガス経路からエアfoilに流入しないように確実にするため、予測された内部および外部の圧力変動に対して特定の予め定められたバックフローマージンを維持することが必要である。したがって、エアfoil内、特に空気流により前縁部の冷却を行う通路に関しては圧力損失を可能な限度まで最小限にすることが望ましい。

【0005】

ベルマウス吸気口を有するブレードルート部内の導管部を用いる方法が周知である。ベルマウス吸気口とは、すなわち、前縁（前部）面、負圧面、正圧面および後縁（後部）面がフレア状に広がっている吸気口である。この方法の不利な点としては、ベルマウス吸気口により、負圧面と正圧面との間、つまり隣接する導管の間に延在するルート部の材料の大きさが減少することが挙げられる。運転中、ブレードルート部では、負圧面と正圧面との間に非常に負荷がかかる。負圧面と正圧面との間にあるルート部の材料の断面積が減少することにより、負荷に耐えるルート部の能力が低下してしまう。

【0006】

従来技術のロータブレードと比較して、少ないエネルギーで十分に冷却できるロータブレード、従来技術のロータブレードと比較して、ロータブレード内の圧力損失を減少させることにより、少ないエネルギーで冷却できるロータブレード、およびルート部内の付着荷重に十分に耐えることのできるロータブレードが必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によると、中空エアfoilおよびルート部を有するロータブレードが提供される。中空エアfoilは、キャビティと、1つまたは複数個の冷却用開口部とを有する。ルート部は、エアfoilに付随するとともに、1つの前縁導管部と、少なくとも1つの中央導管部と、1つの後縁導管部とを有する。これらの導管部により、冷却空気流がルート部を通して、キャビティ内に流入することが可能となる。各導管部は、中心線を有する。

前縁導管部の吸気口は、前面、負圧面、正圧面および後面を備え、前記前面、負圧面および正圧面は、前縁導管部の中心線から広がっている。各中央導管部の吸気口は、前面、負圧面、正圧面および後面を備え、前記負圧面および正圧面は、中央導管部の中心線から広がっている。後縁導管部の吸気口は、前面、負圧面、正圧面および後面を備え、前記負圧面および正圧面は、後縁導管部の中心線から広がっている。

【 0 0 0 8 】

本発明であるロータブレードの利点の1つとしては、本発明者らが承知している従来技術のブレードルート部の形態と比較して、ブレードルート部内の空気流の圧力損失を減少させることが挙げられる。

【 0 0 0 9 】

本発明の別の利点としては、ブレードルート部の負荷能力を損なうことなく、空気流の圧力損失の減少を達成することが挙げられる。ベルマウス吸気口を有する従来技術のルート導管部は、ルート導管部に流入する冷却空気の圧力損失を減少させたが、ブレードルート部の負荷能力を犠牲にしていた。本発明は、ブレードルート部の負荷能力に感知できるほどの悪影響を及ぼすことなく、有利な流量特性を提供する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

図1を参照すると、ディスク12および複数のロータブレード14を有するガスタービンエンジン用ロータアセンブリ10が図示されている。ディスク12は、ディスク12の周囲に周方向に配列された複数の凹部16を有し、かつ回転中心線18を有する。各ブレード14には、ルート部20と、エアfoil22と、プラットフォーム24とが含まれ、かつ半径方向中心線25を有する。ルート部20には、ディスク12内の凹部16の1つの形状と合致する幾何学的形状（例えば、モミの木形状）が設けられる。

【 0 0 1 1 】

図2を参照すると、エアfoil22には、基部28、先端部30、前縁部32、後縁部34、正圧側壁36（図1参照）、負圧側壁38（図1参照）およびキャビティ40が含まれる。図2では、前縁部32と後縁部34の間で切断したエアfoil22を図示している。正圧側壁36および負圧側壁38は、基部28と先端部30との間に延在し、前縁部32および後縁部34で互いに突き合わされている。

20

【 0 0 1 2 】

ルート部20は、1つの前縁導管部42と、少なくとも1つの中央導管部44と、1つの後縁導管部46とを有する。導管部42、44、46により、空気流がルート部20を通過してキャビティ40に流入することが可能となる。各導管部42、44、46は、中心線58、74、88を有する。

【 0 0 1 3 】

図2～図5を参照すると、前縁導管部42の吸気口48は、前面50、後面52、負圧面54および正圧面56を有する。前面50、負圧面54および正圧面56は、前縁導管部42の中心線58からそれぞれ広がっている。いくつかの実施例において、前面50は、負圧面54および正圧面56と比較して異なった角度で広がっている。好ましい実施例において、前面50は、負圧面54および正圧面56と比べ、より大きい角度で広がっている。また、いくつかの実施例において、後面52は、前縁導管部42の中心線58と概ね平行している（図3参照）。他の実施例で、後面52は、ルート部20の前縁端部60に向かって収束している（図4参照）。図4において、後面52は、前面50と概ね平行しているように図示されている。

30

【 0 0 1 4 】

前縁導管部42は、エアfoil22の前縁部32に隣接して、キャビティ40内に配置された、1つまたは複数個の前縁通路62に連通している。前縁導管部42により、冷却空気用の1つまたは複数個の前縁通路62への主要経路が提供され、その結果、エアfoil前縁部32は、前縁導管部42を通過してエアfoil22に流入する冷却空気により主に冷却される。

40

【 0 0 1 5 】

1つまたは複数個の中央導管部44には、負圧面66、正圧面68、後面70および前面72を有する吸気口64が含まれる。負圧面66および正圧面68は、中央導管部44の中心線74からそれぞれ広がっている。いくつかの実施例において、後面70および前面72は、中央導管部44の中心線74に概ね平行している（図3参照）。他の実施例で

50

は、前面 7 2 は、ルート部 2 0 の前縁端部 6 0 の方へ広がっている（図 4 参照）。図 4 では、中央導管部 4 4 の前面 7 2 は、前縁導管部 4 2 の後面 5 2 と概ね平行して図示されている。

【 0 0 1 6 】

1 つまたは複数個の中央導管部 4 4 は、キャビティ 4 0 内に配置された 1 つまたは複数個の中央通路 7 6 に連通している。中央導管部 4 4 により、冷却空気用の中央通路 7 6 への主要経路が提供され、その結果、エアフォイル 2 2 の中央部領域は、中央導管部 4 4 を通ってエアフォイル 2 2 に流入する冷却空気により主に冷却される。

【 0 0 1 7 】

後縁導管部 4 6 には、後面 8 0、前面 8 2、負圧面 8 4 および正圧面 8 6 を有する吸入口 7 8 が含まれる。負圧面 8 4 および正圧面 8 6 は、後縁導管部 4 6 の中心線 8 8 からそれぞれ広がっている。いくつかの実施例において、後面 8 0 および前面 8 2 は、後縁導管部 4 6 の中心線 8 8 と概ね平行している（例えば、図 3 および図 4）。また、いくつかの実施例では（例えば、図 5）、後面 8 0 は、後縁導管部 4 6 の中心線 8 8 から広がっている。

【 0 0 1 8 】

キャビティ 4 0 内に配置され、かつエアフォイル 2 2 の後縁部 3 4 に隣接する 1 つまたは複数個の通路 9 0 に、後縁導管部 4 6 は連通している。後縁導管部 4 6 により、冷却用通路 9 0 への主要経路が提供される。その結果、後縁部 3 4 は、後縁導管部 4 6 を通ってエアフォイル 2 2 に流入する冷却空気により主に冷却される。

【 0 0 1 9 】

図 4 を参照すると、本発明の運転中、ロータブレードルート部 2 0 は、ディスク 1 2 内に配置された凹部 1 6 内に収容される。冷却空気 9 1 は、ブレードルート部 2 0 と凹部 1 6 の底面 9 4 の間のギャップ 9 2 に流入し、ブレード 1 4 の半径方向中心線 2 5 に対して概ね垂直方向に移動する。冷却空気 9 1 は、まずルート部 2 0 の前縁端部 6 0 に、その後前縁導管部 4 2 に接触する。前縁導管部 4 2 の前面 5 0 により、冷却空気の前縁導管部 4 2 への移動が容易になり、それにより、例えば 9 0 ° の曲がり角に付随する圧力損失と比較して、冷却空気流の曲がりに伴う圧力損失が減少する。拡張している負圧面 5 4 および正圧面 5 6 により、吸気口 4 8 が広がり、これらの面の側からの冷却空気の流入が容易になる。

【 0 0 2 0 】

前縁導管部 4 2 を過ぎた冷却空気 9 3 は、1 つまたは複数個の中央導管部 4 4 に接触する。拡張している負圧面 6 6 および正圧面 6 8 により、吸気口 6 4 が広がり、これらの面の側からの冷却空気流の流入が容易になるとともに、これらの面の側から吸気口 4 6 に向かう冷却空気流の圧力損失が減少する。拡張している前面 7 2 を備える中央導管部の吸気口 6 4 を含む実施例においては、前述のように、吸気口 6 4 の前面 7 2 により、中央導管部 4 4 への冷却空気流の移動が容易になる。前面 7 2 の両方の実施例では、前縁導管部 4 2 と中央導管部 4 4 との間に配置されたルート部 9 6 の断面積は減少しない。したがって、前縁導管部の吸気口 4 8 および中央導管部の吸気口 6 4 が互いにフレア状に広がっている場合のように、ブレードルート部の負荷能力に悪影響が及ぶことはない。

【 0 0 2 1 】

中央導管部 4 4 を過ぎた冷却空気 9 5 は、後縁導管部の吸気口 7 8 に接触する。拡張している負圧面 8 4 および正圧面 8 6 により、吸気口が広がり、これらの面の側からの冷却空気流の流入が容易になるとともに、これらの面の側から吸気口 7 8 に向かう冷却空気流の圧力損失が減少する。拡張している前面 8 2 を備える後縁導管部の吸気口 7 8 を含む実施例においては、前述のように、吸気口の前面 8 2 により、後縁導管部 4 6 への冷却空気流の移動が容易になる。前面 8 2 の両方の実施例では、中央導管部 4 4 と後縁導管部 4 6 との間に延在するルート部 9 8 の断面積は減少しない。したがって、中央導管部の吸気口 6 4 および後縁導管部の吸気口 7 8 が互いにフレア状に広がっている場合のように、ブレードルート部の負荷能力に悪影響が及ぶことはない。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】ロータアッセンブリ部の斜視図。

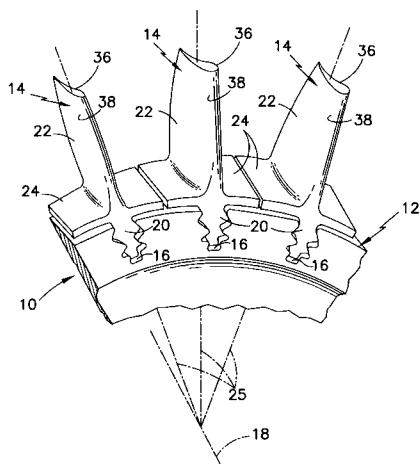
【図 2】ロータブレードの断面図。

【図 3】ルート導管部の実施例を図示しているロータブレードルート部の底面図。

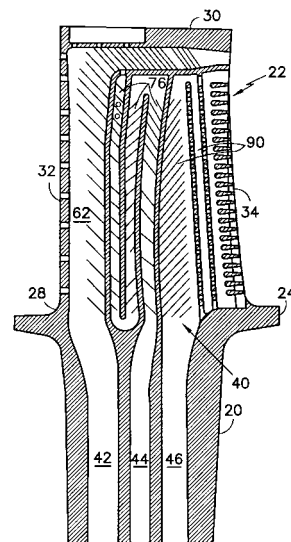
【図 4】ルート導管部の実施例を図示しているディスク凹部に取り付けられたロータブレードの断面図。

【図 5】ルート導管部の他の実施例を図示しているロータブレードルート部の底面図。

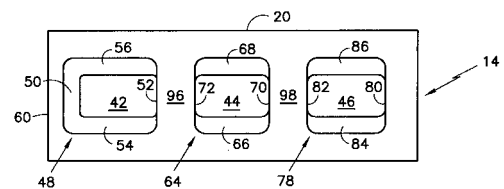
【図 1】



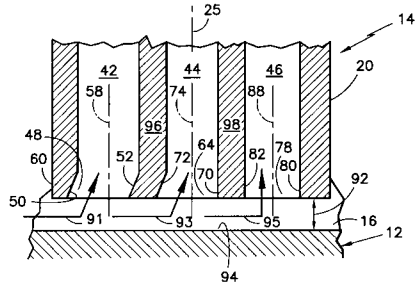
【図 2】



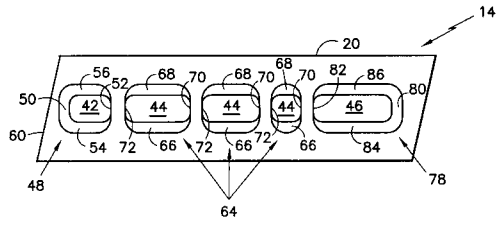
【図 3】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジョン ダブリュー・マゴワン
アメリカ合衆国, マサチューセッツ, ロングメドール, ロングメドール ストリート 1451
- (72)発明者 デビッド クラウゼ
アメリカ合衆国, コネチカット, トーランド, サマーウッド リッジ 52
- (72)発明者 フランク トーマス クシネラ
アメリカ合衆国, コネチカット, ロッキー ヒル, ソーミル ロード 85
- (72)発明者 レイモンド シー・サレイス
アメリカ合衆国, コネチカット, ニューイントン, コネチカット アベニュー 319
- (72)発明者 ショーン ジェイ・グレッグ
アメリカ合衆国, コネチカット, ウェザーズフィールド, チャンパーレイン ロード 28
- (72)発明者 ドミニク ジェイ・モンギロ, ジュニア
アメリカ合衆国, コネチカット, ウェスト ハートフォード, フォー マイル ロード 167
- Fターム(参考) 3G002 CA02 CA06 CA07 CA08 CA11 CB01 CB02 CB04