

(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2019-7478
(P2019-7478A)

(43) 公開日 平成31年1月17日(2019.1.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 5/20 (2006.01)	FO1D 5/20	3G202
FO2C 7/28 (2006.01)	FO2C 7/28	A
FO1D 11/08 (2006.01)	FO1D 11/08	

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2018-84623 (P2018-84623)	(71) 出願人	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタデイ、リバーロード、1 番
(22) 出願日	平成30年4月26日 (2018. 4. 26)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	15/591, 242	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成29年5月10日 (2017. 5. 10)	(74) 代理人	100113974 弁理士 田中 拓人
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータブレード先端部

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ブレードの負圧側における渦流の形成を抑制する。

【解決手段】ロータブレード28は、翼形部40を含む。翼形部は、前縁52および前縁の下流の後縁54を含む。さらに、翼形部は、正圧側先端部レール68と負圧側先端部レール70とを有する半径方向外側の先端部50を含む。スロット72が、負圧側先端部レールの後方部分に形成され、開口部が、後縁における負圧側先端部レールと正圧側先端部レールとの間に配置される。ガスが、翼形部の負圧側に近接した渦流の形成を抑制するように、スロットおよび開口部を介して先端部から流れる。

【選択図】 図2

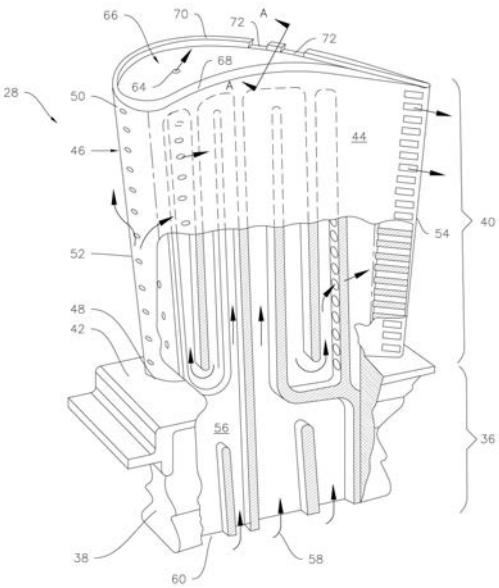


FIG.2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

翼形部（４０）を備えているロータブレード（２８）であって、

前記翼形部（４０）は、

前縁（５２）と、

前記前縁（５２）の下流の後縁（５４）と、

前記前縁（５２）と前記後縁（５４）との間を延びている根元部（４８）と、

前記根元部（４８）から半径方向外側に離れており、先端部底部（６２）を含んでいる先端部（５０）と、

前記根元部（４８）と前記先端部（５０）との間を延び、かつ前記前縁（５２）と前記後縁（５４）との間を延びている正圧側の壁（４４）と、

前記根元部（４８）と前記先端部（５０）との間を延び、かつ前記前縁（５２）と前記後縁（５４）との間を延びており、前記正圧側の壁（４４）の反対側である負圧側の壁（４６）と、

前記正圧側の壁（４４）に沿って前記前縁（５２）と前記後縁（５４）との間を前記先端部底部（６２）から半径方向外側に延びている正圧側先端部レール（６８）と、

前記負圧側の壁（４６）に沿って前記前縁（５２）と前記後縁（５４）との間を前記先端部底部（６２）から半径方向外側に延びている負圧側先端部レール（７０）と、

前記先端部底部（６２）、前記正圧側先端部レール（６８）、および前記負圧側先端部レール（７０）によって定められ、前記先端部底部（６２）から外側への半径方向の延在（６７）を定めている先端部空洞（６６）と、

前記負圧側先端部レール（７０）の後方部分（７４）に形成されたスロット（７２）と

を備えており、

ガスが、前記先端部空洞（６６）から前記スロット（７２）および開口部（７８）を介して流れ、前記先端部空洞（６６）からのガス流が、前記負圧側の壁（４６）に隣接する渦流の形成を抑制する、

ロータブレード（２８）。

【請求項 2】

前記後縁（５４）における前記負圧側先端部レール（７０）と前記正圧側先端部レール（６８）との間の開口部（７８）をさらに備える、請求項 1 に記載のロータブレード（２８）。

【請求項 3】

前記スロット（７２）は、前記開口部（７８）に連続している、請求項 2 に記載のロータブレード（２８）。

【請求項 4】

前記スロット（７２）は、第 1 のスロットであり、ロータブレード（２８）は、前記負圧側先端部レール（７０）の前記後方部分（７４）に形成された第 2 のスロットをさらに備え、前記第 2 のスロットは、前記第 1 のスロットと前記開口部（７８）との間に位置する、請求項 2 に記載のロータブレード（２８）。

【請求項 5】

ガスが、前記正圧側先端部レール（６８）の頂部を越えて前記先端部空洞（６６）へと流入する、請求項 1 に記載のロータブレード（２８）。

【請求項 6】

前記スロット（７２）は、前記先端部底部（６２）から半径方向外側の高さ（７１）を定め、前記スロット（７２）の前記高さ（７１）は、前記先端部空洞（６６）の前記半径方向の延在（６７）よりも小さい、請求項 1 に記載のロータブレード（２８）。

【請求項 7】

前記負圧側先端部レール（７０）の前記後方部分（７４）は、前記負圧側先端部レール（７０）の翼弦範囲の半分を含む、請求項 1 に記載のロータブレード（２８）。

【請求項 8】

前記負圧側先端部レール(70)の前記後方部分(74)は、前記負圧側先端部レール(70)の翼弦範囲の半分未満を含む、請求項1に記載のロータブレード(28)。

【請求項 9】

前記負圧側先端部レール(70)の前記後方部分(74)は、前記負圧側先端部レール(70)の翼弦範囲の20パーセントを含む、請求項1に記載のロータブレード(28)。

【請求項 10】

前記負圧側先端部レール(70)は、前記負圧側の壁(46)に沿って前記後縁(54)まで完全には延びていない、請求項1に記載のロータブレード(28)。

10

【請求項 11】

前記負圧側先端部レール(70)は、前記先端部空洞(66)の前記半径方向の延在(67)に垂直な方向に沿った厚さ(82)を定めており、前記負圧側先端部レール(70)の前記後方部分(74)は、前記先端部底部(62)に隣接して最大の厚さを有し、該厚さは前記先端部空洞(66)の前記半径方向の延在(67)において減少している、請求項1に記載のロータブレード(28)。

【請求項 12】

前記スロット(72)は、約25度と約65度との間の角度を前記負圧側の壁(46)と形成する、請求項1に記載のロータブレード(28)。

【請求項 13】

前記スロット(72)は、約90度の角度を前記負圧側の壁(46)と形成する、請求項1に記載のロータブレード(28)。

20

【請求項 14】

前記正圧側先端部レール(68)は、前記正圧側の壁(44)に沿って連続的かつ中断がなく、前記正圧側先端部レール(68)は、一定の半径方向高さを定めており、前記正圧側先端部レール(68)は、前記一定の半径方向高さにわたって連続的かつ中断がない、請求項1に記載のロータブレード(28)。

【請求項 15】

前記負圧側先端部レール(70)は、前方部分(76)と前記後方部分(74)とで構成され、前記負圧側先端部レール(70)の前記前方部分(76)は、前記後方部分(74)から前記前縁(52)まで前記負圧側の壁(46)に沿って連続的かつ中断がなく、前記負圧側先端部レール(70)の前記前方部分(76)は、一定の半径方向高さを定めており、前記負圧側先端部レール(70)の前記前方部分(76)は、前記一定の半径方向高さにわたって連続的かつ中断がない、請求項1に記載のロータブレード(28)。

30

【請求項 16】

圧縮機(14)と、

前記圧縮機(14)の下流に配置された燃焼器(16)と、

前記燃焼器(16)の下流に配置されたタービン(18)とを備えており、前記タービン(18)は、該タービン(18)を軸方向に通って延びるロータシャフト(24)と、前記ロータシャフト(24)の周囲を囲み、前記ロータシャフト(24)との間に高温ガス経路(32)を定める外側ケーシング(30)と、前記ロータシャフト(24)に相互接続され、ロータブレード段を定める複数のロータブレード(28)とを含み、

40

各々のロータブレード(28)は、

前記ロータシャフト(24)との相互接続が可能な取り付け体(38)を含んでいる取り付け部(36)と、

前記取り付け部(36)に結合した翼形部(40)と

を備え、

前記翼形部(40)は、

前縁(52)と、

前記前縁(52)の下流の後縁(54)と、

50

前記前縁（５２）と前記後縁（５４）との間を延びている根元部（４８）と、
前記根元部（４８）から半径方向外側に離れており、先端部底部（６２）を含んでいる先端部（５０）と、

前記根元部（４８）と前記先端部（５０）との間を延び、かつ前記前縁（５２）と前記後縁（５４）との間を延びている正圧側の壁（４４）と、

前記根元部（４８）と前記先端部（５０）との間を延び、かつ前記前縁（５２）と前記後縁（５４）との間を延びており、前記正圧側の壁（４４）の反対側である負圧側の壁（４６）と、

前記正圧側の壁（４４）に沿って前記前縁（５２）と前記後縁（５４）の間を前記先端部底部（６２）から半径方向外側に延びている正圧側先端部レール（６８）と、

前記負圧側の壁（４６）に沿って前記前縁（５２）と前記後縁（５４）の間を前記先端部底部（６２）から半径方向外側に延びている負圧側先端部レール（７０）と、

前記先端部底部（６２）、前記正圧側先端部レール（６８）、および前記負圧側先端部レール（７０）によって定められ、前記先端部底部（６２）から外側への半径方向の延在（６７）を定めている先端部空洞（６６）と、

前記負圧側先端部レール（７０）の後方部分（７４）に形成されたスロット（７２）と

を備えており、

ガスが、前記先端部空洞（６６）から前記スロット（７２）および開口部（７８）を介して流れ、前記先端部空洞（６６）からのガス流が、前記負圧側の壁（４６）に隣接する渦流の形成を抑制する、

ガスタービン（１０）。

【請求項１７】

前記後縁（５４）における前記負圧側先端部レール（７０）と前記正圧側先端部レール（６８）との間の開口部（７８）をさらに備える、請求項１６に記載のガスタービン（１０）。

【請求項１８】

前記ロータブレード（２８）の前記翼形部（４０）の前記スロット（７２）は、前記ロータブレード（２８）の前記翼形部（４０）の前記開口部（７８）に連続している、請求項１７に記載のガスタービン（１０）。

【請求項１９】

前記スロット（７２）は、前記先端部底部（６２）から半径方向外側の高さ（７１）を定め、前記スロット（７２）の前記高さ（７１）は、前記先端部空洞（６６）の前記半径方向の延在（６７）よりも小さい、請求項１６に記載のガスタービン（１０）。

【請求項２０】

前記負圧側先端部レール（７０）の前記後方部分（７４）は、前記負圧側先端部レール（７０）の翼弦範囲の半分を含む、請求項１６に記載のガスタービン（１０）。

【請求項２１】

前記負圧側先端部レール（７０）の前記後方部分（７４）は、前記負圧側先端部レール（７０）の翼弦範囲の半分未満を含む、請求項１６に記載のガスタービン（１０）。

【請求項２２】

前記スロット（７２）は、約２５度と約６５度との間の角度を前記負圧側の壁（４６）と形成する、請求項１６に記載のガスタービン（１０）。

【請求項２３】

前記スロット（７２）は、約９０度の角度を前記負圧側の壁（４６）と形成する、請求項１６に記載のガスタービン（１０）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、広くには、ターボ機械のロータブレードに関する。より詳細には、本発明は

10

20

30

40

50

、渦打ち消し機構を備えた先端部を有するロータブレードに関する。

【背景技術】

【0002】

ターボ機械は、発電などの分野において広く利用されている。例えば、従来からのガスタービンシステムは、圧縮機部分と、燃焼器部分と、少なくとも1つのタービンとを含む。圧縮機部分は、空気が圧縮機部分を通して流れるときに空気を圧縮するように構成される。次いで、空気は、圧縮機部分から燃焼器部分へと流れ、燃焼器部分において燃料と混合されて燃やされ、高温ガス流を生じさせる。高温ガス流は、タービン部分へともたられ、タービン部分は、高温ガス流からエネルギーを取り出すことによって高温ガス流を利用し、圧縮機、発電機、および他のさまざまな負荷を動作させる。

10

【0003】

タービン部分は、典型的には、高温ガスの経路に沿って配置された複数の段を含み、したがって高温ガスは、第1段のノズルおよびロータブレードを通り、さらに後続のタービン段のノズルおよびロータブレードを通して流れる。タービンロータブレードを、タービンロータを含む複数のロータディスクに固定することができ、各々のロータディスクは、ロータシャフトに取り付けられ、ロータシャフトとともに回転する。

【0004】

タービンロータブレードは、一般に、実質的に平坦なプラットフォームから半径方向外側へと延びている翼形部と、ロータブレードをロータディスクのうちの1つに固定するためにプラットフォームから半径方向内側へと延びているシャンク部とを含む。翼形部の先端部は、典型的には、ターボ機械の固定のシュラウドから半径方向内側に離れており、先端部とシュラウドとの間に小さなすき間が定められている。このすき間は、典型的には、翼形部の先端部とシュラウドとの間の高温ガスの流れを最小限に抑えるために、現実的な範囲においてできるだけ小さくされている。

20

【0005】

多くの場合、翼形部の先端部は、間に先端部空洞および先端部底部を定めるように翼形部の周囲を巡って延びるスキラ先端壁を含むことができる。スキラ先端壁は、一般に、翼形部の先端部とシュラウドとの間に定められるすき間のサイズを小さくするために使用される。しかしながら、これは、翼形部の周囲を流れる高温ガスによる加熱に曝されるタービンロータブレードの追加の構成要素を生じさせる。したがって、冷却孔が、典型的には、冷却媒体を翼形部の内部の翼形部冷却回路から翼形部内の先端部空洞へと導くことができるように、先端部底部に定められる。スキラ先端壁は、翼形部の先端部とシュラウドとの間に定められるすき間のサイズを小さくするが、先端部を過ぎるいくらかの漏れが、先端壁を乗り越える可能性がある。このような流れが、ブレード表面の負圧側に強い渦流を形成する結果となり、エントロピーの生成および性能の低下につながる可能性がある。

30

【発明の概要】

【0006】

本発明の態様および利点は、以下の説明において後述され、あるいは本明細書から自明となり、もしくは本発明を実施することによって習得され得る。

40

【0007】

1つの典型的な実施形態によれば、ロータブレードが提供される。ロータブレードは、翼形部を含む。翼形部は、前縁および前縁の下流の後縁を含む。さらに、翼形部は、前縁と後縁との間を延びる根元部と、根元部から半径方向外側に離れた先端部とを含む。先端部は、先端部底部を含む。さらに、翼形部は、根元部と先端部との間を延び、かつ前縁と後縁との間を延びる正圧側の壁を含む。翼形部は、根元部と先端部との間を延び、かつ前縁と後縁との間を延びる負圧側の壁をさらに含む。負圧側の壁は、正圧側の壁と反対向きである。さらに、翼形部は、正圧側の壁に沿って前縁と後縁との間で先端部底部から半径方向外側へと延びる正圧側先端部レールと、負圧側の壁に沿って前縁と後縁との間で先端部底部から半径方向外側へと延びる負圧側先端部レールとを含む。先端部空洞が、先端部

50

底部、正圧側先端部レール、および負圧側先端部レールによって定められる。先端部空洞は、先端部底部から外側への半径方向の延在を定める。スロットが、負圧側先端部レールの後方部分に形成される。ガスは、スロットおよび開口部を介して先端部空洞から流れ、先端部空洞からのガス流は、負圧側の壁に近接した渦流の形成を抑制する。

【0008】

別の典型的な実施形態によれば、ガスタービンが提供される。ガスタービンは、圧縮機と、圧縮機の下流に配置された燃焼器と、燃焼器の下流に配置されたタービンとを含む。タービンは、タービンを軸方向に通って延びるロータシャフトと、ロータシャフトの周囲を囲み、ロータシャフトとの間に高温ガス経路を定める外側ケーシングと、ロータシャフトに相互接続され、ロータブレード段を定める複数のロータブレードとを含む。各々のロータブレードは、ロータシャフトとの相互接続が可能な取り付け体を含んでいる取り付け部と、取り付け部に結合した翼形部とを含む。翼形部は、前縁および前縁の下流の後縁を含む。さらに、翼形部は、前縁と後縁との間を延びる根元部と、根元部から半径方向外側に離れた先端部とを含む。先端部は、先端部底部を含む。さらに、翼形部は、根元部と先端部との間を延び、かつ前縁と後縁との間を延びる正圧側の壁を含む。翼形部は、根元部と先端部との間を延び、かつ前縁と後縁との間を延びる負圧側の壁をさらに含む。負圧側の壁は、正圧側の壁と反対向きである。さらに、翼形部は、正圧側の壁に沿って前縁と後縁との間で先端部底部から半径方向外側へと延びる正圧側先端部レールと、負圧側の壁に沿って前縁と後縁との間で先端部底部から半径方向外側へと延びる負圧側先端部レールとを含む。先端部空洞が、先端部底部、正圧側先端部レール、および負圧側先端部レールによって定められる。先端部空洞は、先端部底部から外側への半径方向の延在を定める。スロットが、負圧側先端部レールの後方部分に形成される。ガスは、スロットおよび開口部を介して先端部空洞から流れ、先端部空洞からのガス流は、負圧側の壁に近接した渦流の形成を抑制する。

【0009】

当業者であれば、本明細書を検討することで、このような実施形態の特徴および態様などを、よりよく理解できるであろう。

【0010】

当業者にとって、本発明の最良の態様を含む本発明の充分かつ本発明を実施可能にする開示が、添付の図面の参照を含む本明細書の残りの部分において、さらに詳しく説明される。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本開示の少なくとも1つの実施形態を取り入れることができる典型的なガスタービンの機能図を示している。

【図2】本開示の種々の実施形態を取り入れることができる典型的なロータブレードの斜視図である。

【図3】本開示のいくつかの実施形態による図2に示したとおりの典型的なロータブレードの上面図である。

【図4】本開示のいくつかの実施形態による図2に示したとおりの典型的なロータブレードの上面図である。

【図5】本開示のいくつかの実施形態による図2に示したとおりの典型的なロータブレードの上面図である。

【図6】図5の一部の拡大図である。

【図7】本開示のいくつかの実施形態による図2に示したとおりの典型的なロータブレードの上面図である。

【図8】本開示の別の実施形態による図2に示したとおりの典型的なロータブレードの上面図である。

【図9】本開示のいくつかの実施形態による図2の線A-Aに沿って得た図2のロータブレードの一部分の断面図である。

10

20

30

40

50

【図 10】本開示のいくつかの実施形態による図 2 の線 A - A に沿って得た図 2 のロータブレードの一部分の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下で、本発明の現在の実施形態を詳しく参照するが、その 1 つ以上の例が、添付の図面に示されている。詳細な説明においては、数字および文字による標記を、図中の各特徴を指して使用する。図面および説明における類似または同様の標記は、本発明の類似または同様の部分を指して用いられている。本明細書において使用されるとき、用語「第 1 の」、「第 2 の」、「および「第 3 の」は、或る構成要素を別の構成要素から区別するために入れ換え可能に使用することが可能であり、個々の構成要素の位置または重要性を示そうとするものではない。用語「上流」および「下流」は、流体の経路における流体の流れに対する相対的な方向を指す。例えば、「上流」は流体が流れてくる方向を指し、「下流」は流体が流れていく方向を指す。用語「半径方向に」は、特定の構成要素の軸方向中心線に実質的に垂直な相対的な方向を指し、用語「軸方向に」は、特定の構成要素の軸方向中心線に実質的に平行および / または同軸に整列した相対的な方向を指す。

10

【0013】

各々の例は、本発明の説明の目的で提示されており、本発明を限定するものではない。実際、本発明の範囲または趣旨を逸脱せずに、修正および変更が本発明において可能であることは、当業者にとって明らかであろう。例えば、或る実施形態の一部として図示または説明された特徴を別の実施形態について使用し、さらに別の実施形態を得ることができる。したがって、本発明は、添付の特許請求の範囲およびそれらの均等物の範囲に含まれるそのような修正および変更を包含することが意図されている。産業用または陸上用のガスタービンが本明細書に示され説明されているが、本明細書に示され説明される本発明は、特許請求の範囲にとくに明記されない限り、陸上用および / または産業用ガスタービンに限定されない。例えば、本明細書に記載のとおりの本発明は、これらに限られるわけではないが蒸気タービン、航空機用ガスタービン、または船舶用ガスタービンを含む任意の種類のタービンに使用することが可能である。

20

【0014】

ここで図面を参照すると、図 1 が、ガスタービン 10 の一実施形態の概略図を示している。ガスタービン 10 は、一般に、吸気部分 12 と、吸気部分 12 の下流に配置された圧縮機部分 14 と、圧縮機部分 14 の下流に配置された燃焼器部分 16 の複数の燃焼器（図示せず）と、燃焼器部分 16 の下流に配置されたタービン部分 18 と、タービン部分 18 の下流に配置された排気部分 20 とを含む。さらに、ガスタービン 10 は、圧縮機部分 14 とタービン部分 18 との間に結合された 1 つ以上のシャフト 22 を含むことができる。

30

【0015】

タービン部分 18 は、一般に、複数のロータディスク 26（そのうちの 1 つが図示されている）を有するロータシャフト 24 と、各々のロータディスク 26 から半径方向外側へと延び、各々のロータディスク 26 に相互接続されている複数のロータブレード 28 とを含む。次いで、各々のロータディスク 26 を、ロータシャフト 24 のうちのタービン部分 18 を通って延びる部分に結合させることができる。タービン部分 18 は、ロータシャフト 24 およびロータブレード 28 の周囲を囲む外側ケーシング 30 をさらに含むことにより、タービン部分 18 を通る高温ガス経路 32 を少なくとも部分的に定める。

40

【0016】

動作時、空気などの作動流体が、吸気部分 12 を通って圧縮機部分 14 に流入し、圧縮機部分 14 において空気が徐々に圧縮され、燃焼部分 16 の燃焼器へと圧縮された空気がもたらされる。圧縮された空気は、燃料と混合され、各々の燃焼器において燃やされ、高温の燃焼ガス 34 を生み出す。高温の燃焼ガス 34 は、高温ガス経路 32 を通って燃焼器部分 16 からタービン部分 18 へと流れ、タービン部分 18 においてエネルギー（運動エネルギーおよび / または熱エネルギー）が高温ガス 34 からロータブレード 28 へと伝達されることにより、ロータシャフト 24 の回転が生じる。次いで、この機械的な回転エネルギーを

50

、例えば圧縮機部分 14 の駆動および発電に使用することができる。次いで、タービン部分 18 を出る高温の燃焼ガス 34 は、排気部分 20 を介してガスタービン 10 から排出することができる。

【0017】

図 2 が、本発明の 1 つ以上の実施形態を取り入れることができる典型的なロータブレード 28 の斜視図である。図 2 に示されるように、ロータブレード 28 は、一般に、取り付け体 38 を有する取り付け部またはシャンク部 36 と、実質的に平坦なプラットフォーム 42 から実質的に半径方向外側へと延びる翼形部 40 とを含む。プラットフォーム 42 は、一般に、タービン部分 18 の高温ガス経路 32 (図 1) を通って流れる高温の燃焼ガス 34 のための半径方向内側の境界として機能する。図 2 に示されるように、取り付け部またはシャンク部 36 の取り付け体 38 は、プラットフォーム 42 から半径方向内側へと延びてよく、ロータブレード 28 をロータディスク 26 (図 1) へと相互接続し、あるいは固定するように構成された蟻ほぞ (dovetail) などの根元構造を含むことができる。

10

【0018】

翼形部 40 は、正圧側の壁 44 と、反対向きの負圧側の壁 46 とを含む。正圧側の壁 44 および負圧側の壁 46 は、翼形部 40 とプラットフォーム 42 との間の交差部に定められてよい翼形部 40 の根元部 48 から翼形部 40 の先端部 50 にわたって、プラットフォーム 42 から実質的に半径方向外側へと延びている。翼形部 40 は、翼形部 40 の前縁 52 と前縁 52 の下流の後縁 54 との間を延びる直線によって定められる翼弦 C (図 3) を定める。正圧側の壁 44 は、一般に、翼形部 40 の空気力学的な凹状の外面を備える。同様に、負圧側の壁 46 は、一般に、翼形部 40 の空気力学的な凸状の外面を定めることができる。先端部 50 は、根元部 48 の半径方向における反対側に配置される。このように、先端部 50 は、一般に、ロータブレード 28 の最も半径方向外側の部分を定めることができ、したがって、ガスタービン 10 の固定のシュラウドまたはシール (図示せず) に隣接して位置するように構成されてよい。先端部 50 は、先端部空洞 66 を含む。

20

【0019】

図 2 に示されるとおり、複数の冷却通路 56 (図 2 において一部分は破線で示されている) が、翼形部 40 の内部に画定され、冷却剤 58 を正圧側の壁 44 と負圧側の壁 46 との間で翼形部 40 を通って導き、対流冷却をもたらす。冷却剤 58 は、圧縮機部分 14 (図 1) からの圧縮された空気の一部、ならびに / あるいは翼形部 40 を冷却するための蒸気または任意の他の適切な流体または気体を含むことができる。1 つ以上の冷却通路入口 60 が、ロータブレード 28 に沿って配置されている。いくつかの実施形態においては、1 つ以上の冷却通路入口 60 が、取り付け体 38 の内部に形成され、取り付け体 38 に沿って形成され、あるいは取り付け体 38 によって形成される。冷却通路入口 60 は、少なくとも 1 つの対応する冷却通路 56 に連通している。

30

【0020】

図 3 が、本開示の一実施形態による図 2 に示したとおりの翼形部 40 の先端部 50 の拡大図である。図 3 に示されるように、先端部 50 は、先端部底部 62 を含む。先端部底部 62 は、一般に、翼形部 40 の正圧側の壁 44 および負圧側の壁 46 ならびに前縁 52 および後縁 54 の間を延びている。複数の冷却剤出口 64 が、先端部空洞 66 に連通することができる。例えば、いくつかの実施形態においては、複数の冷却剤出口を、先端部底部 62 に沿って配置することができる。各々の冷却通路 56 (図 2) は、少なくとも 1 つの冷却剤出口 64 に連通する。

40

【0021】

図 3 に示されるように、先端部空洞 66 は、正圧側先端部レール 68 および負圧側先端部レール 70 によって少なくとも部分的に取り囲まれている。各々の先端部レール 68 , 70 は、先端部底部 62 から半径方向外側へと延びている。正圧側先端部レール 68 は、前縁 52 と後縁 54 との間を先端部底部 62 の周囲に沿って延びており、正圧側の壁 44 に輪郭においておおむね一致している。負圧側先端部レール 70 は、前縁 52 と後縁 54

50

との間を先端部底部 6 2 の周囲に沿って延びており、負圧側の壁 4 6 に輪郭においておおむね一致している。正圧側先端部レール 6 8 および負圧側先端部レール 7 0 は、前縁 5 2 においてつながっている。したがって、先端部空洞 6 6 は、先端部底部 6 2、正圧側先端部レール 6 8、および負圧側先端部レール 7 0 によって定められている。先端部空洞 6 6 は、先端部底部 6 2 から半径方向外側へと延び、先端部底部 6 2 の外側の半径方向の延在 6 7 を定めている。

【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態は、負圧側先端部レール 7 0 の後方部分 7 4 に形成された 1 つ以上のスロット 7 2 を含むことができる。いくつかの実施形態においては、負圧側先端部レール 7 0 の後方部分 7 4 に、複数のスロット 7 2 を形成することができる。例えば、図 2 に示されるように、2 つのスロットを設けることができる。別の例として、図 3 に示されるように、3 つのスロットを設けることができる。他の実施形態においては、例えば 4 つまたは 5 つ以上のスロットなど、さらなるスロット 7 2 を設けることができる。

10

【 0 0 2 3 】

いくつかの実施形態において、負圧側先端部レール 7 0 は、前方部分 7 6 において連続的であってよく、例えば、前方部分 7 6 にはスロット 7 2 が形成されていなくてよく、負圧側先端部レール 7 0 は、後方部分 7 4 だけにスロット 7 2 を含むことができる。前方部分 7 6 は、前方部分 7 6 が後方部分 7 4 と前縁 5 2 との間を延び、後方部分 7 4 が前方部分 7 6 と後縁 5 4 との間を延びるように、後方部分 7 4 の前方（上流）に位置する。

【 0 0 2 4 】

20

前方部分 7 6 は、負圧側先端部レール 7 0 の翼弦範囲の少なくとも半分であってよく、例えば、最も前方のスロット 7 2 は、翼弦 C の方向に沿って前縁 5 2 と後縁 5 4 との間のほぼ中間に配置されてよい。そのような実施形態において、負圧側先端部レール 7 0 の後方部分 7 4 は、負圧側先端部レール 7 0 の残りの部分（例えば、約半分）を構成することができる。いくつかの実施形態において、負圧側先端部レール 7 0 の後方部分 7 4 は、負圧側先端部レール 7 0 の翼弦範囲の半分未満について延びることができる。いくつかの実施形態において、前方部分 7 6 は、負圧側先端部レール 7 0 の翼弦範囲の約 7 0 パーセントであってよい。いくつかの実施形態において、負圧側先端部レール 7 0 の後方部分 7 4 は、負圧側先端部レール 7 0 の翼弦範囲の約 2 0 パーセントを含むことができる。本明細書において使用されるとき、「約」などの近似の用語は、記載された値のプラスマイナス 1 0 パーセントの範囲を含む。例えば、記載された値がパーセントである場合、「約」は、記載された値のプラスマイナス 1 0 パーセントポイントの範囲を含み、例えば、「約 7 0 パーセント」は、6 0 パーセントから 8 0 パーセントまでの範囲（6 0 パーセントおよび 8 0 パーセントを含む）を包含する。

30

【 0 0 2 5 】

いくつかの実施形態において、前方部分 7 6 は、第 1 のスロットまたは最も前方のスロット 7 2 の最前縁が、前縁 5 2 と後縁 5 4 との間の距離 C の約 7 5 パーセント（7 5 %）だけ前縁 5 2 から離れているように、負圧側先端部レール 7 0 の翼弦範囲の約 7 5 パーセント（7 5 %）であってよい。そのような実施形態において、第 1 のスロット 7 2 は、第 1 のスロット 7 2 の後縁が、前縁 5 2 と後縁 5 4 との間の距離 C の約 7 7 . 5 パーセント（7 7 . 5 %）だけ前縁 5 2 から離れていてよいように、負圧側先端部レール 7 0 の翼弦範囲の約 2 . 5 パーセント（2 . 5 %）にわたって延びることができる。さらに、いくつかのそのような実施形態は、複数のスロット 7 2 を含んでもよい。例えば、第 2 のスロット 7 2 を、負圧側先端部レール 7 0 の翼弦範囲の約 4 パーセント（4 %）だけ第 1 のスロット 7 2 の後方に設けることができる。したがって、第 2 のスロット 7 2 の最前縁は、前縁 5 2 と後縁 5 4 との間の距離 C の約 8 1 . 5 パーセント（8 1 . 5 %）だけ前縁 5 2 から離れて位置することができる。そのような実施形態において、第 2 のスロット 7 2 は、第 2 のスロット 7 2 の後縁が、前縁 5 2 と後縁 5 4 との間の距離 C の約 8 4 パーセント（8 4 %）だけ前縁 5 2 から離れて位置できるように、負圧側先端部レール 7 0 の翼弦範囲の 2 . 5 パーセント（2 . 5 %）にわたって延びることができる。いくつかの典型的な実

40

50

施形態においては、第3のスロット72がさらに設けられてもよい。そのような実施形態においては、第3のスロット72を、負圧側先端部レール70の翼弦範囲の約4パーセント(4%)だけ第2のスロット72の後方に設けることができる。したがって、第3のスロット72の最前縁は、前縁52と後縁54との間の距離Cの約88パーセント(88%)だけ前縁52から離れて位置することができる。そのような実施形態において、第3のスロット72は、第3のスロット72の後縁が、前縁52と後縁54との間の距離Cの約90.5パーセント(90.5%)だけ前縁52から離れていてよいように、負圧側先端部レール70の翼弦範囲の約2.5パーセント(2.5%)にわたって延びることができる。

【0026】

やはり図3に示されているように、いくつかの実施形態は、後縁54において負圧側先端部レール70と正圧側先端部レール68との間に開口部78を含むことができる。スロット72および開口部78は、翼形部40の負圧側における渦の形成を妨害および/または防止するために、矢印80によって示されるように、渦を打ち消す流れを好都合にもたすことができる。例えば、図示の実施形態において、ガスが冷却剤出口64から先端部空洞66へと流入し、さらなるガスが正圧側先端部レール68の頂部を越えて先端部空洞66へと流れ込む。次いで、このようなガスは、先端部空洞66から流出することができる。例えば、ガスは、スロット72および開口部78を介して先端部空洞66から流れ、負圧側の壁46の付近における渦流の形成を抑制することができる。

【0027】

種々の実施形態において、本明細書において図示および説明されるように、1つ以上のスロット72および開口部78のさまざまな組み合わせおよび構成を、負圧側先端部レール70の後方部分74に設けることができる。対照的に、スロット72または開口部78は、負圧側先端部レール70の前方部分76または正圧側先端部レール68には、設けられなくてよい。したがって、正圧側先端部レール68は、正圧側の壁44に沿って連続的かつ中断されていなくてよい。また、正圧側先端部レール68は、一定の半径方向高さを定めることができ、正圧側先端部レール68は、この一定の半径方向高さにわたって連続的かつ中断がなくてよい。同様に、負圧側先端部レール70は、前方部分76および後方部分74で構成されてよい。負圧側先端部レール70の前方部分76は、後方部分74から前縁52まで負圧側の壁46に沿って連続的かつ中断がなくてよい。さらに、負圧側先端部レール70の前方部分76は、一定の半径方向高さを定めることができ、負圧側先端部レール70の前方部分76は、この一定の半径方向高さにわたって連続的かつ中断がなくてよい。

【0028】

図3に示されるように、1つ以上のスロット72は、負圧側の壁46と角度73を形成することができる。種々の実施形態において、角度73は、約25度と約65度との間であってよい。例えば、角度73は、約30度と約60度との間であってよい。例えば、角度73は、約40度と約50度との間であってよい。例えば、角度73は、約45度であってよい。本明細書において使用されるとき、角度または方向の文脈における「約」は、記載された値のプラスマイナス10度の範囲を意味する。他の実施形態においては、任意の適切な角度73を設けることができる。さらに別の例(ただし、これに限られるわけではない)として、1つ以上のスロット72は、負圧側の壁46に対して垂直であってよく、例えば角度73が約90度であってよい。

【0029】

いくつかの実施形態においては、例えば図3に示されるように、スロット72が、開口部78とは別個であってよい。他の実施形態においては、例えば図4および図5に示されるように、複数のスロット72を設けることができ、複数のスロット72のうちの1つのスロット72が、開口部78と連続であってよく、例えば、スロット72のうちの1つが、負圧側先端部レール70の最も後方の部分が完全に開放されるように、開口部78と合併することができる。そのような実施形態において、負圧側先端部レール70は、負圧側

の壁４６に沿って後縁５４まで完全には延びていなくてよい。いくつかの実施形態においては、例えば、図７に示されるように、単一のスロット７２を設けることができる。単一のスロット７２が設けられる実施形態において、スロットは、開口部とは別個であってもよく、例えば、図３～図５に示たいくつかのそのようなスロット７２のうちのいずれか１つが、単一のスロット７２であってよい。単一のスロット７２が設けられる他の実施形態において、スロットは、例えば図７に示されるように、開口部７８に連続していてもよい。

【００３０】

上述のように、先端部空洞６６は、半径方向の延在６７を定めることができる。さらに、いくつかの実施形態において、スロット７２は、先端部底部６２の半径方向外側に高さ７１（図４および図５）を定めることができる。いくつかの実施形態において、スロット７２は、半径方向の広がりが増圧側先端部レール７０と同一であってよく、例えば、スロット７２の高さ７１が、例えば図３および図４に示されるように、先端部空洞６６の半径方向の延在６７と同じであってよい。いくつかの実施形態においては、例えば、図６に示されるように、スロット７２の高さ７１が、先端部空洞６６の半径方向の延在６７よりも小さくてよい。

【００３１】

図８に示されるように、少なくとも１つの代案の実施形態において、増圧側先端部レール６８は、後縁５４まで完全には延びていなくてもよい。

【００３２】

増圧側先端部レール７０のいくつかの実施形態を、とくには増圧側先端部レール７０のうちのスロット７２間の部分において、構造的に補強することができる。例えば、図９に示されるように、増圧側先端部レール７０は、先端部空洞６６の半径方向の延在６７に対して垂直な方向の厚さ８２を定めることができる。増圧側先端部レール７０を、とくには増圧側先端部レール７０のうちのスロット７２間の部分において、下部の付近で厚くすることができる。例えば、増圧側先端部レール７０の後方部分７４は、下部において最も厚くてよく、例えば、先端部底部６２の最も近くで最大の厚さを有し、先端部空洞６６の半径方向の延在６７において厚さ８２が減少してもよい。

【００３３】

いくつかの実施形態においては、図１０に示されるように、増圧側先端部レール７０が、フレア８４を含むことができる。したがって、本開示の実施形態は、フレアを有する増圧側先端部レール７０およびフレアを持たない増圧側先端部レール７０に等しく適用可能である。例えば、１つ以上のスロット７２および開口部７８の種々の組み合わせおよび構成を、フレアを有する増圧側先端部レール７０およびフレアを持たない増圧側先端部レール７０のいずれにも設けることができる。フレア８４の構造および機能は、当技術分野において一般的に理解されており、本明細書ではこれ以上は説明しない。

【００３４】

本明細書は、本発明を最良の態様を含めて開示するとともに、あらゆる装置またはシステムの製作および使用ならびにあらゆる関連の方法の実行を含む本発明の実施を当業者にとって可能にするために、実施例を用いている。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者が想到する他の実施例を含むことができる。そのような実施例は、それらが特許請求の範囲の文言から相違しない構造要素を含んでおり、あるいは特許請求の範囲の文言から実質的には相違しない同等の構造要素を含む場合、特許請求の範囲の技術的範囲に包含される。

【符号の説明】

【００３５】

- １０ ガスタービン
- １２ 吸気部分
- １４ 圧縮機部分
- １６ 燃焼部分、燃焼器部分

10

20

30

40

50

1 8	タービン部分	
2 0	排気部分	
2 2	シャフト	
2 4	ロータシャフト	
2 6	ロータディスク	
2 8	ロータブレード	
3 0	外側ケーシング	
3 2	高温ガス経路	
3 4	高温の燃焼ガス	
3 6	取り付け部 / シャンク部	10
3 8	取り付け体	
4 0	翼形部	
4 2	プラットフォーム	
4 4	正圧側の壁	
4 6	負圧側の壁	
4 8	根元部	
5 0	先端部	
5 2	前縁	
5 4	後縁	
5 6	冷却通路	20
5 8	冷却剤	
6 0	冷却通路入口	
6 2	先端部底部	
6 4	冷却剤出口	
6 6	先端部空洞	
6 7	半径方向の延在	
6 8	正圧側先端部レール	
7 0	負圧側先端部レール	
7 1	高さ	
7 2	スロット	30
7 3	角度	
7 4	後方部分	
7 6	前方部分	
7 8	開口部	
8 0	渦を打ち消す流れ	
8 2	厚さ	
8 4	フレア	

【図 5】

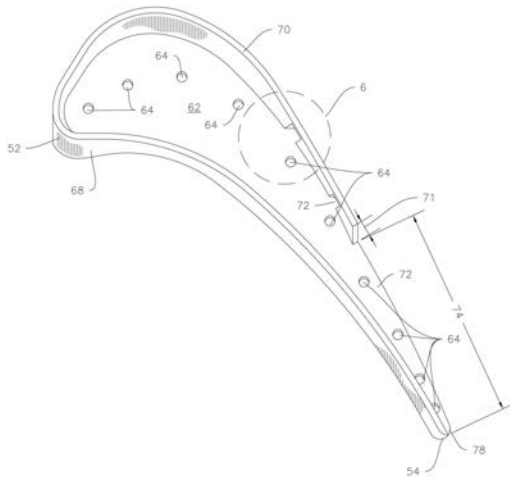


FIG.5

【図 6】

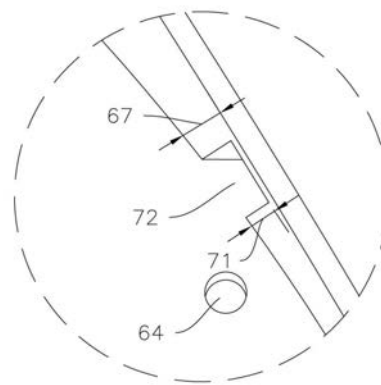


FIG.6

【図 7】

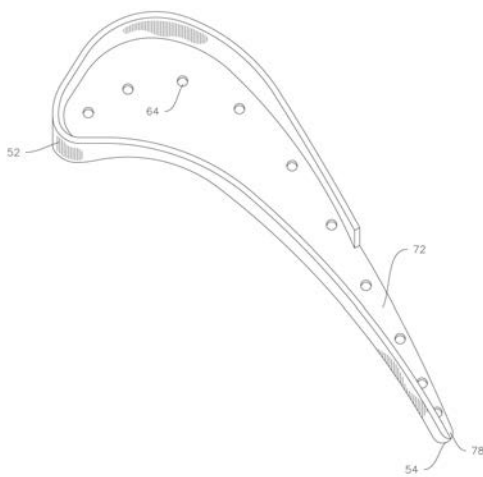


FIG.7

【図 8】

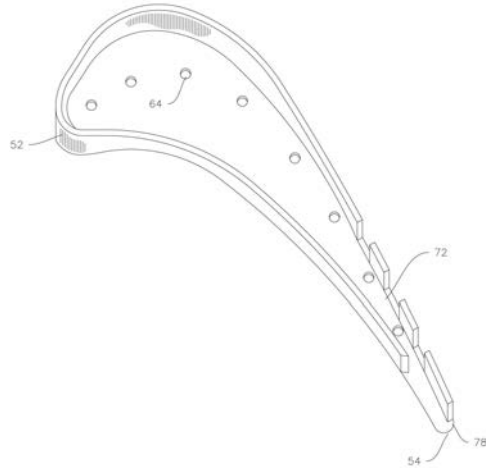


FIG.8

【図 9】

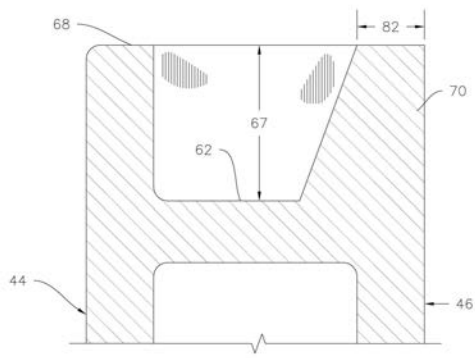


FIG.9

【図 10】

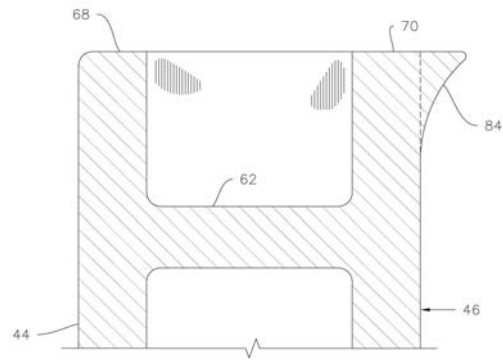


FIG.10

フロントページの続き

(72)発明者 ムールチ・スブラマニヤン

インド、560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ・ビレッジ、フェーズ2、イーピーアイピー、122、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター

(72)発明者 アダム・ジョン・フレッドモンスキ

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300

Fターム(参考) 3G202 BA02 BB01 CA05 KK04

【外国語明細書】
2019007478000001.pdf