

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5329418号  
(P5329418)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(51) Int. Cl. F I  
**FO1D 5/18 (2006.01)** FO1D 5/18  
**FO2C 7/18 (2006.01)** FO2C 7/18 A

請求項の数 6 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2009-535661 (P2009-535661)	(73) 特許権者	390039413
(86) (22) 出願日	平成19年10月18日 (2007.10.18)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2010-509535 (P2010-509535A)		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公表日	平成22年3月25日 (2010.3.25)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/061127		Wittelsbacherplatz
(87) 国際公開番号	W02008/055764		2, D-80333 Muenchen, Germany
(87) 国際公開日	平成20年5月15日 (2008.5.15)	(74) 代理人	100075166
審査請求日	平成22年6月4日 (2010.6.4)		弁理士 山口 巖
(31) 優先権主張番号	06023377.2	(74) 代理人	100133167
(32) 優先日	平成18年11月9日 (2006.11.9)		弁理士 山本 浩
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービン翼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入口縁(12)に沿って延びる冷却路(14)内に連続して配置された複数のリブ(18)を備え、これらのリブ(18)により2個一対でリブ対(24)が形成され、このリブ対(24)の両リブ(18)が、前記冷却路における冷却流の流れ方向に見て蛇行状流路が形成されるように互いにずらされ、かつ、互いに予め定めた所定の角度を成して配設されているタービン翼(10)であって、

前記複数のリブ(18)は、前記冷却路(14)の少なくとも中心まで突き出ており、前記リブ対(24)の両リブ(18)がそれぞれ、冷却路(14)内を流れる冷却材の中心流に対する案内要素として、それらのリブ(18)がこの中心流をリブ対(24)の一方のリブ(18)からそのリブ対(24)の他方のリブ(18)にほぼ垂直に案内する、ように形成されていることを特徴とするタービン翼。

【請求項 2】

前記リブ対(24)の両リブ(18)の総冷却力が、前記両リブ(18)の所定の角度を介してリブ対(24)の周辺における入口縁(12)に対する所定の冷却要求に合わされていることを特徴とする請求項1に記載のタービン翼。

【請求項 3】

リブ(18)が冷却路(14)を境界づける壁(16、20)から冷却路(14)の中に突出して延びていることを特徴とする請求項1又は2に記載のタービン翼。

【請求項 4】

リップ(18)が前記境界壁(16、20)と一体に形成されていることを特徴とする請求項3に記載のタービン翼。

【請求項5】

リップ対(24)が冷却路(14)に挿入されたインサートの内部に設けられていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載のタービン翼。

【請求項6】

冷却路(14)が入口縁(12)に対して平行にタービン翼(10)を貫通して延びていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1つに記載のタービン翼。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明はタービン翼に関する。タービン翼特にガスタービンのタービン翼は、運転中に材料の応力限界を早期に超える高温に曝される。これは特にタービン翼の入口縁(前縁)周辺の部位に当てはまる。高温下でもタービン翼が採用できるようにするために、タービン翼を適当に冷却することが既に古くから知られ、これにより、タービン翼は大きな耐熱性を有する。大きな耐熱性を有するタービン翼によって、特に高いエネルギー効率を得られる。

【背景技術】

【0002】

公知の冷却方式は特に対流冷却、衝突冷却および膜冷却である。対流冷却は翼冷却に広く普及した冷却方式である。この冷却方式において、冷却空気が翼内部に存在する冷却路を通して導かれ、熱を排出するために対流作用を利用している。衝突冷却の場合、冷却空気を翼空洞表面に内部から衝突させる。このようにして、衝突点において非常に良好な冷却作用が得られるが、もっともこの冷却作用は、衝突点の狭い範囲とその近隣部だけに限定される。従ってこの冷却方式は、通常、タービン翼の大きな熱的負荷に曝される入口縁を冷却するために利用される。膜冷却の場合、冷却空気がタービン翼内部からタービン翼壁に存在する開口を通して外に導かれる。その冷却空気がタービン翼を洗流し、高温燃焼ガス(作動媒体)とタービン翼表面との間に絶縁層を形成する。上述した各種冷却方式は、用途に応じてできるだけ効果的な翼冷却を達成するために適切に組み合わせられる。

20

【0003】

上述の冷却様式に加えて、複数の一般には低いリップの形態で用意された乱流発生体のような冷却手段が非常に普及して利用され、例えば特許文献1で知られている。それらのリップは対流のためのタービン翼内部を延びる冷却路内に配置されている。その冷却路内におけるリップの組込みは、冷却空気の流れが境界層において剥がれ、うず巻きが発生されるように作用する。冷却路壁と冷却空気との間に温度差が存在する場合、そのように強制発生された乱流によって、熱伝達が増大される。そのリップ付けによって、流れに絶えず新たな「再接触領域」が発生させられ、この領域において局所的な熱伝達係数の著しい増大が得られる。

30

【0004】

運転中に熱的に大きく負荷されるタービン翼の入口縁ないし前縁を冷却するために、通常、タービン翼にその入口縁の近くにそれに対して平行に延びる複数の冷却路が形成され、それらの冷却路に翼内に形成された他の冷却路を通して冷却空気が導入される。そのようにして実現される入口縁の対流冷却は、膜冷却形翼の場合には、通常、入口縁の近くを延びる冷却路の内壁の衝突冷却によって補完される。膜冷却が行われないタービン翼では、その対流冷却は、冷却路の内壁に配置された乱流発生体によって強化される。

40

【0005】

膜冷却される翼並びに膜冷却されない翼において、現在、入口縁の冷却に関してなおかなりの改善が要求されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】欧州特許出願公開第 1 6 3 7 6 9 9 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

本発明の課題は、膜冷却が存在する場合も存在しない場合も、公知の方式に比べて入口縁がより効果的に冷却されるタービン翼を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

この課題は本発明によれば、入口縁に沿って延びる冷却路内に連続して配置された複数のリブを備え、これらのリブにより 2 個一対でリブ対が形成され、このリブ対の両リブが、前記冷却路における冷却流の流れ方向に見て蛇行状流路が形成されるように互いにずらされ、かつ、互いに予め定めた所定の角度を成して配設されている、即ち、リブがスケート靴歩行跡の形に配置されているタービン翼であって、前記複数のリブは、前記冷却路の少なくとも中心まで突き出ており、前記リブ対の両リブがそれぞれ、冷却路内を流れる冷却材の中心流に対する案内要素として、それらのリブがこの中心流をリブ対の一方のリブからそのリブ対の他方のリブにほぼ垂直に案内する、ように形成されていることを特徴とするタービン翼によって解決される。

10

20

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明に基づいてスケート靴歩行跡の形で設けられたリブの対になった配置は、公知の方式に比べて、冷却路内を流れる冷却空気がリブ対の一方のリブからそのリブ対の他方のリブに案内されるようにして、本発明に基づく冷却路内を流れる冷却空気の大きく増大されたうず巻きを生じさせる。冷却空気の大きく増大されたうず巻きに伴って、大きく増大された局所的な熱伝達係数が生じ、これによって、全体として見て公知の方式に比べて、特に入口縁の部位において著しく効果的な冷却が提供される。従って、全体として見て、本発明に基づくタービン翼は、膜冷却が利用されない場合でも、より高い燃焼ガス温度に曝すことができる。膜冷却が利用される場合には、もっと高い燃焼ガス温度に曝すことができる。また、洗流されるリブにおいて高い乱流度が生じ、この高い乱流度は、衝突冷却作用と冷却空気側の大きな表面積増大と組み合わせると、冷却空気の効果的な使用および温度分布の一様化を生じさせる。

30

【 0 0 1 0 】

また本発明に基づいて、リブ対の両リブはそれぞれ、冷却路内を流れる冷却材の中心流に対する案内要素として、それらのリブが冷却材の主流をリブ対の一方のリブからそのリブ対の他方のリブにほぼ垂直に案内する、ように形成されている。冷却路内を流れる冷却空気が本発明に基づいて計画された流れ案内によって、冷却材流の大部分が、即ち、冷却路の中心を流れる冷却材流が、後続のリブの側面に向けて衝突冷却噴射流として案内され、これによって、リブ対の領域において、非常に高い局所的な熱伝達係数およびこれに応じて強化された冷却作用が得られる。

40

【 0 0 1 1 】

ここで、冷却路内を流れる冷却材の中心流とは、主に冷却路の中心を流れる冷却材の流れ、即ち、本質的に冷却路壁に沿って流れない冷却材の流れを意味する。これに応じて、本発明に基づくリブは、特許文献 1 における乱流発生体ではなく、冷却材の中心流を方向転換あるいは方向を変えて案内する案内要素である。

【 0 0 1 2 】

本発明の実際の発展形態において、リブ対の両リブは互いに所定の角度を成し、リブ対の両リブの総冷却力が、その角度を介してリブ対の周辺における入口縁に対する所定の冷

50

却要求に合わされている。

【0013】

本発明に基づいて、リブ対のリブの成角の変更によって、冷却空気のうず巻きの大きさ従って局所的な熱伝達係数も的確に調整することができ、これによって、入口縁に対する局所的な冷却要求に合わされた冷却が実現できる。この場合、本発明に基づいて、リブ対の両リブが成している角度を増大することによって、リブ対の冷却力が増大される。全体として見て、この実際の発展形態によって、本発明に基づいて入口縁の比較的高温箇所において適切に形成されたリブ対によって相応した強い冷却が行われるので、入口縁における温度分布が「一様化」され、これによって、不均一な温度分布を防止する入口縁の効果的冷却が実現される。

10

【0014】

不均一な温度分布は、タービンの寿命に不利に作用する大きな熱的負荷を伴う。これは、入口縁において半径方向に沿って不均一な温度分布が生ずる軸流タービンに採用されるタービン翼に特に当てはまる。

【0015】

他の実際の発展形態において、リブは冷却路を境界づける壁から冷却路の中に突出して延び、そのリブは、好適には、この境界壁と一体に形成されている。

【0016】

本発明の有利な実施態様において、リブ対は冷却路に挿入されたインサート（組込み物）の内部に配置されている。このようにして本発明に基づいて、場合によって例えばリブ対の成角を所定の用途に合わせるために、好適には、静翼の形態のタービン翼から取り外せるインサートが提供される。そのようにしてまた、タービン翼の鋳込みも簡単に行うことができ、これによって、本発明に基づくタービン翼は高価な中子を必要とせずとも製造できる。

20

【0017】

本発明の他の有利な実施態様において、入口縁の全長にわたって効果的な冷却を提供するために、冷却路は入口縁に対して平行にタービン翼を貫通して延びている。

【0018】

以下図を参照して本発明に基づくタービン翼の実施例を詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

30

【0019】

【図1】本発明に基づくタービン翼の入口縁の概略横断面図。

【図2】リブが内部に配置された冷却路を備えたタービン翼の横断面図。

【図3】タービン翼の入口縁に沿った概略縦断面図。

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0020】

図1は本発明に基づくタービン翼10の入口縁（前縁）12を概略横断面図で示している。図1におけるA-A線に沿った断面図が図3に示され、この図3は本発明に基づくタービン翼10の入口縁の概略縦断面図である。このタービン翼10の内部に入口縁12の近くに、入口縁12に対して平行に延びる冷却路14（即ち、軸流タービンの場合、半径方向に延びる通路14）が形成されている。この冷却路14に沿って（その冷却路中心線に対して左右一対の）複数のリブ対24（図1では隠れて見えていない）が冷却路24内に連続して配置されている。各リブ対24の個々のリブ18は互いに所定の角度を成して配置されている。また、リブ対24の両リブ18は冷却路方向に見て互いにずらして配置されている。即ち、各リブ対24のリブ18並びにそれに直接隣り合うリブ対24のリブ18は、スケート靴歩行跡の形に重なり合って配置されている。

40

【0021】

本発明に基づくリブ18は、冷却路14の中心を流れる冷却空気に対して、そこを流れる冷却空気の大部分を後続のリブ18の側面に相互に案内するための案内要素として形成

50

されている。それに応じて、本発明に基づくリブ 18 は、特許文献 1 の乱流発生体よりも冷却路 14 の中に深く突出している。特許文献 1 における乱流発生体は、リブ 18 に比べて壁表面近くにしか存在せず、冷却空気の大部分を案内ないし方向転換しない。

【0022】

冷却空気は冷却路 14 を貫流する際に各リブ対 24 の個々のリブ 18 により交互に方向転換される。衝突冷却状のリブ 18、即ち、横に洗流されるリブ 18 において高い乱流度が生じ、この乱流度は、衝突冷却効果とそれに伴う冷却空気側の表面積増大と組み合わせ、効果的な冷却空気使用を生じさせる。ここでは、タービン翼 10 の中央部位における角度  $\theta$  はタービン翼 10 の端部位におけるよりも大きく、そのようにして、運転中に一般に強く加熱される入口縁 12 の中央部位が入口縁 12 の端部位より強く冷却される。角度  $\theta$  の増大によって、冷却空気は大きく方向転換され、これに伴って強くうず巻かされ、その結果、小さな角度に比べて局所的な熱伝達係数が顕著に増大される。そのようにして、本発明に基づくタービン翼 10 を採用した場合、入口縁 12 に沿って不均一な温度分布が生ずることが防止される。その都度の冷却要求に合わされた角度  $\theta$  の適切な値は、本発明に基づいて約  $60^\circ \sim 90^\circ$  の範囲にある。

10

【0023】

図 2 に図 1 における本発明に基づくタービン翼 10 の入口縁部位が入口縁 12 に対して直角な平らな横断面図で詳細に示されている。この図から明らかなように、リブ対 24 の 1 個のリブ 18 は冷却路 14 の前面壁 16 から冷却路 14 の背面壁 20 まで延びている。しかし、この替わりにリブ 18 を背面壁 20 まで延ばすことなく、前面壁 16 だけに片持ち固定することもできる。また、リブを冷却路 14 内に挿入されるインサート（組込み物）の 1 部分にすることもできる。

20

【0024】

角度  $\theta$  による冷却力の変更に加えて、入口縁 12 のできるだけ有効な冷却作用を得るために、（横断面的に見た）成角  $\alpha$  の適切な調節によって、冷却空気を好適に前面壁 16 の方向に案内することができる。本発明に基づいて設計されたその成角  $\alpha$  の大きさは約  $30^\circ \sim 60^\circ$  の範囲にある。

【符号の説明】

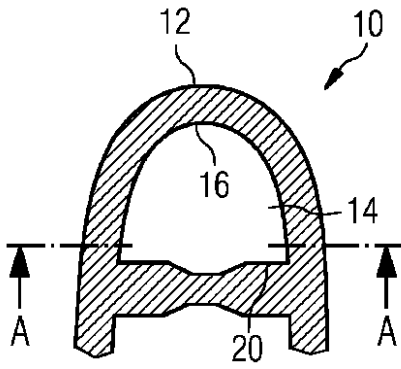
【0025】

- 10 タービン翼
- 12 入口縁（前縁）
- 14 冷却路
- 16 冷却路の前面壁
- 18 リブ
- 20 冷却路の背面壁
- 24 リブ対

30

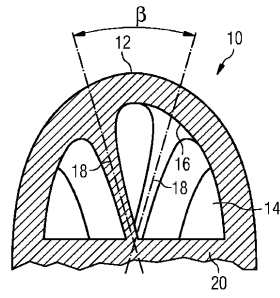
【図1】

FIG 1

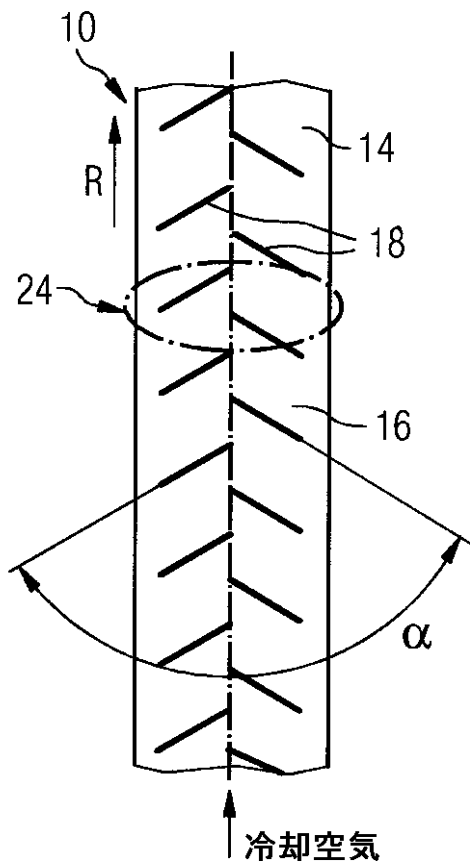


【図2】

FIG 2



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 グロース、ハインツ ユルゲン  
ドイツ連邦共和国 45478 ミュールハイム アン デア ルール アイスファートシュトラ  
ーゼ 19

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 特開2006-077767(JP,A)  
特開平10-274002(JP,A)  
特開平05-010101(JP,A)  
特開平09-195703(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F01D 1/00 - 11/10  
F02C 7/18