

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-509532

(P2010-509532A)

(43) 公表日 平成22年3月25日(2010.3.25)

(51) Int.Cl.  
F 0 1 D 5/18 (2006.01)F I  
F 0 1 D 5/18テーマコード (参考)  
3 G 0 0 2

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-535648 (P2009-535648)  
 (86) (22) 出願日 平成19年9月20日 (2007. 9. 20)  
 (85) 翻訳文提出日 平成21年5月7日 (2009. 5. 7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2007/059935  
 (87) 国際公開番号 W02008/055737  
 (87) 国際公開日 平成20年5月15日 (2008. 5. 15)  
 (31) 優先権主張番号 06023274.1  
 (32) 優先日 平成18年11月8日 (2006. 11. 8)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 390039413  
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト  
 Siemens Aktiengesellschaft  
 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  
 Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany  
 (74) 代理人 100075166  
 弁理士 山口 巖

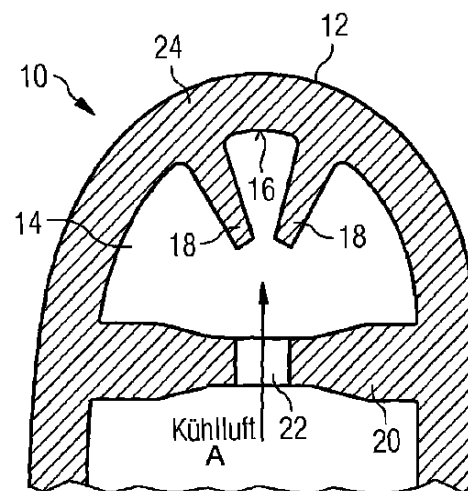
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービン翼

## (57) 【要約】

本発明は、少なくとも1個の冷却要素(18)と、冷却媒体を貫流させるための冷却通路(14)とを備え、冷却媒体の流動方向に前記少なくとも1個の冷却要素(18)が配置され、該少なくとも1個の冷却要素(18)が栓状に形成されているタービン翼(10)に関わる。本発明は、さらに、前稜(12)と、冷却空気を貫流させるようにタービン翼(10)内に形成され、少なくとも部分的に入口縁部(12)に沿って延びている冷却通路(14)と、冷却通路(14)の縦方向に該冷却通路内部に連続して位置固定して配置される複数の冷却要素(18)とを備え、それぞれの冷却要素(18)が該冷却要素(18)の周囲にある前記前稜(12)に対する所定の冷却要求に適合している冷却能を有しているタービン翼に関わる。

【選択図】図1



A... cooling air

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

冷却通路（１４）を有する翼板と、該翼板に沿って延びる前稜（１２）とを備え、冷却通路（１４）が壁部分（２４）により前稜（１２）に対し境界付けられており、壁部分（２４）を衝突冷却するための手段が設けられているタービン翼（１０）であって、

壁部分（２４）から少なくとも１個の冷却要素（１８）が冷却通路（１４）内部へ突出して延び、この冷却要素はそれぞれ栓状またはリブ状に形成されていることを特徴とするタービン翼（１０）。

**【請求項 2】**

壁部分（２４）が冷却通路（１４）側に壁面（１６）を有し、少なくとも１個の冷却要素（１８）が壁面（１６）に対し直角に冷却通路（１４）内部へ突出して延びている、請求項 1 に記載のタービン翼（１０）。 10

**【請求項 3】**

壁部分（２４）が冷却通路（１４）側に湾曲した壁面（１６）を有し、２個以上の冷却要素（１８）が設けられ、これらの冷却要素（１８）が冷却通路（１４）内部へ突出して延びている縦方向延在部を有し、２個以上の冷却要素（１８）はその縦方向延在部が壁面（１６）の湾曲中心に向いている、請求項 1 または 2 に記載のタービン翼（１０）。

**【請求項 4】**

少なくとも１個の冷却要素（１８）が、或いは、２個以上の冷却要素（１８）が、壁部分（２４）と一体に形成されている、請求項 1 から 3 の一つに記載のタービン翼。 20

**【請求項 5】**

異なる長さを有する２個以上の冷却要素（１８）が設けられている、請求項 1 から 4 の一つに記載のタービン翼（１０）。

**【請求項 6】**

個々の冷却要素（１８）の長さが場所に依じた所定の冷却要求に適合されている、請求項 5 に記載のタービン翼（１０）。

**【請求項 7】**

冷却通路（１４）が少なくとも部分的に前稜（１２）に平行にタービン翼（１０）を貫通するように延びている、請求項 1 から 6 の一つに記載のタービン翼（１０）。

**【請求項 8】**

複数の冷却要素（１８）が、冷却通路（１４）に沿って延びるリブとして形成され、または、冷却通路（１４）に沿って配分された栓状体として形成され、その長さが場所に依じた冷却要求に適合されている、請求項 1 から 7 の一つに記載のタービン翼（１０）。 30

**【請求項 9】**

壁部分（２４）を衝突冷却するための前記手段が、冷却通路（１４）を境界付け壁部分（２４）に対向している後壁（２０）であり、該後壁に複数の衝突冷却開口部（２２）が設けられている、請求項 1 から 8 の一つに記載のタービン翼（１０）。

**【請求項 10】**

衝突冷却開口部（２２）は、該衝突冷却開口部を貫流する冷却空気噴流が冷却要素（１８）へ誘導されるように配置されている、請求項 9 に記載のタービン翼（１０）。 40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、請求項 1 の前文に記載のタービン翼に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

タービン翼は、特にガスタービン用のタービン翼は、作動中に、材料応力の限界を急速に越えるような高温に曝される。これは、特に、高温の燃焼ガス流がタービン翼の翼形部に最初に衝突する入口縁部の周囲領域に対し当てはまる。高温時でもタービン翼を使用することができるようにするため、タービン翼を適切に冷却して該タービン翼がより高度な 50

耐熱性をもつようにすることがすでに従来より知られている。より高度な耐熱性をもつタービン翼を用いると、特に、より高いエネルギー効率を得ることができる。

【0003】

公知の冷却様式は、とりわけ対流冷却、衝突冷却、膜冷却である。対流冷却の場合、冷却空気を翼内部に設けた通路を通じて案内し、放熱させるために対流効果を利用する。衝突冷却の場合には、冷却空気流は内部から翼の内表面に衝突する。このようにして衝突点において非常に優れた冷却作用が可能になるが、しかしながらこの冷却作用は衝突点の狭い範囲と近傍領域とに限定されている。それ故、この種の冷却は、ほとんどの場合、前稜とも呼ばれるタービン翼の入口縁部の冷却に使用される。膜冷却の場合は、冷却空気はタービン翼に設けた開口部を介してタービン翼の内部から外部へ向けて案内される。この冷却空気はタービン翼の周囲を流れて、熱い燃焼ガスと翼表面との間に絶縁層を形成する。上述の複数の冷却様式は、できるだけ効果的な翼冷却を達成するために、適用例に応じて適切に組み合わせられる。

10

【0004】

上述の冷却様式に加えて、乱流器（ほとんどの場合リブの形状で提供されている）のような冷却手段を使用することが非常に普及している。この冷却手段は、タービン翼の内部に延びている対流冷却のための冷却通路内に配置されている。冷却通路内にリブを取り付けると、境界層内部での冷却空気の流れが分離して渦が生じる。このように流れが強制的に阻害されることにより、冷却通路壁と冷却空気との間に温度差が存在すると、熱伝達を向上させることができる。リブを形成することにより、流れは常に、局所的な熱伝達係数を著しく向上させるような新たな「拡張領域」を形成する。公知のリブの寿命は運転温度が高いために制限されており、これは特に公知のリブの基本的な幾何学的形態の結果である。公知のリブの幾何学的形態と関連している熱応力のために内部亀裂が発生し、この内部亀裂はリブの寿命を縮め、よって結局はタービン翼の使用期間をも縮めることになる。

20

【0005】

作動中に非常に強い熱応力を受けることの多いタービン翼の入口縁部、すなわち前稜を冷却するため、タービン翼の内部に、入口縁部に対し平行に且つその近傍に延びる複数の冷却通路が形成されることが多い。これらの冷却通路には、翼内部に形成される他の冷却通路を通じて冷却空気が供給される。このようにして実現された入口縁部の冷却は、膜冷却される翼においては、ほとんどの場合、入口縁部近傍に延びている冷却通路の内壁の衝突冷却により補完される。タービン翼の膜冷却を行なわない適用例の場合には、冷却通路の内壁に配置される乱流器によって対流冷却を強化する。

30

【0006】

総じて、現在では、翼を膜冷却する場合も、膜冷却しない場合も、冷却に関しては、特に入口縁部の冷却に関しては、まだ明らかに改善の要求が在る。特に、現在の冷却解決手段は、タービン翼の使用中に形成される不均一な温度分布を考慮していない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、膜冷却を行なう場合も行なわない場合も、公知の解決手段に比してより効果的に冷却できて、しかもより長い使用期間を有するタービン翼を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

この課題は、本発明によれば、請求項1の特徴を有するタービン翼により解決される。

【0009】

このタービン翼は、該タービン翼の片側に延びる前稜を有し、この場合冷却通路は前稜に対し壁部分によって境界づけられ、且つこの壁部分から冷却通路内部へ突出して延びる少なくとも1個の冷却要素を有している。なお、この冷却要素は従来の意味での乱流器ではない。

50

## 【 0 0 1 0 】

したがって、通常熱的に強い応力を受ける前稜を非常に効果的に冷却することができる。壁部分から冷却通路内部へ突き出して延び且つ特に冷却媒体の強い渦流を生じさせる本発明による複数の冷却要素により、壁部分と冷却媒体との間に温度差があると、局所的な熱伝達係数の著しい向上に伴い、熱伝達を著しく向上させることができる。総じて、このようにして、前稜の非常に効果的な冷却と共に、前稜周囲の熱を非常に効果的に逃がすことができる。

## 【 0 0 1 1 】

本発明によれば、衝突冷却のように冷却媒体が最初にぶつかる複数の冷却要素は、栓状またはリブ状に形成されている。栓状またはリブ状に形成された複数の冷却要素は、一方では冷却可能な壁面積を増大させ、他方では衝突冷却が行なわれた後に、特に冷却空気の形態の冷却媒体の非常に強い渦流を生じさせる。この場合、冷却通路の壁と冷却媒体との間に温度差があるときに、このようにして流れを強制的に強く阻害することにより、局所的な熱伝達係数の向上と平行して熱伝達を向上させることができる。

## 【 0 0 1 2 】

さらに、本発明にしたがってこれらの複数の冷却要素を栓状またはリブ状に形成することで、タービン翼の運転中に冷却要素内部に形成される熱応力を最小限にすることができ、その結果内部亀裂が生じることがなく、特にこの場合の熱応力は、公知の乱流器において形成される熱応力よりも著しく小さい。すなわち、本発明によれば、応力状況全体が改善され、公知の解決手段に比べて冷却要素の寿命を著しく向上させることができる。この場合、冷却要素の高寿命により、タービン翼の使用期間または寿命も長くなる。

## 【 0 0 1 3 】

本発明によるタービン翼は、公知の解決手段に比べて、膜冷却が行なわれない場合でも、より高いガス温度に曝すことができる。膜冷却が行なわれる場合には、さらにより高いガス温度が可能である。これから、本発明によるタービン翼をより薄い外壁部で形成することができるという可能性が生じる。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の実際的な他の構成では、壁部分は冷却通路側の壁面を有し、少なくとも1個の冷却要素が、或いは、2個以上の冷却要素が、壁面に対し直角に、または、湾曲した壁面に対し直角に、冷却通路内部へ突出している。本発明にしたがって冷却通路の壁面に対し直角な方向に延びることにより、特に前稜の非常に効果的な冷却を伴う、冷却媒体の非常に効果的な渦流が生じる。というのは、本発明によれば、冷却要素の長手方向に対しほぼ直角に向いた冷却媒体がこれらの冷却要素にぶつかることができるからである。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の他の有利な構成では、冷却通路は、好ましくは、冷却通路側に湾曲した壁面を有する壁部分によって境界づけられている。この場合、2個以上の冷却要素が設けられ、これらの冷却要素は冷却通路内部に突出して延びる縦方向延在部を有し、そして2個以上の冷却要素は、その縦方向延在部が壁面の湾曲中心に向いている。

## 【 0 0 1 6 】

縦方向延在部が壁面の湾曲中心に向いている複数の冷却要素により、これらの冷却要素に向かって流れてくる冷却媒体の非常に効果的な渦流を得ることができる。特に、本発明によるこの構成により、これらの冷却要素により実現される対流冷却を衝突冷却と非常に効果的に組み合わせることができる。すなわち冷却媒体がこれらの冷却要素に衝突するような流れにし、その結果それぞれの衝突点において非常に高い冷却作用を得ることができ、この冷却作用は、提供されている対流冷却と連動して、本発明によるタービン翼の非常に効果的な冷却を生じさせる。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の他の実際的な構成では、少なくとも1個の冷却要素が、或いは、2個以上の冷却要素が、壁部分と一体に形成されている。

## 【 0 0 1 8 】

本発明の特に実的な構成では、複数の冷却要素は異なる長さを有し、個々の冷却要素の長さは場所に応じた所定の冷却要求に適合されている。

【0019】

タービン翼は、運転中通常は非常に不均一な温度分布を有しており、この不均一な温度分布は、タービン翼に作用して特にタービン翼の寿命に悪影響する大きな熱的負荷に関連している。したがって、たとえば軸流タービンに使用されるタービン翼に対しては、半径方向に形成される不均一な温度分布が前稜に発生する。本発明にしたがって、好ましくは前稜近傍に延びている冷却通路内部で複数の冷却要素を使用し、該冷却要素の冷却能がその全長にわたってたとえば該冷却要素の周囲にある前稜に対し所定の冷却要求に適合していることにより、たとえば前稜での温度分布は「均一化」される。というのは、本発明によれば、比較的熱い部位で、適切に構成された冷却要素により相対的に強力な冷却が行なわれるからである。或いは、逆の関係が生じるからである。したがって、本発明によるタービン翼は、不均一な温度分布を阻止するように冷却することができ、このことは特に前稜の効果的な冷却の点で有利である。

10

【0020】

本発明によれば、栓状の冷却要素それぞれの冷却能は、適切に選定した長さにわたり該冷却要素周囲の所定の冷却要求に適合している。その周囲に高い冷却要求が課せられる冷却要素は、本発明によれば、その周囲により低い冷却要求が課せられる冷却要素よりも長い。個々の冷却要素の長さを長くすることにより、局所的な熱伝達係数の著しい向上に伴い、一方では「渦流範囲」が広がり、他方では被冷却表面積も大きくなる。

20

【0021】

壁部分を衝突冷却するための手段として、冷却通路を部分的に境界づけ壁部分に対向している後壁が設けられ、該後壁に1つまたは複数個の衝突冷却開口部が設けられていると有利である。これらの衝突冷却開口部は、該衝突冷却開口部を貫流する冷却空気噴流が複数の冷却要素へ誘導され、それによって前稜の特に効率的な冷却を達成できるように後壁に位置決めされ、方向づけられているのが好ましい。特に冷却要素の比較的長い縦方向延在部が冷却通路内部へ突出しているため、冷却要素先端部と衝突冷却開口部との間隔を比較的小さくすることができる。これは、冷却通路の流出口断面積が比較的大きい場合でも適用される。したがって、衝突冷却噴流に対し横方向に流れる冷却空気による、すなわち冷却通路に沿って流れる冷却空気による衝突冷却噴流の妨害を確実に回避させることができる。

30

【0022】

総じて、本発明は、前稜と、冷却空気を貫流させるようにタービン翼内に形成され、少なくとも部分的に前稜に沿って延びている冷却通路と、この冷却通路の縦方向に該冷却通路内部に位置固定して相前後して配置される複数個の冷却要素とを備え、それぞれの冷却要素が該冷却要素の周囲の前記前稜に対する所定の冷却要求に適合している冷却能を有し、この冷却通路が有利には前記前稜に対し平行にタービン翼を貫通するように延びているタービン翼に関わる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

40

【図1】冷却通路内部に配置される複数個の栓状の冷却要素を備えた本発明によるタービン翼の概略横断面図である。

【図2】前稜に沿って切断したタービン翼の縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

次に、本発明によるタービン翼の実施形態を添付の図面を用いてより詳細に説明する。

【0025】

図1は、本発明によるタービン翼10の翼板の前部部位をタービン翼の前稜12に対し直角な平らな断面で示した概略断面図である。前記前稜12は入口縁部とも称される。タービン翼10の内部には、前稜12の近傍に、該前稜12に対し平行に延びる冷却通路1

50

4 が形成され（すなわち軸流タービンの場合には、半径方向に延びる通路 1 4）、該冷却通路は壁部分 2 4 によって前稜 1 2 に対し境界付けられている。冷却通路 1 4 の湾曲した壁面 1 6 から複数の柱状の冷却要素 1 8 が冷却通路 1 4 内に突出しており、これらの冷却要素 1 8 はその縦方向延在部が壁面 1 6 の湾曲中心に向いている。

【0026】

タービン翼 1 0 の後部領域に形成されている他の冷却通路（図示せず）から冷却通路 1 4 に冷却空気を衝突冷却可能に供給するため、冷却通路 1 4 の後壁 2 0 には複数の開口部 2 2 が形成されている。

【0027】

図 2 は、本発明によるタービン翼 1 0 の前部部分を前稜 1 2 に対し平行な平らな断面で示した他の断面図である。冷却通路 1 4 の湾曲した壁面 1 6 に形成されている複数の冷却要素 1 8 は、湾曲した壁面 1 6 から直角に冷却通路 1 4 の内部へ突き出ている。図 2 からわかるように、冷却要素 1 8 の長さは半径方向 R において変化している。これは、本発明により、タービン翼 1 0 の使用時に前稜 1 2 に沿って形成される不均一な温度分布に対抗するためである。すなわち、タービン翼は、特にタービン翼 1 0 の前稜 1 2 の中心側では前稜 1 2 の縁（ふち）領域よりも高い作動温度を有している。この理由から、切頭円錐状の冷却要素 1 8 は、縁領域よりも中央領域においてより大きな長さを有している。というのも、上述したように、冷却要素 1 8 の長さを大きくすることにより局所的な熱伝達係数を高くすることができ、よって冷却要素 1 8 の冷却能を向上させることができるからである。

【0028】

本発明においては、衝突冷却には、開口部 2 2 から流出する冷却空気が湾曲した壁面 1 6 または冷却要素 1 8 に衝突して、そこで局所的に非常に優れた冷却作用を可能にすることが含まれている。本発明によれば、冷却要素 1 8 はその縦方向延在部が壁面 1 6 の湾曲中心に向けて方向づけられているため、非常に効果的な衝突冷却を提供でき、この衝突冷却と対応する対流冷却との連動で全体的にタービン翼 1 0 の非常に効果的な冷却を提供することができる。冷却通路 1 4 はタービン翼 1 0 の両側で開口しており、冷却空気を 2 つの方向で冷却通路 1 4 から流出させるようになっている。これにより、冷却空気を必要とする箇所に冷却空気が提供され、衝突冷却の作用が横方向流れによって低下することがないので、タービン翼 1 0 の温度均一化が促進される。

【0029】

冷却要素 1 8 を切頭円錐状の形成物として構成する代わりに、冷却通路 1 4 に沿って延びる、すなわち冷却空気の流れ方向に沿って延びるリブ状に構成してもよい。その際、好ましくは対流冷却されるタービン翼 1 0 の冷却を改善するために、壁面 1 6 の表面積を著しく大きくする。この場合、前述したように前稜 1 2 での温度が場所的に異なっているために、リブの高さをこれに対応して適合することができる。

【符号の説明】

【0030】

- 1 0   タービン翼
- 1 2   前稜
- 1 4   冷却通路
- 1 6   壁面
- 1 8   冷却要素
- 2 0   後壁
- 2 2   衝突冷却開口部
- 2 4   壁部分

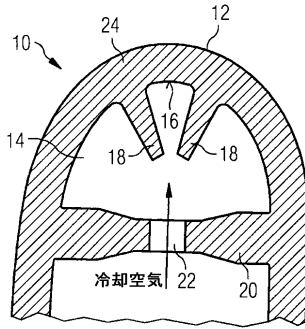
10

20

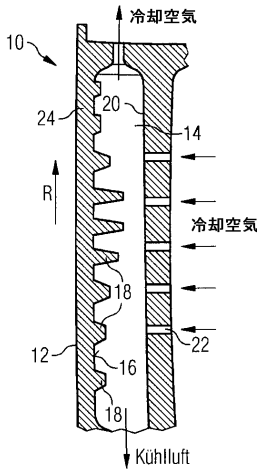
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



## 【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成20年9月9日 (2008.9.9)

## 【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

冷却管路 ( 1 4 ) を有する羽根板と、該羽根板に沿って延在する前稜 ( 1 2 ) とを備え、冷却管路 ( 1 4 ) が壁部分 ( 2 4 ) により前稜 ( 1 2 ) に対し境界付けられており、壁部分 ( 2 4 ) を衝撃冷却するための手段が設けられているタービン羽根 ( 1 0 ) であって、

壁部分 ( 2 4 ) から、異なる長さを有する 2 個以上の冷却要素 ( 1 8 ) が冷却管路 ( 1 4 ) 内部へ突出して延び、これらの冷却要素の長さが場所に応じた所定の冷却要求に適合されているタービン翼。

【 請求項 2 】

壁部分 ( 2 4 ) が冷却管路 ( 1 4 ) 側に壁面 ( 1 6 ) を有し、少なくとも 1 個の冷却要素 ( 1 8 ) が壁面 ( 1 6 ) に対し直角に冷却管路 ( 1 4 ) 内部へ突出して延びている、請求項 1 に記載のタービン翼 ( 1 0 ) 。

【 請求項 3 】

壁部分 ( 2 4 ) が冷却管路 ( 1 4 ) 側に湾曲した壁面 ( 1 6 ) を有し、この壁面に 2 個以上の冷却要素 ( 1 8 ) が設けられ、これらの冷却要素 ( 1 8 ) が冷却管路 ( 1 4 ) 内部へ突出して延びている縦方向延在部を有し、2 個以上の冷却要素 ( 1 8 ) はその縦方向延在部が壁面 ( 1 6 ) の湾曲中心に向いている、請求項 1 または 2 に記載のタービン翼 ( 1

0)。

【請求項 4】

少なくとも 1 個の冷却要素 ( 1 8 ) が、或いは、2 個以上の冷却要素 ( 1 8 ) が、壁部分 ( 2 4 ) と一体に形成されている、請求項 1 から 3 の一つに記載のタービン翼。

【請求項 5】

冷却管路 ( 1 4 ) が少なくとも部分的に前稜 ( 1 2 ) に平行にタービン翼 ( 1 0 ) を貫通するように延びている、請求項 1 から 4 の一つに記載のタービン翼 ( 1 0 )。

【請求項 6】

壁部分 ( 2 4 ) を衝撃冷却するための前記手段が、冷却管路 ( 1 4 ) を境界付け壁部分 ( 2 4 ) に対向している後壁 ( 2 0 ) であり、該後壁に複数個の衝撃冷却開口部 ( 2 2 ) が設けられている、請求項 1 から 5 の一つに記載のタービン翼 ( 1 0 )。

【請求項 7】

衝撃冷却開口部 ( 2 2 ) は、該衝撃冷却開口部を貫流する冷却空気噴流が冷却要素 ( 1 8 ) へ誘導されるように配置されている、請求項 6 に記載のタービン翼 ( 1 0 )。



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/059935

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. F01D5/18  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F01D  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 473 439 A (GEN ELECTRIC [US]) 3 November 2004 (2004-11-03) column 4, paragraph 20 - column 4, paragraph 23 column 5, paragraph 26 - column 6, paragraph 36; figures 1-4	1-10
X	EP 1 043 479 A (GEN ELECTRIC [US]) 11 October 2000 (2000-10-11) column 1, paragraph 7 column 5, paragraph 25 - column 7, paragraph 39; figures 2-9	1-4, 7-10
X	EP 0 416 542 A (HITACHI LTD [JP]) 13 March 1991 (1991-03-13) column 8, line 4 - column 8, line 36 column 10, line 27 - column 10, line 53; figures 5,6	1-4, 6-10
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  25 Januar 2008		Date of mailing of the international search report  04/02/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Rau, Guido

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/059935

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 857 837 A (ZELESKY MARK F [US] ET AL) 12 January 1999 (1999-01-12) column 3, line 31 - column 4, line 41; figures 3,4	1,2,4,6, 9,10
X	EP 1 510 653 A (SIEMENS AG [DE]) 2 March 2005 (2005-03-02) column 3, line 17 - column 3, line 40	1,3,4,9, 10
A	GB 2 257 479 A (SNECMA [FR]) 13 January 1993 (1993-01-13) figure 3	2-4,7,8
A	EP 1 508 746 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; OF JAPANESE AEROSPACE COMPANIE [JP]) 23 February 2005 (2005-02-23) column 12, paragraph 54 - column 12, paragraph 55; figures 7a,7b	1-8

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/059935

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1473439	A	03-11-2004	US 2004219016 A1	04-11-2004
EP 1043479	A	11-10-2000	DE 60024517 T2	17-08-2006
			JP 2000320304 A	21-11-2000
			US 6142734 A	07-11-2000
EP 0416542	A	13-03-1991	DE 69006433 D1	17-03-1994
			DE 69006433 T2	28-07-1994
			JP 1939299 C	09-06-1995
			JP 3092504 A	17-04-1991
			JP 6063442 B	22-08-1994
			US 5100293 A	31-03-1992
US 5857837	A	12-01-1999	NONE	
EP 1510653	A	02-03-2005	NONE	
GB 2257479	A	13-01-1993	FR 2678318 A1	31-12-1992
			US 5215431 A	01-06-1993
EP 1508746	A	23-02-2005	CA 2476803 A1	14-02-2005
			US 2005047932 A1	03-03-2005

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/059935

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01D5/18		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 473 439 A (GEN ELECTRIC [US]) 3. November 2004 (2004-11-03) Spalte 4, Absatz 20 - Spalte 4, Absatz 23 Spalte 5, Absatz 26 - Spalte 6, Absatz 36; Abbildungen 1-4	1-10
X	EP 1 043 479 A (GEN ELECTRIC [US]) 11. Oktober 2000 (2000-10-11) Spalte 1, Absatz 7 Spalte 5, Absatz 25 - Spalte 7, Absatz 39; Abbildungen 2-9	1-4,7-10
X	EP 0 416 542 A (HITACHI LTD [JP]) 13. März 1991 (1991-03-13) Spalte 8, Zeile 4 - Spalte 8, Zeile 36 Spalte 10, Zeile 27 - Spalte 10, Zeile 53; Abbildungen 5,6	1-4,6-10
----- -/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
25. Januar 2008		04/02/2008
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Rau, Guido

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2007/059935

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 857 837 A (ZELESKY MARK F [US] ET AL) 12. Januar 1999 (1999-01-12) Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 41; Abbildungen 3,4	1,2,4,6, 9,10
X	EP 1 510 653 A (SIEMENS AG [DE]) 2. März 2005 (2005-03-02) Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 3, Zeile 40	1,3,4,9, 10
A	GB 2 257 479 A (SNECMA [FR]) 13. Januar 1993 (1993-01-13) Abbildung 3	2-4,7,8
A	EP 1 508 746 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; OF JAPANESE AEROSPACE COMPANIE [JP]) 23. Februar 2005 (2005-02-23) Spalte 12, Absatz 54 - Spalte 12, Absatz 55; Abbildungen 7a,7b	1-8

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/059935

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1473439	A	03-11-2004	US 2004219016 A1	04-11-2004
EP 1043479	A	11-10-2000	DE 60024517 T2	17-08-2006
			JP 2000320304 A	21-11-2000
			US 6142734 A	07-11-2000
EP 0416542	A	13-03-1991	DE 69006433 D1	17-03-1994
			DE 69006433 T2	28-07-1994
			JP 1939299 C	09-06-1995
			JP 3092504 A	17-04-1991
			JP 6063442 B	22-08-1994
			US 5100293 A	31-03-1992
US 5857837	A	12-01-1999	KEINE	
EP 1510653	A	02-03-2005	KEINE	
GB 2257479	A	13-01-1993	FR 2678318 A1	31-12-1992
			US 5215431 A	01-06-1993
EP 1508746	A	23-02-2005	CA 2476803 A1	14-02-2005
			US 2005047932 A1	03-03-2005

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 グロース、ハインツ ユルゲン

ドイツ連邦共和国 4 5 4 7 8 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  
ーセ 1 9

Fターム(参考) 3G002 CA05 CA06 CA07 CB01 CB04 CB05