

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5777330号
(P5777330)

(45) 発行日 平成27年9月9日(2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月17日(2015.7.17)

(51) Int.Cl.

F01D 5/18 (2006.01)
F01D 9/02 (2006.01)

F 1

F O 1 D 5/18
F O 1 D 9/02 1 O 2

請求項の数 16 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-268897 (P2010-268897)
 (22) 出願日 平成22年12月2日 (2010.12.2)
 (65) 公開番号 特開2011-122588 (P2011-122588A)
 (43) 公開日 平成23年6月23日 (2011.6.23)
 審査請求日 平成25年11月7日 (2013.11.7)
 (31) 優先権主張番号 09177829.0
 (32) 優先日 平成21年12月3日 (2009.12.3)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 503416353
 アルストム テクノロジー リミテッド
 A L S T O M T e c h n o l o g y L
 t d
 スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ
 シュトラーセ 7
 B r o w n B o v e r i S t r a s s
 e 7, C H - 5 4 0 0 B a d e n ,
 S w i t z e r l a n d
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アインゼル・フェリックス=ライ
 ンハルト
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】タービンブレード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラットフォーム(2)とブレード担持体(22)に接続されるように配置された少なくとも一つの根元部(3)を備えたブレード(1)において、

前記プラットフォーム(2)の反対の周方向の側から、翼形部分(5, 6)が延びており、

一方の作動面(7, 8)の境界を定めている前記翼形部分が各々他方の翼形部分(6, 5)に面している面であり、

前記翼形部分(5, 6)の一つの作動面(7, 8)が、吸引側の境界を定めており、翼形部分の他方の作動面が圧力側の境界を定めており、組立てられた場合、互いに接続された2つの異なる隣接するブレード(1)の2つの翼形部分(5)および(6)が翼形(24)を形成し、

前記翼形部分(5, 6)の少なくとも一つの内側面(14, 15)が、多数のブレード(1)がブレード担持体(22)上に組立てられた場合、スペーサ(18, 30)が二つの隣接した翼形部分(5, 6)の間に挿入されているように、スペーサ(18, 30)を備えていることを特徴とするブレード(1)。

【請求項 2】

前記ブレード(1)は、前記翼形部分(5, 6)を有し、該翼形部分(5, 6)はスペーサ(18)を備え、該スペーサ(18)はスライドするようにして互いに接続されていることを特徴とする請求項1記載のブレード(1)。

【請求項 3】

前記根元部（3）は、3つの担持リブ（42）により画定されることを特徴とする請求項1又は2記載のブレード（1）。

【請求項 4】

前記翼形部分（5，6）の両方の端部に接続されたシュラウド（10）を備えており、翼形部分（5，6）を備えたプラットフォーム（2）とシュラウド（10）が閉鎖した流路（11）の境界を定めていることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載のブレード（1）。

【請求項 5】

作動面（7，8）に向かい合う各翼形部分（5，6）の面が、多数のブレード（1）が翼形（24）の内側面（14，15）の境界を定めており、ブレード担持体（22）上に組立てられた場合、この内側面が二つの隣接した翼形部分（5，6）により境界を定められていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載のブレード（1）。 10

【請求項 6】

翼形部分（5，6）の少なくとも一つの内側面（14，15）が、熱交換を増大させるように配置された熱伝達促進体（17）を有していることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載のブレード（1）。

【請求項 7】

翼形部分（5，6）の少なくとも一つおよび／またはプラットフォーム（2）および／またはシュラウド（10）が、それを通して冷却空気を通過させるように配置された貫通孔（20）を備えていることを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載のブレード（1）。 20

【請求項 8】

他のブレード（1）に隣接したブレード担持体（22）上に組立てられており、ブレード（1）の圧力側の境界を定めている作動面を備えた翼形部分（6）が、隣接したブレード（1）の吸引側の境界を定めている作動面を備えた翼形部分（6）に接続していることを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載のブレード（1）。

【請求項 9】

隣接した翼形部分（5，6）の間に、空間（25）が境界を定められていることを特徴とする請求項1～8のいずれか一つに記載のブレード（1）。 30

【請求項 10】

空間（25）の内側の圧縮された冷却空気を供給するために配置された管状インサート（27）を備えていることを特徴とする請求項1～9のいずれか一つに記載のブレード（1）。

【請求項 11】

管状インサート（27）が、ブレード（1）の根元部（3）の領域（28）において、空間（25）の内側に一方の端部を有しており、空間（25）の外側に反対側の端部を有していることを特徴とする請求項1～10のいずれか一つに記載のブレード（1）。

【請求項 12】

管状インサート（27）が、翼形部分（5，6）から隔てられ、該管状インサート（27）が翼形部分（5，6）の内側面（14，15）に対して支えられるように配置されたスペーサ（30）を備えるか、スペーサ（30）が翼形部分（5，6）の内側面（14，15）から伸びていることを特徴とする請求項1～11のいずれか一つに記載のブレード（1）。 40

【請求項 13】

管状インサート（27）が、冷却空気が空間（25）に入るのを制御するように配置された、多数の調節された貫通孔（31）を有していることを特徴とする請求項1～12のいずれか一つに記載のブレード（1）。

【請求項 14】

プラットフォーム（2）が管状インサートを通過させるための孔（26）を有している 50

ことを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれか一つに記載のブレード(1)。

【請求項 15】

封隙部(32, 33)を備えており、これらの封隙部がプラットフォーム(2)の側方縁部および/またはシュラウド(10)の側方縁部に設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 14 のいずれか一つに記載のブレード(1)。

【請求項 16】

シュラウド(10)に封隙部(34)を備えていることを特徴とする請求項 1 ~ 15 のいずれか一つに記載のブレード(1)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、タービンブレードに関する。

【0002】

特に本発明のタービンブレードは、ガスタービンあるいは蒸気タービンのロータブレードおよび/またはガイドベーン(すなわちステータブレード)であってもよい。

【0003】

単純さと簡潔さを得るために、以下タービンに関しては、ガスタービンのロータブレードとする。

【背景技術】

【0004】

20

ガスタービンのタービンロータブレードは、ブレード担持体の対応する座部に接続すべき蟻継部/モミの木形状部を備えた根元部を有するプラットフォームを備えていることでは知られている。

【0005】

プラットフォームの中央部分から翼形は延びており、圧力側と吸引側により成形されており、これらの圧力側と吸引側はタービンを通過する高温ガスと協働するように配置されている。

【0006】

ブレード担持体上で組立てられると、タービンロータブレードは、そのプラットフォームが環状高温ガス通路の内側の境界を定めるように次々と隣接してすべて配置されている。

30

【0007】

それにもかかわらず、これらのブレードは短所を多く有しており、以下に詳しく列挙する。

【0008】

作動時に多量のバージ空気を二つの隣接したプラットフォーム間の間隙を通る高温ガス通路内に導入する必要があり、それ以上のバージ空気をタービンロータブレードを取り囲んでいるケーシングから導入する必要がある。高温ガス通路内に導入されるこのバージ空気によってガスタービンの効率は低下する。

【0009】

40

さらに、翼形先端部とケーシングの間の間隙により漏洩量が通過し、さらにこの漏洩量によりガスタービンの効率が低下する。

【0010】

ブレードは作動時に冷却空気が駆動される多数の内部冷却流路を備えているのが普通である。

【0011】

この理由で、ブレードは冷却流路を形成している内部セラミックコアで鋳造することにより鋳造されるのが普通である。この鋳造技術は極めて高価であり、かつ時間を費やす。加えて、(セラミックコア内に形成された)流路は冷却点の見地から見て理想的な特徴を全て備えていないが、製造工程を単純かつ安価にするために最適化されている。

50

【0012】

製造の制約のために、冷却流路は効率的な冷却を提供できず、作動時に過熱と困難な冷却が問題となることがある。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0013】**

従って本発明の技術的課題は、従来技術の前記問題がなくなるブレードを提供することにある。

【0014】

この技術的課題の範囲内において、本発明の態様は、高温ガス通路内に導入されるバージ空気が従来のブレードに関して必要とされる空気と比べて低減されるブレードを提供することであり、従って効率が増大する。 10

【0015】

さらに、本発明の特に有利な実施例において、効率がさらに増すように、各翼形の先端部とそれを取囲んでいるケーシングの間の漏洩も減少する。

【0016】

本発明の他の態様は、(例えば内側冷却流路あるいはフィンのような)各翼形の熱伝達促進体が相応する従来のブレードに必要とされる費用に比べて低い費用で、かつ時間的に効率的な方法で簡単に製造されるブレードを提供することである。 20

【0017】

本発明の他の態様は、最適化された熱伝達促進体、すなわち製造の制約の代わりに所望の冷却効果によりその構造と形状が主に境界を定められる熱伝達促進体を製造することである。

【課題を解決するための手段】**【0018】**

これらのおよび別の態様と一緒に備えた技術的課題は、添付の請求項に従ったブレードを提供することにより本発明により達成される。

【0019】

本発明の特に有利な実施例において、翼形の振動問題は減少する。

【発明を実施するための最良の形態】**【0020】**

本発明の他の特徴と長所は、添付の図における制限していない実例により図示した、好みしいが独占的ではない本発明によるブレードの実施例の説明から明らかである。

【図面の簡単な説明】**【0021】**

【図1】本発明の第一実施例におけるブレードの概略正面図である。

【図2】図1の第一実施例におけるブレードの翼形部分の中央部での概略横断面図である。

【図3】多くのブレードが互いに隣接している状態における、図2に似た概略横断面図である。 40

【図4】本発明の第二の実施例におけるブレードの概略正面図である。

【図4 a】図4のブレードを底から見た概略図である。

【図4 b】図4のブレードに似ているが、異なる根元部を有するブレードを底から見た概略図である。

【図5】次々と隣接した図1の多数のブレードの概略正面図である。

【図6】シュラウドがない、本発明の他の実施例におけるブレードの概略正面図である。

【図7】隣接したブレードの翼形部分間の間隙の異なる実施例を示す図である。

【図8】隣接したブレードの翼形部分間の間隙の異なる実施例を示す図である。

【図9】隣接したブレードの翼形部分間の間隙の異なる実施例を示す図である。

【図10】隣接したブレードの翼形部分間のスペーサの特殊な実施例を示す図である。 50

【図11】封隙板を中間に備えた、図1のものとは異なるプラットフォームを備えたブレードを示す図である。

【実施例】

【0022】

以下に、ガスタービンのロータブレードに関して記載する。本発明の様々な実施例において、ブレードはガスタービンのガイドベーンであってもよく、あるいはさらに別の実施例においては、蒸気タービンもしくは異なる回転機械のロータブレードあるいはステータブレードであってもよい。

【0023】

図1に関して、タービンブレード1はプラットフォーム2を具備し、このプラットフォームは、(図1には示していないが図5では22で表示した)ブレード担持体に接続されるように配置された根元部3を備えている。10

【0024】

タービンブレード1のプラットフォーム2の反対側からは、翼形部分5, 6が延びている。

【0025】

翼形部分は各々、一つの作動面7, 8を規定しており、この作動面は他の翼形部分に面している面である。

【0026】

この点において、図2および3に関して、同じタービンブレード1の他の翼形部分5に面している翼形部分6の面8は、タービンブレード1の作動面である。すなわちタービンブレードがガスタービン内に組立てられた際に、かつ同じガスタービンが作動中に、高温ガス通路内に流れ込んでいる高温ガスと接触するように配置されている面である。20

【0027】

同じように、図2には翼形部分5の作動面7が示してあり、この作動面は同じタービンブレード1の他の翼形部分に面しており、かつ作動時に高温ガスと接触するように配置されている翼形部分5の面である。

【0028】

多数のタービンブレード1が互いに接続していると、特に翼形部分5の作動面7は吸引側の境界を定め、翼形部分6の作動面8は境界を定められるべきエアフォイルの圧力側の境界を定める。30

【0029】

タービンブレード1はさらに各翼形部分5および6の端部に接続されたシュラウド10を備えており、従って翼形部分5および6とシュラウド10を備えたプラットフォーム2は閉鎖した流路11の境界を定める。

【0030】

作動面7, 8に向かい合った、翼形部分5, 6の面14, 15は、翼形部分の内側面の境界を定めており、これらの内側面は、多数のタービンブレード1がブレード担持体上に組立てられている場合、隣接した二つの翼形部分により境界を定められている。すなわち、これらの内側面14, 15は、ガスタービンが正常に作動している間は高温ガスと接触しない。40

【0031】

製造時にこれらの内側面14および15は、作業者と製造工具にとって直接手が届き作業し易く、従来の工具を使用してかつ限られたコストで、これらの内側面はきわめて単純でかつ速い方法で必要に応じて成形することができる。言い換えると、極めて複雑な伝熱促進体17を備えたこれら内側面を成形することは従来のタービンブレードに比べると簡単でかつ安価である。

【0032】

例えば伝熱促進体17は、内側面14および/または15から延びている、熱交換を増大させるように配置されたリブ、ピンあるいはフィンである。50

【 0 0 3 3 】

さらに、翼形部分 5 および / または 6 の内側面 14 , 15 は、多数のブレード 1 が次々とブレード担持体上に組立てられた場合、スペーサ 18 が二つの隣接した翼形部分 5 , 6 の間に挿入されているように、スペーサ 18 を備えていると好ましい。

【 0 0 3 4 】

図 10 はスペーサ 18 の好ましい実施例を示している。この実施例ではブレード部分 5 および 6 は共にスペーサ 18 を有しており、これらのスペーサは互いにスライドするよう
に接続している。

【 0 0 3 5 】

翼形部分 5 , 6 の少なくとも一つは、それを通して冷却空気を通過させるように配置された貫通孔 20 を備えている。10

【 0 0 3 6 】

図 1 および 4 はこれらの貫通孔を備えた翼形部分 6 だけを示しており、異なる実施例において翼形部分 5 , 6 は両者共、これらの貫通孔 20 を備えているか、あるいは翼形部分 5 だけが貫通孔 20 を備えていてもよいことがいずれにせよ明らかである。

【 0 0 3 7 】

さらに、別の実施例においてさえ、貫通孔 20 はプラットフォーム 2 および / またはシユラウド 10 に設けられていてもよい。

【 0 0 3 8 】

図 3 および 5 はブレード担持体 22 上に組立てられた、他のブレード 1 に接続したブレード 1 を示している。20

【 0 0 3 9 】

これらの図に示した通り、ブレード 1 の圧力側の境界を定めている作動面 8 を備えた翼形部分 6 は、異なる隣接したブレード 1 の吸引側の境界を定めている作動面 7 を備えた翼形部分 5 に接続している。すなわち、互いに接続した二つの異なる隣接したブレード 1 の二つの翼形部分 5 , 6 は翼形 24 の境界を定めている。

【 0 0 4 0 】

図 3 から、接続した翼形部分 5 , 6 の間（すなわち、これら翼形部分により境界を定められた各翼形 24 の内側）には空間 25 が境界を定められていることがわかる。

【 0 0 4 1 】

空間 25 の下側部分は二つの隣接したブレード 1 のプラットフォーム 2 により閉鎖されており、空間の上側部分は二つの隣接したブレード 1 のシユラウド 10 により閉鎖されている。30

【 0 0 4 2 】

プラットフォーム 2 はハウジングの封隙を容易にするために真直ぐな側方縁部を有しているのが好ましい（図 2）。

【 0 0 4 3 】

異なる実施例（図 11）において、プラットフォーム 2 は湾曲した輪郭で成形された側方縁部を備えている。

【 0 0 4 4 】

同様にして、シユラウド 10 はハウジングの封隙を容易にするために真直ぐな側方縁部を有している。40

【 0 0 4 5 】

異なる実施例においてはシユラウド 10 も湾曲した輪郭で成形された側方縁部を備えている。

【 0 0 4 6 】

プラットフォームとシユラウドの側方縁部が、上記引用されたタイプのいずれの組合せを備えていてもよいのはいずれにせよ明らかである（例えば真直ぐな側方縁部を備えたプラットフォームと湾曲した輪郭を備えたシユラウド、もしくはその逆の組合せも同様である）。50

【0047】

空間25は空であっても、あるいは伝熱促進体（例えばリブおよび／またはピンおよび／またはフィン17）および／またはスペーサ18を収容していてもよい。

【0048】

さらに、空間25は区間25の内側の圧縮された冷却空気を供給するために配置された管状インサート27を収容してもよい。

【0049】

特に管状インサート27はプラットフォーム2の貫通孔26を通過し、かつブレードの根元部3の領域28において、空間25の内側に一方の端部を有しており、空間25の外側に反対側の端部を有している。

10

【0050】

管状インサート27は例えば円形あるいは橜円形のような異なる形状を有していてもよいが、それでも内側面14および15の内側輪郭に似た形状を有しているのが好ましい。

【0051】

さらに、管状インサート27は翼形部分5および6から隔てられており、かつ翼形部分5および6の内側面14および15に対して静止しているように配置されたスペーサ30を備えていてもよい。

【0052】

他の実施例において、管状インサート27はスペーサ30を備えていなくともよく、スペーサ30は翼形部分5および6の内側面14および15から伸びていてもよい。この実施例において、スペーサ30はスペーサ18のための図10に示したのと同じ構造を有していてもよい。

20

【0053】

管状インサート27は冷却空気を通過させるように配置された、多数の貫通孔31を有しており、冷却空気がそこを通過して空間25に入るのを制御する。

【0054】

プラットフォーム2とシュラウド10の隣接した縁部の間には、封隙部が設けられている。

【0055】

図1に示した実施例におけるブレードに関しては、真直ぐな棒状の板33のような従来の封隙部に似た封隙部が設けられており、これらの封隙部はプラットフォーム2とシュラウド10の側方縁部に付された対面スロット32内に挿入されている。

30

【0056】

別の実施例（図11）において、棒状の板33はほぼC字状であり、かつ隣接したプラットフォーム2とシュラウド10の湾曲した側方縁部に付された対面スロット32に挿入されている。

【0057】

さらに、ブレード1はガスタービンのシュラウド10とケーシング35との間の間隙高温ガスが通過するのを防止するための封隙部34をシュラウド10の所に備えている。

【0058】

図3に示したように、翼形部分5および6は前縁部および後縁部において翼形部分の対面する縁部の間に間隙38, 39の境界を定めているのが有利であり、これらの間隙を通して、管状インサートを経由して空間25内に供給される圧縮空気が導入される。 .

40

【0059】

図7には翼形部分5および6の間の間隙38のための第一の可能な形状が示してある。この形状において間隙38はスリットの境界を定めている。

【0060】

図8には翼形部分5および6の間の間隙38のための第二の可能な形状が示してある。この形状において間隙38の境界を定めている縁部は段付部分40を備え、ある種の複雑な封隙部の境界を定めている。

50

【 0 0 6 1 】

図9には翼形部分5および6の間の間隙38のための第三の可能な形状が示してある。この形状において翼形部分5はバネ41を有しており、このバネは空気を通過させるための貫通孔41aを備えており、バネ41は翼形部分6に抗して静止している。

【 0 0 6 2 】

その他の実施例において、一つのバネの代わりに間にスリットを備えた複数のバネを有していてもよい。さらに、バネ41は翼形部分6に接続され、かつ翼形部分5に抗して静止しているその端部を備えていてもよく、あるいは複数のバネ41が設けられている場合、その一部は翼形部分5に接続され、その他残りは翼形部分6に接続されていてもよい。

【 0 0 6 3 】

間隙39は間隙38と同じ形状を有しており、あるいはさらに間隙38に関してすでに説明した間隙に近い異なる形状を有していてもよい。

【 0 0 6 4 】

ブレード1の作用は説明しかつ図示したものから明白であり、かつほぼ以下のようなである。

【 0 0 6 5 】

圧縮機からの空気と燃料の混合物を燃焼させることにより燃焼室で生じる高温ガスは、タービン内で膨張する。

【 0 0 6 6 】

特に、タービンにおいて案内ベーンにより駆動される高温ガスはロータブレード1を通過する。

【 0 0 6 7 】

ロータブレード1を通過する際、高温ガスはプラットフォーム2、翼形部分5および6ならびにシュラウド10の間で境界を定められる流路11を通過し、機械的動力をロータに伝達する。

【 0 0 6 8 】

流路11を通過する間、導入されるバージ空気の量は減っているので、(類似の従来のブレードと比べると)空力学上の損失は小さい。

【 0 0 6 9 】

さらに、シュラウド10のおかげで翼形24の先端部での圧力側から吸引側への高温ガスの漏洩は皆無である。

【 0 0 7 0 】

したがってブレードの総効率は、類似の従来ブレードと比べると増大している。

【 0 0 7 1 】

さらに翼形部分5および6の内側面14および15の構造が特別なので、製造および新たな改造工程は作業者にとって直接手が入り作業可能であり(作業者はブレード1がブレード担持体22に組立てられるときだけ作業性が悪い)、従来のブレードを製造するのと比べると製造に関して簡単で、速くかつ費用がかからない。

【 0 0 7 2 】

従って、熱交換量をやすための熱伝達促進体17(例えばリブおよび/またはピンおよび/またはフィン17)を製造することは特に簡単である。

【 0 0 7 3 】

さらに、スペーサ18および30も簡単で、安価で迅速な方法で製造することができ、かつ例えば翼形部分を用いて一体で実現できるかあるいは分割して製造し、そこへ例えらう付けあるいは溶接により接合してもよい。

【 0 0 7 4 】

従って、熱伝達促進体17は製造の制約ではなく、所望の冷却効果に関連して最適化できる。すなわち、これにより冷却問題は類似の従来のブレードに比べてかなり低減される。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

さらにシュラウドにより翼形の振動問題は低減される。

【0076】

製造時に直接手が入り作業可能な内側面14および15により二つの部材で実現される翼形24の特別な構造により、さらに翼形の振動を低減するために、ブレードの機械構造も最適化される。

【0077】

本発明のさらに異なる実施例も可能である。

【0078】

図4および4aには三つの担持リブにより境界を定められた根元部3を備えた別の実施例が示してあり、図4cには担持リブ42により境界を定められた根元部3を備えた別の実施例が示してある。 10

【0079】

図6にはすでに説明したブレードに似たブレード1の実施例が示してあり、これに関して同じ参照符号を図6で使用して、同じかもしくは似た部材の境界を定めている。

【0080】

特に図6のブレードは図1のブレードとほぼ同じ特徴を有しているが、シュラウド10は備えていない。説明した特徴が互いに独立して設けられているのは当然である。このようにして考案された（ロータブレードおよび／またはガイドベーン（すなわちステータブレード）である）タービンブレードは、数多くの修正および変更を受入れる余地があり、すべて創意に富んだ構想の範囲内に入っており、さらに詳細はすべて技術的に同等な部材により置き換えることができる。 20

【0081】

実際に、使用される材料ならびに寸法は要求と従来技術に応じて自由に選定できる。

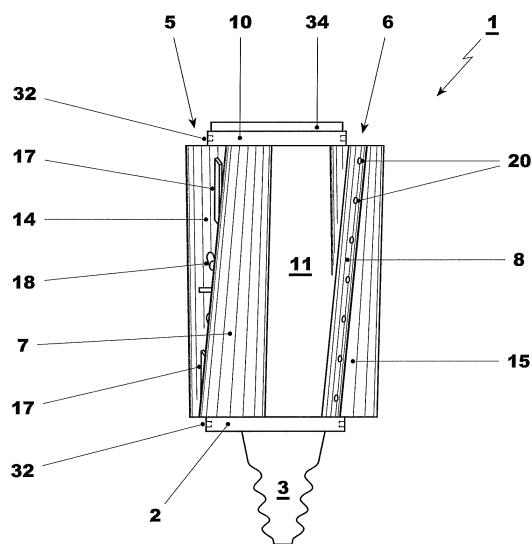
【符号の説明】

【0082】

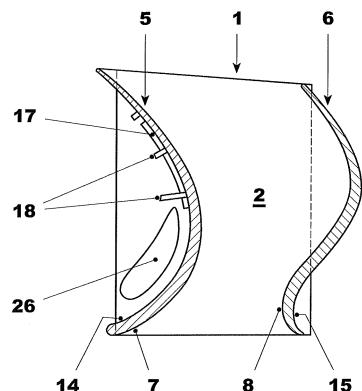
1	タービンブレード	30
2	プラットフォーム	
3	根元部	
5	翼形部分	
6	翼形部分	
7	5の作動面	
8	6の作動面	
10	シュラウド	
11	流路	
14	5の内側面	
15	6の内側面	
17	熱伝達促進体	
18	スペーサ	
20	貫通孔	
22	ブレード担持体	40
24	翼形	
25	空間	
26	孔	
27	管状インサート	
28	根元部の領域	
30	スペーサ	
31	調節された貫通孔	
32	スロット	
33	板	
34	封隙部	50

- 3 5 ケーシング
 3 8 前縁部における間隙
 3 9 後縁部における間隙
 4 0 段付部分
 4 1 バネ
 4 1 a 貫通孔
 4 2 担持リブ

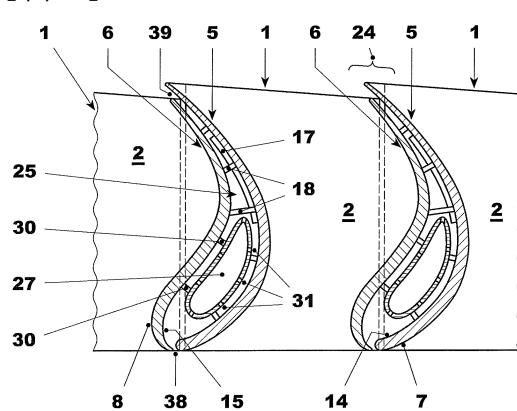
【図1】



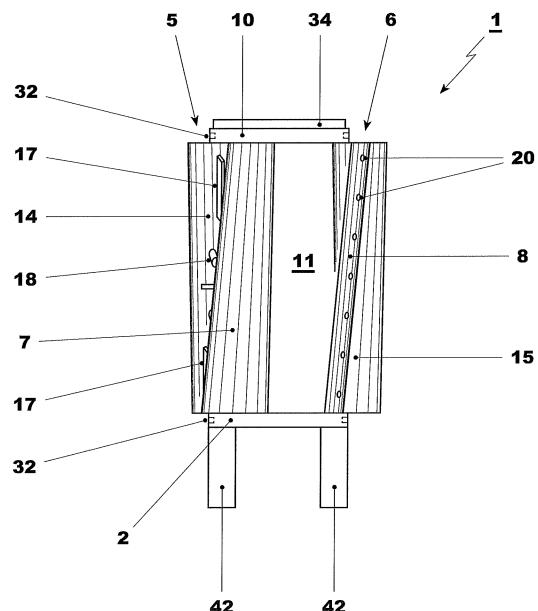
【図2】



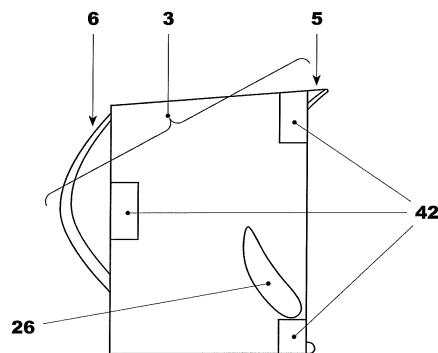
【図3】



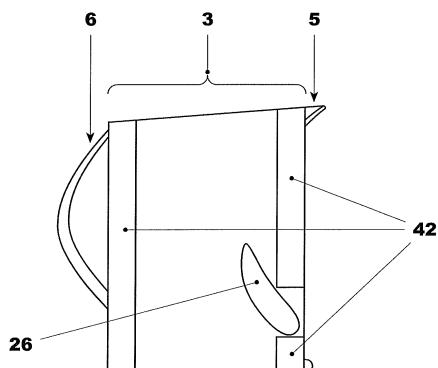
【図4】



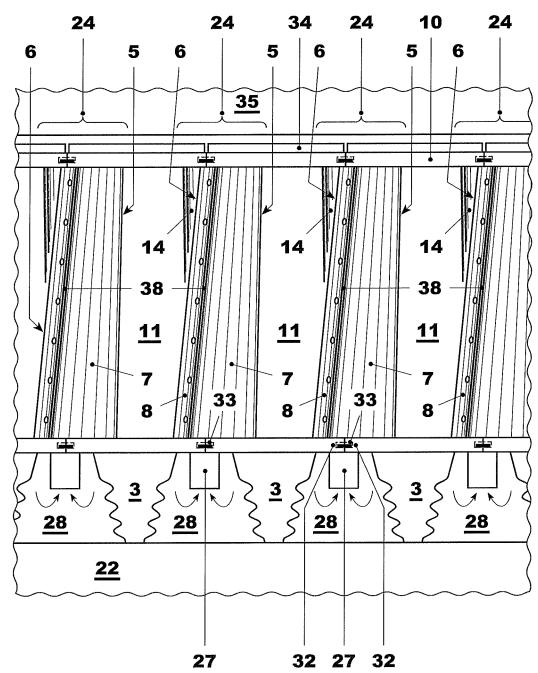
【図4 a】



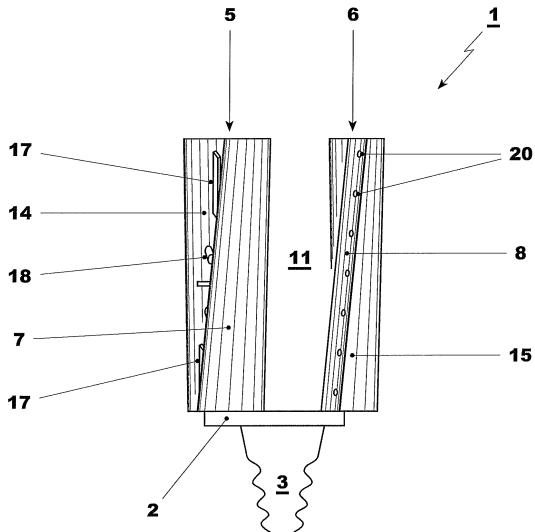
【図4 b】



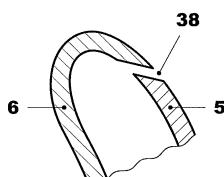
【図5】



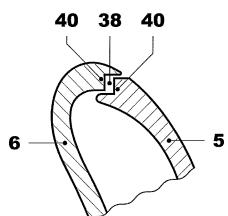
【図6】



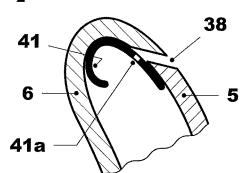
【図7】



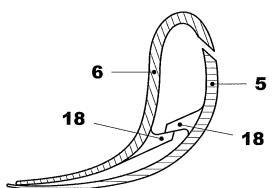
【図 8】



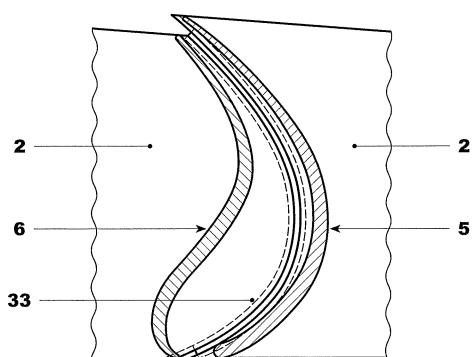
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 ロバート・マルミリック

スイス国、5415 ヌスバウメン、キルヒヴェーク、55

(72)発明者 カルロス・シモン・デリガド

スイス国、5400 バーデン、シュトックマットストラーセ、70

(72)発明者 ヘルベルト・ブランドル

ドイツ連邦共和国、79761 ヴァルトシュト - ティーンゲン、シュツツエンマットヴェーク、
34

審査官 齊藤 公志郎

(56)参考文献 特開2007-064215(JP,A)

特開2006-242050(JP,A)

特開昭55-029099(JP,A)

特開平05-133245(JP,A)

特開2004-044572(JP,A)

特開2003-214107(JP,A)

特開平05-010102(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/18

F01D 9/02