

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5300874号
(P5300874)

(45) 発行日 平成25年9月25日(2013.9.25)

(24) 登録日 平成25年6月28日(2013.6.28)

(51) Int.Cl. F 1
FO1D 5/14 (2006.01) FO1D 5/14

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-548157 (P2010-548157)	(73) 特許権者	505277691
(86) (22) 出願日	平成21年2月27日 (2009.2.27)		スネクマ
(65) 公表番号	特表2011-513628 (P2011-513628A)		フランス国、75015・パリ、ブルーバール・ドユ・ジエネラル・マルシイアル・バラン、2
(43) 公表日	平成23年4月28日 (2011.4.28)	(74) 代理人	110001173
(86) 国際出願番号	PCT/FR2009/050319		特許業務法人川口国際特許事務所
(87) 国際公開番号	W02009/112776	(72) 発明者	ガンバル, ジヤン-ミシエル
(87) 国際公開日	平成21年9月17日 (2009.9.17)		フランス国、エフ-77930・セリー・アン・ピエール、リュ・ドウ・フリユール、9
審査請求日	平成24年2月8日 (2012.2.8)	(72) 発明者	クニイ, オリビエ
(31) 優先権主張番号	0851275		フランス国、エフ-91230・モンジエロン、リュ・ポボア・ドウ・バルザン、8、レジダンス・ル・トケル・イ
(32) 優先日	平成20年2月28日 (2008.2.28)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		

(54) 【発明の名称】 非軸対称プラットフォームならびに外輪上の陥没および突起を備えるブレード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ターボ機械羽根車(100)用のブレード(10)であって、
圧力面(56)、吸引面(58)、後縁(54)および前縁(52)を備えて形成されたエアロfoil(50)を含み、

ブレードがさらに、

エアロfoilの長手方向に対して全体として直交する方向に、エアロfoilの末端の1つに延在するプラットフォーム(60)を含み、

ブレード(10)が、複数の実質的に同一なブレードと共に配置されて、リング中心軸(A)の周囲にリングを形成し、それに沿って上流および下流方向を画定するようになされ、リングがその中で実質的に放射状に配置されたエアロfoilを備え、

前記ブレードは、プラットフォーム(60)の表面で曲線により構成され、吸引面(58)からほぼ一定の間隔を空けて、吸引面(58)の近傍または吸引面(58)から短い距離の位置を延伸する吸引面プロファイル(80)が、軸方向でエアロfoil(50)の上流半分に位置する第一陥没部(F)と、軸方向で前記第一陥没部の下流に位置する第一突起状部(G)とを有し、

それぞれエアロfoilの上流および下流の付近にあり、リング中心軸(A)に対して直交するリング状に組み立てられたブレードのプラットフォーム面の断面が、上流中心円(14)および下流中心円(15)を画定し、これら2つの円が、リング中心軸(A)と同軸な円錐(16)を画定し、

10

20

前記第一陥没部 (F) が、前記円錐に対してくぼんでおり、
前記第一突起状部 (G) が、前記円錐に対して突出していることを特徴とする、ブレード。

【請求項 2】

圧力面 (5 6) に沿ったプラットフォーム (6 0) の表面の圧力面プロファイル (8 5) が、軸方向で主にエアロfoil (5 0) の上流半分に位置する第二突起状部 (H) を有する、請求項 1 に記載のブレード。

【請求項 3】

前記第二突起状部 (H) が、軸方向でエアロfoil (5 0) の四分之三を超えて延在する、請求項 2 に記載のブレード。

10

【請求項 4】

前記第二突起状部 (H) が、軸方向でエアロfoilの 0 から 5 0 % の間に位置する、請求項 2 に記載のブレード。

【請求項 5】

前記第一陥没部 (F) が、軸方向でエアロfoil (5 0) の 0 から 4 0 % の間に位置する、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のブレード。

【請求項 6】

前記第一陥没部 (F) の底点が、エアロfoil (5 0) の 1 2 % から 3 5 % の間に位置している、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のブレード。

【請求項 7】

前記第一突起状部 (G) が、軸方向でエアロfoil (5 0) の 4 0 から 8 0 % の間に位置する、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のブレード。

20

【請求項 8】

圧力面 (5 6) に沿ったプラットフォーム面 (6 2) の圧力面プロファイル (8 5) が、軸方向でエアロfoilの 6 0 % から 1 0 0 % の間にある第二陥没部 (I) をさらに有する、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のブレード。

【請求項 9】

プラットフォーム面 (6 2) が、軸方向でエアロfoilの約 7 5 % に位置するエアロfoilの圧力面側の回転面領域 (4 4) をさらに含む、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のブレード。

30

【請求項 1 0】

前記回転面領域 (4 4) が、前記プラットフォーム (6 0) のブレード間縁からエアロfoil (5 0) の圧力面まで延在する、請求項 9 に記載のブレード。

【請求項 1 1】

プラットフォーム面 (6 2) が、エアロfoil (5 0) の後縁 (5 4 、 5 4 ') に近い前記リング中心軸 (A) に対する回転面領域 (4 4) を有する、請求項 1 から 1 0 のいずれか一項に記載のブレード。

【請求項 1 2】

それぞれのエアロfoil (5 0) の間に位置する 2 つの隣接するブレード (1 0 、 1 0 ') のプラットフォーム面 (6 2) に隣接する部分がエアロfoil間面を画定し、エアロfoil間面の大部分が、前記吸引面および圧力面プロファイル (8 0 、 8 5) に基づいて線分を移動させることによって生成される、請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載のブレード。

40

【請求項 1 3】

請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載のブレードを少なくとも 1 つ含む少なくとも 1 つの羽根車を含む、ターボ機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、圧力面、吸引面、後縁、および前縁を備えて形成されたエアロfoilを含

50

むターボ機械羽根車用のブレードに関し、ブレードは、エアロfoilの長手方向に対して全体として直交する方向に、エアロfoilの末端の1つから延在するプラットフォームを備え、ブレードは、複数の実質的に同一なブレードと共に配置され、リング中心軸(A)の周囲にリングを形成し、それに沿って上流および下流方向を画定するようになされ、エアロfoilはリングの中で実質的に放射状に配置される。

【背景技術】

【0002】

このようなブレードを共通軸の周りに接続することにより、その軸がリングの中心軸となる、羽根車を生成することができる。この羽根車は移動可能であり、したがって噴流からエネルギーを受け、または羽根車を通過する噴流にエネルギーを伝達する。これは固定

10

【0003】

ブレードは、このように異なる部品であってもよく、または、たとえば分配機部分もしくは多ブレードディスクを形成するように、その他のブレードと一体化していてもよい。

【0004】

通常、ターボ機械は、それぞれがホイールまたは羽根車を形成し、ターボ機械を通る流体経路に沿って連続的に配置されている、いくつかのブレード段を含む(特にバイパスエンジンの場合には、いくつかの経路がある場合がある)。ターボ機械の効率は、各羽根車の能力、したがって特にそこに属する各ブレードの能力に直接関係し、効果的に噴流と相互作用し、すなわち不必要にエネルギーを浪費することはない。具体的にはターボジェット

20

【0005】

ブレードにおいて、エアロfoilの形状は、当然ながらその中にエアロfoilが位置している噴流を効率よく案内するように、または加熱によってエネルギーを浪費することなく最大エネルギーを受け取るかまたは噴流に伝達するために、最適化されていなければならない。

【0006】

しかしながら、エアロfoilの形状が重要であるとはいうものの、エアロfoil側のプラットフォームの表面の形状もまた、ブレードを通る噴流の流れ品質において必要不可欠な役割を果たしていることが分かっている。このように、一例として、ターボ機械の低圧タービン段におけるこの面の消散損失は、この段で生じる合計損失の30%に届く可能性がある。

30

【0007】

簡素性のため、以下において、プラットフォーム面は、この面のそれが位置している側で繰り返すことなく、エアロfoil側のプラットフォームの面を指定する。

【0008】

前段に示されるような、ブレードの周囲の噴流の経路は、図1および図2に示されている。

40

【0009】

図1は、図2に示される羽根車100の一部である、3つの同じブレード10を示す。各ブレード10は、その他の同じブレード10と共に組み立てられて羽根車100を形成するように設計されている。この羽根車は、基本的に、ロータディスク20に取り付けられたブレード10で構成されている。この羽根車100において、ブレード10は、ホイールの軸Aの周囲に軸対称に取り付けられている。全体として、流体噴流は、ホイールの上流側から下流側へ、軸Aに沿って流れる。

【0010】

各ブレード10は、エアロfoil50、プラットフォーム60、ならびにブレードをロータディスクに固定するための、図示されるロータブレード専用ケース内の根元部66

50

を含む。プラットフォーム60は、全体としてエアロfoil50の長手方向に対して直交する方向に延在し、エアロfoil側にプラットフォーム面62を含む。ブレード10が相互に対して組み立てられると、1つのエアロfoilの圧力面56から隣り合うエアロfoilの吸引面58まで延在する、実質的に連続する面、いわゆる「エアロfoil間」面70を形成するように、それらのプラットフォームは2つずつ接続される。プラットフォーム面62は、(実質的に先細放射状のフィレット接続である)接続面18によって、エアロfoil50の外面に接続される。

【0011】

また、図1から図3に示される例において、プラットフォーム60の表面62は回転面であること、すなわちその領域は実質的に羽根車の軸Aの周囲の回転面の一部であることも、留意すべきである。本明細書において、軸の周囲の回転面は、前記軸の周囲で曲線を回転することによって生じる面を示す。このような形状は、ターボ機械羽根車のブレードプラットフォーム面には一般的である。

10

【0012】

流れの中で、噴流がエアロfoil50の前縁に到達すると、2つに分離して、一部はエアロfoil50の圧力面56側を越えていき、一部は吸引面58側を越えていく。図3は、どのようにして圧力場がエアロfoilの間に延在する「エアロfoil間経路」30に確立させられるかを模式的に示す。

【0013】

図3は、羽根車内に隣り合って実装された2つのブレード10および10'のエアロfoilのそれぞれの軸に対して垂直な断面図である。より具体的には、図3は、第一エアロfoilの吸引面58と第二エアロfoilの圧力面56'との間のエアロfoil間面70の付近で通常観察することができる、圧力場を示す。

20

【0014】

図3は、比較的高圧に対応する等圧曲線40、および比較的低圧に対応する等圧曲線42を含み、これらの圧力は、ターボ機械の動作中に噴流中で観察される。吸引面の付近よりも圧力面の付近でより大きい圧力のため、2つのエアロfoilの圧力面と吸引面との間に、急峻な圧力勾配が生じる。この圧力勾配の効果の下、エアロfoilの根元部に「エアロfoil間」経路30への横断流が発生し、このようにして偏向された粒子は、エアロfoil50の吸引面に向かって押しやられる。これによって、「エアロfoil間」経路30内で、流れの主要方向に向けられていない、強力な二次流が形成され、具体的には吸引面の付近に、渦を発生させることになる。

30

【0015】

その結果エアロfoil間面付近に発生するエネルギーの不必要な消散を制限しようと試みるため、米国特許第7,220,100号明細書は、主にエアロfoilの圧力面に直接隣接する位置にある凸状斜面と、エアロfoilの吸引面に直接隣接する位置にある凹状領域とを含むエアロfoil間面の形状を提案し、これらの領域はそれぞれ、エアロfoil弦のほぼ中間点に位置している。この開発にもかかわらず、2つのエアロfoilの間の空間にはまだ多数のエネルギー消散渦が存在し、したがって、この空間に形成される浮遊渦をさらに減少させるブレード形状の需要がある。

40

【0016】

米国特許第6,283,713号明細書は、一方ではブレードの吸引面に隣接する凸状領域と、ブレードの圧力面に隣接する凹状領域とを含み、これら2つの領域が、ブレード弦の長さの大部分にわたって延在しているためかなりの寸法を有する、エアロfoil間面の別の形状を提案している。代替例によれば、ブレードは、後縁に突起および陥没を含み、それぞれ吸引面および圧力面の側に位置している。しかしながら、これらのエアロfoil間面の構成は、この表面付近の不必要なエネルギー消散の問題を効率的に解決させるものではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 1 7 】

【特許文献 1】米国特許第 7, 2 2 0, 1 0 0 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6, 2 8 3, 7 1 3 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 8 】

本発明の第一の目的は、噴流がブレードと相互作用している間の不必要なエネルギーの消散を最小化し、比較的製造しやすくすることによって低い生産コストを有する、前段に示されるようなブレードを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 9 】

この目的は、ブレードにおいて、プラットフォームの表面にあつて吸引面に沿った吸引面プロファイルが、軸方向でエアロfoilの上流半分に位置する第一陥没部と、前記第一陥没部の軸方向下流に位置する第一突起状部とを有することで達成される。

【 0 0 2 0 】

第一に、上記および以下の「軸方向」とは、リングの軸 A に沿った軸方向位置を指すことに留意すべきである。

【 0 0 2 1 】

また、エアロfoilに対して軸方向に画定された位置もまた同等に、ブレードのプラットフォームに近いエアロfoilの断面の、軸 A に沿った延長線に対して、画定することができる。実際、エアロfoilがリング内で放射状に配置されると、軸 A に沿った延長線、または断面の延長面は、実質的に同一である。

【 0 0 2 2 】

エアロfoilの断面は、たとえば、図 1 に示される面 (P) での、図 3 ではプロファイル 7 2 および 7 2 ' で示される、断面であってもよい。この断面は、(プラットフォーム面に近い)エアロfoilの最高上流点の線 4 6 からエアロfoilの最低下流点に対応する線 4 8 まで軸方向に延在して、上流から下流までの広がりエアロfoilに対して 0 から 1 0 0 % の間で画定する。

【 0 0 2 3 】

その一方で、本出願において、さらなる詳細がなく、ある要素が軸方向である間隔内に位置しているという表示は、この要素の本質的な主要部(この要素の約 9 0 % または 9 5 %)がこの間隔内に含まれ、非常に少ない部分(5 から最大 1 0 %)がその範囲外にあるという可能性を意味することに留意するのは、重要である。反対に、ある要素が主にある間隔内に位置するという表示は、この要素の少なくとも 5 0 % がこの間隔内に位置することを意味するのみである。

【 0 0 2 4 】

最後に、発明の意味において、吸引面に沿って位置する吸引面プロファイルは、吸引面からほぼ一定の距離で、そこからほぼ同じかまたは短い距離(通常は、エアロfoilの間の距離の 2 0 % 未満、または 1 0 % 未満の距離)で、延在する曲線である。

【 0 0 2 5 】

好ましくは、第一陥没部は吸引面に対して形成され、すなわち吸引面の表面をプラットフォームの表面に接続するフィレットは、陥没部の一部として、吸引面上流部に直接含まれる。

【 0 0 2 6 】

陥没部は相対的に目立ってもよく、したがってたとえば、プラットフォームの平均面に対して、その最も陥没している点、または底点に、エアロfoilの間の距離の 4 から 5 % よりも大きい深さを有している。

【 0 0 2 7 】

本発明の主要な利点は、先に示されたプラットフォーム面の特殊な形状が、エアロfoil間面に近いエアロfoilの間の浮遊乱流の著しい減少を可能にするということによ

10

20

30

40

50

る。

【0028】

実際、下流で第一突起状部に続く、第一陥没部の吸引面プロファイル上の存在は、エアロfoilの（軸方向）上流部の、吸引面の付近で、圧力が上昇しているときには噴流速度が低下し、反対に、この突起状部の下流では、噴流分離を制限するように噴流速度が上昇して圧力が低下する、という結果をもたらす。この結果、エアロfoil間経路中の圧力勾配が低下し、浮遊エネルギー消散渦が減少する。

【0029】

さらに、好ましくは、第一突起状部は、エアロfoilの下流半分に位置する。

【0030】

この文書において、使用される様々な実施例は、半径方向に、外側ではなく、エアロfoilに対して中心側に位置するプラットフォームを有するブレードを示す。この点において、本発明は、エアロfoilの頭部に、すなわち半径方向でリングの中心とは逆側に位置するプラットフォームを含むブレード、およびリングに対して内側の、エアロfoilの根元部に位置するプラットフォームを含むブレードの両方を等しく対象とすることは、留意すべきである。両方のタイプのプラットフォームを含むブレードもまた可能であり、少なくとも1つのプラットフォームが前述の特徴を有するプラットフォーム面を含むように配置されている。

【0031】

また、本発明は、ターボ機械、特に航空機用ターボ機械に統合されることが可能になるブレードも対象とする。本発明のブレードは、特に低圧タービンの、タービン段で特に有用であることがわかる。

【0032】

一実施形態によれば、組み立てられてリングになるブレードのプラットフォーム面の断面は、それぞれエアロfoilの上流および下流の付近にあり、これらの断面はリング中心軸に対して直交するが、上流中心円および下流中心円を画定し、両方の円はリング中心軸と同軸な円錐を画定し、前記第一陥没部は円錐に対してくぼんでおり、前記第一突起状部は円錐に対して突出している。

【0033】

上流14および下流15中心円は、図1に示されている。これらの円は、リングの中心軸に対して垂直な平面に位置し、エアロfoilの上流および下流でそれに近い、これらの平面のプラットフォーム面の断面を示す中心円である。円錐16は、2つの同軸円14および15を通る円錐であって、両方の円が同じ半径を有している場合には、円柱に変化してしまう場合がある。平面Pは、基準として利用されるエアロfoilの実質的な横断面を画定することを可能にするが、エアロfoilの内部に入り込む円錐の垂線に対して実質的に直交するように延在する。

【0034】

その効果が最も際だつのは、吸引面プロファイルの第一陥没および突起状部が円錐に対してくぼむかまたは突出しているときである。

【0035】

一実施形態によれば、プラットフォーム面は、エアロfoilの後縁に近い、前記リング中心軸に対する回転面領域を有する。エアロfoilの後縁に回転面領域が存在することで、吸引面プロファイルの第一突起状部に対応するプラットフォーム面の突起状領域（噴流の主要流れ方向で突起状）と相まって、後縁およびその下流で良好な層流を得ることが可能になる。さらに、この回転面領域により、ブレードのこの部分の工具制作費、ひいてはブレードの製造コストを最小限に抑えることが可能になる。

【0036】

一実施形態によれば、圧力面に沿ったプラットフォームの表面の圧力面プロファイルは、軸方向で主にエアロfoilの上流半分に位置する、第二突起状部を有する。この第二突起状部の存在により、そこでの流速を加速し、圧力面付近の圧力を低下させることが可

10

20

30

40

50

能になる。これにより、エアロfoil間経路の圧力勾配および浮遊消散渦をさらに減少することができる。

【0037】

有利には、前記第二突起状部は、突起上の流速を増大し、それによって噴流にもたらされる効果を最大化するように、軸方向でエアロfoilの四分の三を超えて延在する。

【0038】

一実施形態によれば、圧力面に沿ったプラットフォームの表面の圧力面プロファイルは、軸方向で上流から、主にエアロfoilの60%から100%の間に位置する、第二突起状部をさらに有する。実際、この第二陥没部の存在は、ブレードの下流部付近の流れを安定させることによって、ブレードの効率をさらに改善し、消散渦を減少させることができる。

10

【0039】

一実施形態によれば、プラットフォーム面は、エアロfoilの軸方向約75%に位置するエアロfoilの圧力面側にある回転面領域をさらに含む。より正確には、この領域は、先述のエアロfoilの断面の50%から90%にわたって延在してもよい。したがって、この領域に対応する製造工具の部品は特に製作しやすく、それによってブレードの製造コストにおいて同程度の削減をもたらす。

【0040】

より具体的には、この回転面領域は、前記プラットフォームのブレード間縁からエアロfoilの圧力面まで延在する。本明細書において、ブレード間縁は、ブレードが組み立てられてリングになったときに、別のプラットフォーム縁の反対側に位置するプラットフォームの縁である。

20

【0041】

上述の実施形態は、示された回転面領域の存在のため、装置の製造コストを削減しながら、装置の良好な効率を維持することを可能にする。

【0042】

あるブレードと隣のブレードとの間の接合部付近の回転形状を使用することにより、特にこの領域で発生する可能性のある、エッジ効果および浮遊渦を最小限に抑えることができる。

【0043】

一実施形態によれば、エアロfoil間面の大部分は、前記吸引面および圧力面プロファイルに基づいて線分を移動させることによって、生成される。したがって、エアロfoil間面は、鋳造において特に問題を起こすことなく、比較的単純で空気力学的に有効な形状、およびまだ妥当な製造コストを有する。

30

【0044】

最後に、本発明のブレードにおいて、前記陥没または突起状部の少なくとも1つは、エアロfoil間面上流または下流に延伸または延在することができる。

【0045】

本発明の第二の目的は、高性能ターボ機械分配機部分、およびこれまで通り妥当なその製造コストを提案することである。この目的は、ターボ機械分配機部分が先に定義されたもののようなブレードを少なくとも1つ含むことで達成される。

40

【0046】

本発明の第三の目的は、高性能羽根車、およびこれまで通り妥当なその製造コストを提案することである。この目的は、羽根車が先に定義されたもののようなブレードを複数含むことで達成される。

【0047】

本発明の第四の目的は、高性能ターボ機械、およびこれまで通り妥当なその製造コストを提案することである。この目的は、ターボ機械が先に定義されたもののような羽根車を少なくとも1つ含むことで達成される。

【0048】

50

例示によって示される、以下の非限定的な実施形態の詳細な説明を読むことによって、本発明はよりよく理解され、その利点はより明確になる。説明は、以下の添付図面を参照してなされる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】羽根車に実装された状態の相対的な位置に配置された3枚の知られているブレードの斜視図である。

【図2】図1のブレードを含む羽根車の斜視図である。

【図3】両方のエアロfoilを分離する空間の圧力場を示す、図1に示される2つのブレードのエアロfoilの軸に対して垂直な断面図である。

【図4】図3の断面と似ているが、本発明によるブレードの一部である2つのエアロfoilの断面図である。

【図5】本発明による、2つのブレードのエアロfoilの軸に対して垂直な、断面図である。

【図6】本発明によるブレードの、それぞれ吸引面および圧力面に沿った、プロファイル曲線を有する、本発明によるブレードの部分側面図である。

【図7】実施形態において、輪郭線によってエアロfoil間面の形状を示す、本発明による2つのブレードの2つのエアロfoilの断面図である。

【図8】異なる実施形態において、輪郭線によってエアロfoil間面の形状を示す、本発明による2つのブレードの2つのエアロfoilの断面図である。

【図9】本発明による、2つのブレードの間のエアロfoil間経路の、リング中心軸に対してほぼ垂直な、断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0050】

簡潔さのため、同一、またはわずかに異なる形態で、いくつかの図面に1つの要素が現れる場合、それらの図面において同じ番号が付され、要素は初出時にのみ説明されることは、留意すべきである。

【0051】

ここで図4を参照して、本発明によるブレードによってエアロfoil間経路の圧力場に生じる効果を説明する。

【0052】

本発明は、エアロfoil間面に近い浮遊乱流現象を最小限に抑え、それによってブレードおよびひいては羽根車の効率を上昇させる、プラットフォーム形状を定義する。図3と図4を比較することで、本発明のブレードの特殊な形状の取得を可能にするエアロfoil間経路30の中の圧力場における、本発明の相対的な効果を示す。

【0053】

図3では、それぞれ高圧および低圧領域40、42は、相互に比較的近いが、図4では、これらは互いにより離れていることがわかる。その結果、圧力勾配が実質的に減少し、同様に粒子が圧力面から吸引面に移動し、それによって浮遊渦を発生させる傾向も、減少する。

【0054】

ここで図5から図9を参照して、本発明によるブレードの配置を説明する。

【0055】

図5は、これら2つのエアロfoilの長手軸に沿った図において、2つのブレード10、10'のそれぞれの断面72および72'を示す。図6に示されるように、断面72(同一の断面72'と同様に)は、エアロfoil50とプラットフォーム60との間の接続面18を示すことなく断面が実際にエアロfoil50のそれとなるために十分なプラットフォームからの距離で、ブレード10のプラットフォーム60の付近に画定された、エアロfoil50と平面Pとの交点である。

【0056】

10

20

30

40

50

図5は、本発明によるブレードのプラットフォーム面62のプロファイル80および85をさらに示す。

【0057】

プロファイル80および85は、それぞれ吸引面および圧力面に沿って位置する、吸引面および圧力面プロファイルである。言い換えると、それらはそれぞれ吸引面および圧力面からの実質的に一定距離で、プラットフォーム面の上を通る曲線である。

【0058】

好ましくは、これらのプロファイルは、エアロfoilと完全に対立して、またはエアロfoilとプラットフォーム面62との間の接続領域の外側で、エアロfoilの付近に位置している。プロファイルがエアロfoilから特定の距離で記録されると、これはそれらが有する形状（陥没または突起）が、その片側だけではなく、エアロfoil間経路の内部に形成されることを意味する。この設計において、プロファイルの陥没または突起に対応する逃げの効果は、増大する。

【0059】

図6は、側面（図5の記号VI）から見たそのプラットフォーム60の付近に位置するブレードの一部を示す。この図は、エアロfoilの上流14および下流15にある中心円の通過点と共に、これら2つの円を通る円錐16の断面17も示す。

【0060】

第一に、吸引面プロファイル80は、エアロfoil72の上流半分の内側で軸方向に延在する、第一陥没部Fを含む。プロファイル80のこの部分は、円錐の断面17に対して流れ側の反対側にあり、すなわち円錐に対してまたは円錐の表面でくぼんでいる。プロファイル80はまた、エアロfoil72の下流半分で軸方向に延在する、第一凸状突起状部Gを含む。プロファイル80のこの部分は、円錐の断面17に対して噴流側にあり、したがって円錐に対して突出している。

【0061】

このように、エアロfoil間面70の吸引面プロファイル80は第一に、第一突起状部Gにつながる第一陥没部Fを示す。より正確には、第一陥没部（F）は軸方向でエアロfoilの0から40%の間に位置し、第一突起状部は軸方向でエアロfoilの40から80%の間に位置する。

【0062】

有利には、第一陥没部（F）の底点（すなわち軸に最も近い点）は、エアロfoil（50）の上流から12%から35%の間、好ましくはエアロfoilの上流から15%から25%の間に位置する。

【0063】

圧力面プロファイルは、相対的に逆転した構成を有し、第二突起状部Hが主に軸方向でエアロfoil72の断面の上流半分に位置し、第二陥没部Iが軸方向でエアロfoilの断面72の下流半分に位置する。

【0064】

異なる陥没または突起状部はそれぞれ、円錐16に対してくぼみまたは突出している。

【0065】

第二突起状部は、軸方向でエアロfoilの0から50%（またはエアロfoilの0から60%）の間に位置し、第二陥没部は、軸方向でその下流、エアロfoilの60から100%の間に位置する。

【0066】

別の実施形態において、圧力面プロファイルは、その下流半分においていかなる最低限度も有しておらず、円錐に対してほぼ完全にエアロfoil側に残留する。この変形は、図6の点線19で表される。この実施形態において、圧力面プロファイルは、主に軸方向にエアロfoilの四分の三を超えて延在する、突起状部Hによって形成されるので、基本的に円錐16に対して流れ側に延在する（より正確には、突起状部の軸A上の突起は、エアロfoilの断面の軸A上の突起の延伸の四分の三よりも大きく延長している）。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

この実施形態において、そうすると圧力面プロファイルは、陥没部を有しておらず、突起部は後縁のプロファイルの部分（通常は回転部）に直接接続する。

【 0 0 6 8 】

さらに、プロファイル 8 0 および 8 5 は、後縁の付近で、実質的に円錐との接線方向で終端していることも、留意すべきである。これは、プラットフォーム面 6 2 が、後縁の付近に延在している回転面領域 4 4 ' を含むためである。

【 0 0 6 9 】

図 7 は、輪郭線によって、図 5 に関連して先に示された 2 つの輪郭 7 2 と 7 2 ' との間のアロfoil間面 7 0 の形状を示す。このように、吸引面 5 8 の付近で、アロfoil間面 7 0 は、吸引面プロファイル 8 0 の第一陥没部 F に対応し、アロfoil間経路の下流部に位置する第一陥没または第一くぼみ F 1 と、吸引面プロファイルの第一突起部 G に対応し、アロfoil間経路 3 0 の下流部に位置する第一頂点 G 1 とを有する。また、圧力面 5 6 ' の付近では、圧力面プロファイル 8 5 の第二突起部 H に対応し、アロfoil間経路の上流部に位置する第二頂点 H 1 と、圧力面プロファイル 8 5 の第二突起部 I に対応し、アロfoil間経路 3 0 の下流部に位置する第二陥没または第二くぼみ I 1 とを有する。

【 0 0 7 0 】

第一最大値 G 1 および第二最小値 I 1 は、後者の付近に回転面領域 4 4 ' を配置するように、後縁の上流にほぼ位置している。

【 0 0 7 1 】

図 8 において、第二くぼみ I 1 が形成されていない、上記の実施形態の変形例が示されている。なだらかな斜面が、頂点 H 1 を回転面領域 4 4 に連続的につなげ、圧力面の付近に延在し、軸方向でアロfoilのほぼ四分の三に位置している。

【 0 0 7 2 】

図 7 および図 8 において、（上述の円錐と直交する方向に対して）アロfoil間面の局所極値は、アロfoilの壁に対して実質的に位置を決定される。前記極値は突起または陥没シヨルダによって、アロfoilの壁からずれているか、または場合によってはそこから離れている可能性があるため、この配置が必須ではないことは、留意すべきである。

【 0 0 7 3 】

図 9 において、本発明の特に有利な実施形態が示され、ここでアロfoil間面 7 0 の大部分が、図 5 に示される 2 つのプロファイル 8 0 および 8 5 に沿って線分 6 5 を移動させることによって、生成されている。当然ながら、線分の両端は同じ方向、たとえばブレードの上流から下流へ、圧力面と吸引面の 2 つのプロファイルに沿って、移動することになる。

【 0 0 7 4 】

線分 6 5 が軸 A に対して通常は $90^\circ \pm 30^\circ$ の範囲（すなわち、 60° から 120° ）の角度を形成するのが好ましいことは、さらに留意すべきである。

【 0 0 7 5 】

図 9 は、図 5 に示される線分 D E と一致する位置にあるこの線分 6 5 を示す。すると、軸 A に対する角度は 90° である。線分 D E の中点を通る回転面の断面は、点線で示される。それぞれ外方向および中点（図の上流および下流）に向かう点 D および E の半径方向ずれは、E においては吸引面プロファイルの第一陥没部に、D においては圧力面プロファイルの第二突起部にそれぞれ対応する。

【 0 0 7 6 】

図 9 に示されるように、第一陥没部は吸引面に対して形成されている。それは吸引面まで延在し、その最も突出している点は、吸引面に非常に近く、吸引面の表面とプラットフォーム面との間の接続フィレットのほぼ末端に位置する。図の右側において、このように、吸引面の表面をプラットフォーム面に接続しているフィレットが陥没部の一部であるこ

10

20

30

40

50

とがわかる。

【図1】

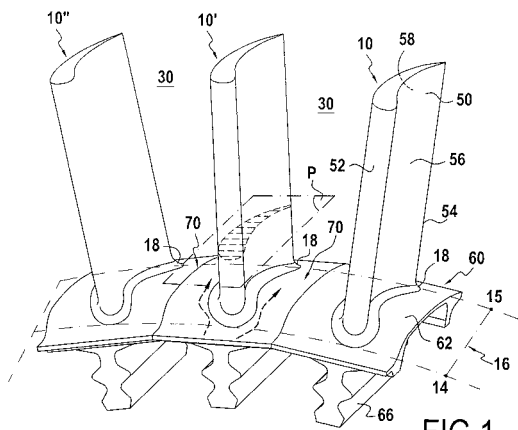


FIG.1
従来技術

【図2】

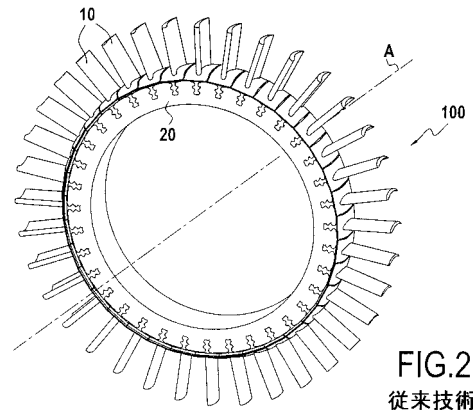


FIG.2
従来技術

【 図 3 】

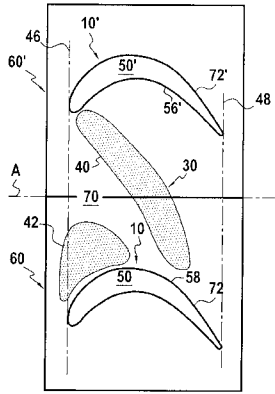


FIG.3
従来技術

【 図 4 】

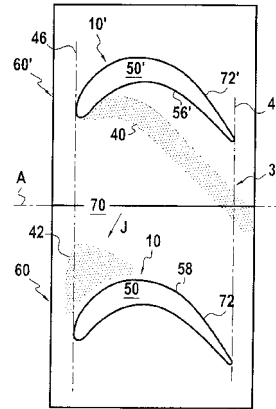


FIG.4

【 図 5 】

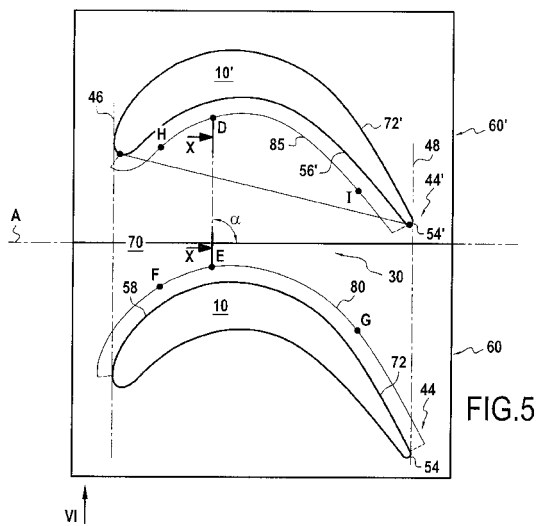


FIG.5

【 図 6 】

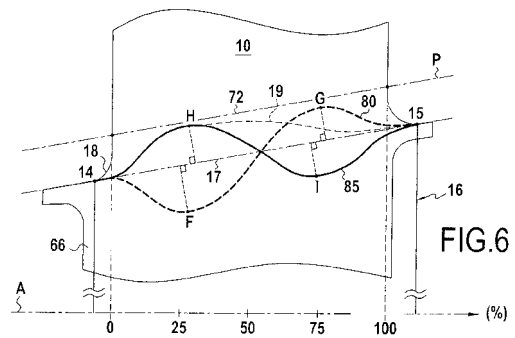


FIG.6

【 図 7 】

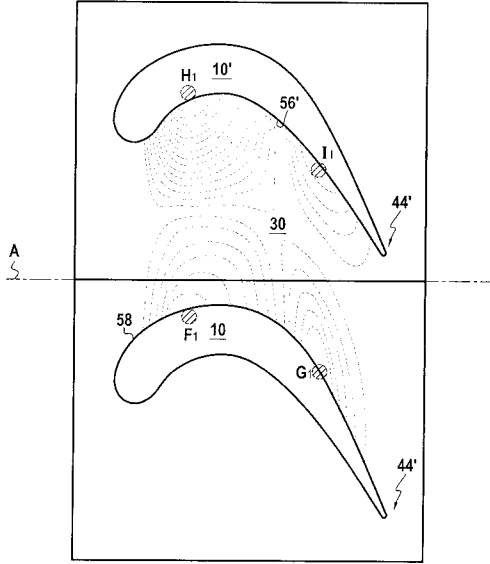


FIG.7

【 図 8 】

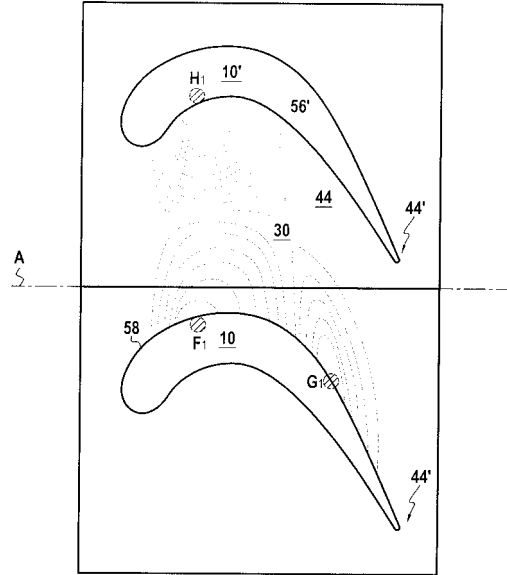


FIG.8

【 図 9 】

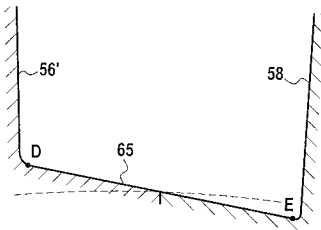


FIG.9

フロントページの続き

(72)発明者 パンタ, リュドビツク

フランス国、エフ - 7 5 0 1 1 ・パリ、リュ・ドユ・フォーブル・サン・アントワヌ、1 2 3
、バチマン・ア - ボアット・1 9

審査官 稲葉 大紀

(56)参考文献 米国特許出願公開第2 0 0 7 / 0 2 5 8 8 1 8 (U S , A 1)

米国特許第6 2 8 3 7 1 3 (U S , B 1)

特開2 0 0 2 - 1 6 1 7 0 2 (J P , A)

国際公開第2 0 0 6 / 0 3 3 4 0 7 (W O , A 1)

米国特許第6 0 1 7 1 8 6 (U S , A)

欧州特許出願公開第1 6 8 1 4 3 8 (E P , A 2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

F 0 1 D 5 / 1 4