

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5438780号  
(P5438780)

(45) 発行日 平成26年3月12日 (2014. 3. 12)

(24) 登録日 平成25年12月20日 (2013. 12. 20)

|               |           |           |     |
|---------------|-----------|-----------|-----|
| (51) Int. Cl. |           | F I       |     |
| FO1D 5/18     | (2006.01) | FO1D 5/18 |     |
| FO1D 9/02     | (2006.01) | FO1D 9/02 | 102 |
| FO2C 7/18     | (2006.01) | FO2C 7/18 | A   |

請求項の数 14 (全 9 頁)

|               |                               |           |   |
|---------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号     | 特願2011-553470 (P2011-553470)  | (73) 特許権者 | 505277691                                     |
| (86) (22) 出願日 | 平成22年3月12日 (2010. 3. 12)      |           | スネクマ  |
| (65) 公表番号     | 特表2012-520413 (P2012-520413A) |           | フランス国、75015・パリ、ブルーバール・ドユ・ジエネラル・マルシアル・バラン、2    |
| (43) 公表日      | 平成24年9月6日 (2012. 9. 6)        | (74) 代理人  | 110001173                                     |
| (86) 国際出願番号   | PCT/EP2010/053212             |           | 特許業務法人川口国際特許事務所                               |
| (87) 国際公開番号   | W02010/103113                 | (72) 発明者  | アンテューヌ、セルジュ・ルイ                                |
| (87) 国際公開日    | 平成22年9月16日 (2010. 9. 16)      |           | フランス国、エフー77380・コム・ラ・ビル、リュ・ドウ・ブテルグーズ・9         |
| 審査請求日         | 平成25年2月22日 (2013. 2. 22)      | (72) 発明者  | ブリー、ジャック・オーギュスト・アメデ                           |
| (31) 優先権主張番号  | 0951615                       |           | フランス国、エフー77720・サン・ウーアン・アン・ブリー、リュ・ドウ・ラ・メリー・308 |
| (32) 優先日      | 平成21年3月13日 (2009. 3. 13)      |           |   |
| (33) 優先権主張国   | フランス (FR)                     |           |   |
| (31) 優先権主張番号  | 0954375                       |           |   |
| (32) 優先日      | 平成21年6月26日 (2009. 6. 26)      |           |   |
| (33) 優先権主張国   | フランス (FR)                     |           |   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブレードの基部に除塵孔を備えたタービン翼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

根元部(5)によって支持されたプラットフォーム(6)上に装着されたブレード(2)を備えるターボ機械用の冷却タービン翼であって、前記ブレードが、冷却空気の循環のためにブレード内に切り込まれた1つ以上の空洞を有し、後縁(4)に沿って延びる空洞(11)が、根元部(5)の下側部分内に位置する空気入口(12)を後縁空洞(11)に接続し、前記根元部内に曲がり部(13)を形成する、供給ダクト(10)によって冷却空気が供給される冷却タービン翼において、ダクト(10)は、空気入口(12)に対して略半径方向にある軸に沿って、プラットフォーム(6)の下方に位置するベルの形状のニッチ(14)を含み、前記ニッチが、その上部において前記プラットフォームを通過する除塵孔(19)を介して開口し、根元部(5)の内側で、ニッチを横方向に閉じるためにプラットフォーム(6)から略半径方向に延びる壁によって画定されることを特徴とする、タービン翼。

【請求項 2】

供給ダクト(10)から冷却空気が供給されるプラットフォーム(6)に通気するための少なくとも1つの通気穿孔部(9)をさらに含み、タービン翼においては、除塵孔(19)が、プラットフォーム(6)の前記通気穿孔部(9)に一致する、請求項1に記載のタービン翼。

【請求項 3】

プラットフォーム(6)から半径方向に延びる前記ニッチ(14)の壁の少なくとも1

つが、ダクト(10)の壁の1つの連続部内に位置する、請求項1および2のいずれか一項に記載のタービン翼。

【請求項4】

前記ニッチ(14)が、ダクト(10)の壁によって、および、冷却空気が前記ダクト内で流れる方向を横断して配置された畝部(16)によって形成される、請求項3に記載のタービン翼。

【請求項5】

除塵孔(19)が、プラットフォーム(6)の外面内に設けられ、上から見たときに略三角形の形状を有するくぼみ(20)によって伸張される、請求項1から4の一項に記載のタービン翼。

10

【請求項6】

くぼみ(20)が、除塵孔(19)上に配置された頂点部から延び、プラットフォーム(6)とブレード(2)の間の接続部(17)に向かって広がっている、請求項5に記載のタービン翼。

【請求項7】

除塵孔(19)の反対側の三角形の辺が、除塵孔(19)の直径の1.5倍から3倍の間で変化する長さを有する、請求項6に記載のタービン翼。

【請求項8】

除塵孔(19)から延びる2つの辺が、前記穴の直径の6倍から15倍の間の長さを有する、請求項6および7のいずれか一項に記載のタービン翼。

20

【請求項9】

くぼみ(20)の中央軸が、翼(1)の後縁(4)側に位置するプラットフォーム(6)の縁部に対して略平行な方向に通る、請求項5から8のいずれか一項に記載のタービン翼。

【請求項10】

くぼみ(20)の中央軸が、プラットフォーム(6)の前記縁部の方向から最高でも5°で分岐する、請求項9に記載のタービン翼。

【請求項11】

くぼみ(20)の中央部分が、プラットフォーム(6)の厚さH内において除塵孔の方向にHの値の50%から80%の間の深さhにわたって下降する略傾斜平面の形態である、請求項5から10のいずれか一項に記載のタービン翼。

30

【請求項12】

前記傾斜平面が、プラットフォームの平面に対して3°から10°の間の角度によって傾斜される、請求項11に記載のタービン翼。

【請求項13】

請求項1から12のいずれか一項に記載の翼(1)を少なくとも1つ備える、ターボ機械のタービンモジュール。

【請求項14】

請求項13に記載のタービンモジュールを備える、ターボ機械。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明の分野はターボ機械の分野であり、詳細には、これらのターボ機械用の冷却タービン翼の分野である。

【背景技術】

【0002】

現代のターボ機械は、従来、組み立てられたモジュールの集合体の形態で製造される。これらは、まず、直列に配置され、空気入口内に引き込まれた空気を圧縮する1つ以上の圧縮器モジュールを備える。空気は、次いで燃焼室内に導かれ、そこで燃料と混合されて燃やされる。燃焼ガスは、1つ以上の圧縮器を駆動する1つ以上のタービンモジュールを

50

通過する。ガスは、最終的に噴射管ノズル内に排出されて推進力を生み出すか、あるいは、フリータービン上に排出されて、伝動軸で回収される力を生み出す。

【0003】

これらの現代のターボ機械は、燃焼室を離れるガスが高温であるために冷却されるが、これは、ターボ機械が作動しているときにタービン翼の金属を冷却するために、新鮮な空気の通気回路が設けられることを意味している。通気空気は、圧縮器段の出口側から抽気され、タービンに運ばれる。空気は、一般に、翼の根元部を介して入り、ブレードの厚さ内に切り込まれた空洞を介してこれらの翼を通過し、次いで、翼の壁または先端部内に設けられた穿孔部を通して排出される。空洞は、こうした空気を運び、金属を冷却するために、翼の根元部から先端部に延在するように翼の内側に長手方向に設けられる。一般に、複数の空洞が、流量を均等にし、金属を均一に冷却するために、翼の弦に沿って隣り合わせで配置される。

10

【0004】

さまざまなタイプの塵（特に細砂）が、エンジンの作動に必要とされる空気と同時に空気取り込み口内に引き込まれ得る。塵のほとんどは、いかなる損傷も与えずにエンジンを通過するが、一部にはタービン翼の冷却回路に到達するものがあり、この冷却回路に到達した塵は、これらの回路内で蓄積する場合、空洞出口の排出オリフィスを塞ぎ、したがって翼の完全性を脅かすというリスクが存在する。このリスクが生じるのを防止するために、タービン翼には、冷却用の削孔およびベントに加えて、較正された除塵孔が備えられ、これらの除塵孔は、空洞の上部に位置し、塵を除去する役割を有している。

20

【0005】

除塵孔は、空洞の各々に設けられる。孔の寸法設定は、塵のサイズに関係付けられる基準に従っており、そのため、翼の全体サイズとは無関係である。小型サイズの翼の場合、除塵孔を設けるには特に用心が必要であることが判明しており、冷却回路の熱パフォーマンスを支配する傾向があるため、回路の寸法設定において決定的な要素になり得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

対処されなければならない問題は、サイズが非常に小さく、後縁を冷却する空洞の厚さが非常に薄い高圧（HP）タービン翼の場合、特に重大なものである。短弦の翼上に後縁空洞の除塵孔を設けると、他の部分を犠牲にしてこの1つの空洞のサイズに異常な増大をもたらす可能性がある。後縁空洞は、そのような場合、全弦長の25%に相当することがある一方で、より大きい翼上では、たいてい15から20%相当にしかならない。これは、このタイプの除塵孔を有する小さいサイズの翼は、後縁空洞を介してこれらの翼を冷却するために、他の空洞を使用する冷却を犠牲にしてより多くの低温空気を必要とすることを意味している。したがって、冷却流量を低減し、故に満足のいく全体の熱パフォーマンスを維持できるように、後縁空洞の断面を縮小できることが重要である。この目的を達成するために対処されなければならない問題は、翼の先端部に除塵孔を設けることなく後縁空洞から塵を除去する方法を見出すことである。

30

【0007】

本発明の目的は、従来技術の欠点の一部を有さず、特に、翼先端部に位置する後縁空洞の除塵孔を有さないタービン翼を提案することによって、これらの問題を解決することである。本発明の別の目的は、除塵空気を翼の冷却に寄与させることによって、除塵空気の使用を最適化することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的のために、本発明の1つの主題は、根元部によって支持されたプラットフォーム上に装着されたブレードを備えるターボ機械用の冷却タービン翼であって、前記ブレードは、冷却空気の循環のためにブレードに切り込まれた1つ以上の空洞を有し、後縁に沿って延びる空洞は、根元部の下側部分内に位置する空気入口を後縁空洞に接続し、前記根

50

元部内に曲がり部を形成する供給ダクトによって冷却空気が供給される冷却タービン翼において、ダクトは、空気入口に対して略半径方向である軸に沿って、プラットフォームの下方に位置するベルの形状のニッチを含み、前記ニッチは、その上部において前記プラットフォームを通過する除塵孔を介して開口し、根元部の内側で、ニッチを横方向に閉じるためにプラットフォームから略半径方向に延びる壁によって画定されることを特徴とする、冷却タービン翼である。

【0009】

このベル形状およびニッチが空気入口に面して配置されるということは、このニッチが、冷却空気と共に到着することがあり、翼の後縁冷却回路に入ると考えられる粒子を捕捉する粒子トラップとして作用することを可能にする。これらの粒子は、次いで、これらの粒子の予測されたサイズによって寸法設定された穿孔部を介して除去される。

10

【0010】

1つの特定の実施形態では、タービン翼は、プラットフォームを通気するための少なくとも1つの通気穿孔部をさらに含み、通気穿孔部には供給ダクトから冷却空気が供給され、除塵孔は、プラットフォームの前記通気穿孔部に一致する。

【0011】

そのため、次いで、翼を製造する際に伴われるいくつかの作業を低減する。

【0012】

好ましくは、プラットフォームから半径方向に延びる前記ニッチの壁の少なくとも1つは、ダクトの壁の1つの連続部内に位置している。

20

【0013】

さらに好ましくは、前記ニッチは、ダクトの壁、および、冷却空気が前記ダクト内に流れる方向を横断して配置された畝部によって形成される。この形状は、鑄造による翼の生成に特に良好に適合されている。

【0014】

本発明の代替の形態では、除塵孔は、プラットフォームの外表面内に設けられ、上部から見たときに略三角形の形状を有するくぼみによって伸張される。この配置は、除塵孔を通過する空気がプラットフォームとブレードの間の接続部の冷却に寄与することができることを意味している。

【0015】

好ましくは、くぼみは除塵孔上に配置された上部から延び、プラットフォームとブレードの間の接続部に向かって広がる。

30

【0016】

この代替の形態の特定一実施形態では、除塵孔の反対側の三角形の辺は、除塵孔の直径の1.5倍から3倍の間で変化する長さを有する。

【0017】

有利には、除塵孔から延びる2つの辺は、前記穴の直径の6倍から15倍の間の長さを有する。

【0018】

好ましくは、くぼみの中央軸は、翼の後縁側上に位置するプラットフォームの縁部に対して略平行な方向で通る。さらに好ましくは、くぼみはプラットフォームの前記縁部の方向から最高でも5°で分岐する。

40

【0019】

特定の一実施形態では、中央部分内のくぼみは、プラットフォームの厚さH内に、除塵孔の方向にHの値の50%から80%の間の深さhにわたって埋め込まれる略傾斜平面の形態である。

【0020】

好ましくは、前記傾斜平面は、プラットフォームの平面に対して3°から10°の間の角度によって傾斜される。

【0021】

50

本発明はまた、本明細書の上記で定義された少なくとも1つの翼を備えるターボ機械のタービンモジュールに関し、あるいは、そのようなタービンモジュールを備えるターボ機械に関する。

【0022】

次に続く詳細な説明的記載の過程、および、単なる例示的および非限定的な例として与えられる本発明の一実施形態の過程において、また、添付された概略図を参照することにより、本発明はより良好に理解され、本発明のさらなる目的、詳細、特徴および利点はより明確に現れる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】HPタービン翼の斜視図である。

【図2】従来技術に従って配置された後縁空洞の除塵孔を示す、HPタービン翼の斜視図である。

【図3】後縁空洞を貫通する断面を備えた、従来技術によるHPタービン翼の斜視図である。

【図4】後縁空洞を貫通した断面を備えた、本発明の一実施形態による除塵孔を示すHPタービン翼の斜視図である。

【図5】本発明の同じ実施形態による除塵孔を示す、HPタービン翼の後縁空洞の断面図である。

【図6】本発明による除塵孔の代替の形態を示す、タービン翼のプラットフォームの上方からの図である。

【図7】本発明による除塵孔の同じ代替形態の外側オリフィスの形状を示す、タービン翼のプラットフォームの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

HPタービン翼1を示す図1を参照すると、HPタービン翼1は、前縁3と後縁4の間に延び、翼の根元部5によって支持されたプラットフォーム6上に装着されたブレード2を備え、プラットフォーム6は、円形状の混合半径17によってブレード2に接続されている。後縁4にある翼1は、後縁空洞内で循環する冷却空気を排出するよう意図されたベント7を有する。図2は、後縁空洞のための除塵孔として作用する穿孔部8の従来技術における位置を示しており、穴8は、この空洞において翼の先端部上に配置されている。翼1はまた、ブレード2の吸引面側のプラットフォーム6上に穿孔部9も含み、ブレード5の根元部からの空気がその穿孔部を通過し、この穿孔部は、ブレード2とプラットフォーム6との間の接続部17において翼1を冷却する機能を有する。図2に描かれた穿孔部9は、後縁4に配置され、後縁空洞の外気供給ダクトから抽気された空気が供給される。

【0025】

図3および図4の各々は、冷却空気を後縁空洞11に供給するダクト10の領域内のタービン翼1の断面を示している。従来技術を表す図3では、ダクト10は、翼の根元部5に位置する空気入口12から空洞11への入口まで通っており、空洞11は、ほぼ一定であるか、あるいは、そこから引き出される冷却流を考慮するために極めて少しずつ低減する口径部を維持している。空洞11は、根元部5の対称な平面内に位置する空気入口12を、翼1の湾曲形状のためにこの平面からそれ自体ずれている後縁空洞11と接続するため、従来、曲がり部13を備えた形状を有している。

【0026】

図4において、本発明によれば、ダクト10は翼1の吸引面側から広くなり、プラットフォーム6の下方に配置されダクト10によって供給されるニッチ14を形成しており、ニッチ14は、除塵孔として作用する穿孔部9を介して流れ内に開口している。このニッチ14は、空気入口12の軸にほぼ沿って位置しており、除塵孔19上に中心が置かれ、除塵孔19の両側に下がる横方向の壁を有してニッチを横方向に閉じるプラットフォーム6の下側壁によって屋根部分が形成された、ベル形状の空洞の形態である。除塵孔19の

10

20

30

40

50

直径は、ここまで到達し得るあらゆる塵を通過させるように寸法設定される。

【 0 0 2 7 】

ニッチ 1 4 は、従来技術よりもブレード 2 の吸引面側から遠くで分岐してプラットフォーム 6 の下方に空間を形成する冷却ダクト 1 0 の壁の分岐部によって、および、この空間を横方向に閉じるために、空気が循環する方向を横断して配置された畝部 1 6 によって本質的に創出される。そのような形状は、実際には、翼の製造における鑄造が比較的容易である。

【 0 0 2 8 】

図 5 は、ダクト 1 0 を通る空気の循環および翼 1 の後縁 4 の冷却回路に入る塵 1 5 の粒子が通る経路の断面図である。

10

【 0 0 2 9 】

ニッチ 1 4 は、プラットフォーム 6 の下方に創出され、空気入口オリフィス 1 2 に位置合わせされる必要があるため、除塵孔 1 9 ( 図 4 ) は、従来技術 ( 図 3 ) における冷却穿孔部 9 より、混合半径 1 7 から遠くの距離に位置決めされていることが、図 3 および 4 から見ることができる。従来技術の冷却穿孔部 9 は、この半径 1 7 がプラットフォーム 6 と交わる地点で開口していたが、除塵孔 1 9 はこの地点から幾分離れて設定されている。除塵孔 1 9 が穿孔部 9 の場所になる場合、この混合領域の冷却がより低下するという結果になり得る。

【 0 0 3 0 】

これに対処し、混合半径 1 7 を冷却するための穿孔部を 1 つだけ維持するために、図 6 は、除塵孔 1 9 が中に開口するプラットフォーム 6 を用いた、翼 1 の底部に対する代替策を示している。この穴は、プラットフォームの外側 ( エンジンの回転の軸から最も遠い側を意味する ) の厚さ内に設けられ、上から見たとき、略三角形の形状であるくぼみ 2 0 によって伸張される。対応する三角形は、除塵孔 1 9 上に配置された頂点から延び、プラットフォーム 6 とブレード 2 の間の接続部 1 7 に向かって広がっている。好ましい実施形態では、除塵孔 1 9 の反対側の辺は、除塵孔 1 9 の直径の 1 . 5 倍から 3 倍の間で変化する長さを有し、他の 2 つの辺は同じ直径の長さの 6 倍から 1 5 倍の間である。

20

【 0 0 3 1 】

図 7 は、翼の後縁側に位置するプラットフォームの縁部に略平行な、図 6 に示された A - A の方向の断面のくぼみ 2 0 の図を示している。除塵孔 1 9 は、上記で示されたように、プラットフォーム 6 の全厚さ H を貫通し、その中央部分内では、くぼみ 2 0 は、この厚さ H に埋め込まれた傾斜平面の形態を有している。これは、H の値の 5 0 % から 8 0 % の間の深さのところ除塵孔 1 9 と交わり、3 ° から 1 0 ° で変化可能な角度でプラットフォームの平面に対して傾斜される。断面 A - A に対して横方向に、くぼみ 2 0 は、三角形の 2 つの長辺に沿ってプラットフォーム 6 の平面に接続する U 字または V 字の形状を有する。

30

【 0 0 3 2 】

くぼみ 2 0 を構成する三角形の中央軸はガスの流れの流線方向に位置し、そのため、プラスまたはマイナス 5 ° で、翼の後縁側上に位置するプラットフォームの縁部の方向から分岐することができる。

40

【 0 0 3 3 】

本発明による翼 1 の後縁 4 の冷却が、次に説明される。

【 0 0 3 4 】

冷却空気は翼 1 の根元部 5 に到達し、後縁 4 を冷却するために入口ダクト 1 2 を介して空洞 1 1 の供給回路に入る。ダクト 1 5 の粒子がこの空気と混合され、これらの粒子は、冷却オリフィスを塞ぎ、翼の特定部分の冷却を妨害することを防止するために排除される必要がある。

【 0 0 3 5 】

空気は、圧力下で翼 1 の内側に入り、粒子 1 5 を空気と共に運ぶ。これらの粒子は、翼が回転し、それによって遠心力が発生するために、冷却ダクト 1 0 内に半径方向にシフト

50

し、この目的で空気入口12に面して配置されているニッチ14に向かって移動する。従来技術とは異なり、これらの粒子は、ダクト10の曲がり部13に沿って動かず、一時的にプラットフォーム6の下方に留まって、ニッチ14の横方向壁によって捕捉される。これらの粒子は、このニッチの屋根部の下方に蓄積し、したがって、除塵孔として作用する穿孔部19に面して配置していることになる。粒子15は、次いで、除塵孔19を通過する空気の流れ内で一緒に運ばれ、エンジンガス流内に押し出される。除塵は穿孔部19で実施されることから、この機能を実施するために、翼1の空洞11の先端部内に穴をあける必要はなく、このことは次いで、すでに示されたように、従来技術では実施するのに非常に用心しなければならなかった穴あけ作業を回避する。図6および図7で示された代替の形態では、除塵孔19を貫通する冷却空気は、それが離れるときに、プラットフォーム6の領域内でくぼみ20によって方向を変えられ、このプラットフォームに対して略平行な方向をとる。さらに、混合半径17に向かって空気を運ぶエンジン流内に流れるガスによって、空気はプラットフォームの表面に対して堅く保持される。除塵孔19を通過し、その結果、この除塵機能を実施するために翼冷却回路から向きを変えられた空気は、したがって、依然としてこの翼の冷却に使用されるが、このときはその根元部を冷却する。

【0036】

除塵孔19の直径は、塵の粒子を通過させることを可能にするように寸法設定されているために従来技術の穿孔部9の直径より大きいという理由から、除塵孔19を通過する空気流量は、穿孔部9を通過していた冷却流量より大きくなる。その結果、第1にこの空気流量がより大きいということ、第2にくぼみ20が三角形状であるということから、除塵孔19を離れる空気は、特定の長さにわたって混合半径17上をスweepする。したがって、その熱効率、従来技術で見出されるプラットフォーム内の3つの穿孔部9のものに類似しており、これらの穴を省くことが可能である。したがって、この代替の形態で達成される改良は、3つの孔をあける作業が回避され、後縁空洞を通過する冷却空気の流量が全体的に低減され得るという点で、2倍の効果がある。これは、実際には除塵空気が、除塵孔8によって従来的に実施される機能、および、ブレードプラットフォーム接続部17を冷却するために冷却穿孔部9によって実施される機能を実施するためである。

【0037】

本発明は、2つの特定の実施形態と併せて説明されてきたが、これらの実施形態に制限されることは全くなく、本発明は、説明された手段のすべての技術的均等物およびその組合せを含み、この場合、これらが本発明の範囲内に入ることは極めて明確である。

10

20

30

【 図 1 】

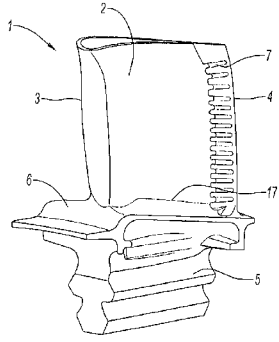


Fig. 1

【 図 3 】

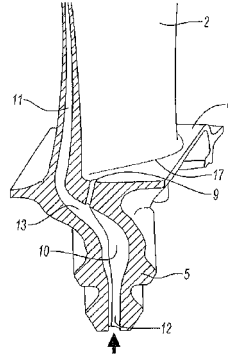


Fig. 3

【 図 2 】

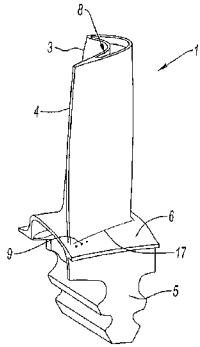


Fig. 2

【 図 4 】

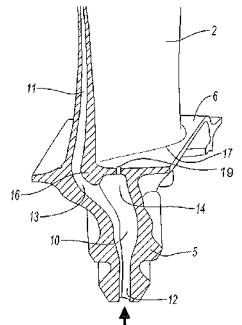


Fig. 4

【 図 5 】

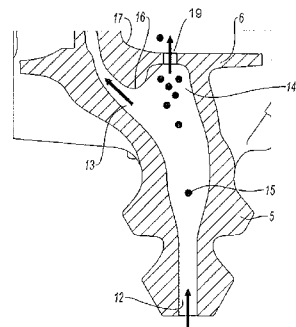


Fig. 5

【 図 7 】

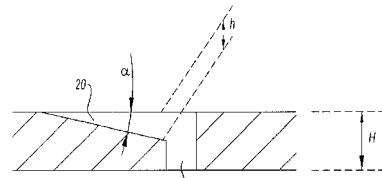


Fig. 7

【 図 6 】

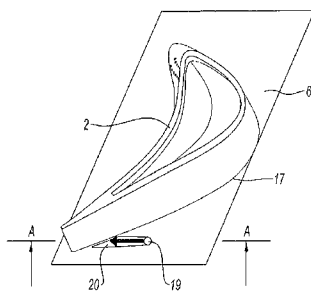


Fig. 6



---

フロントページの続き

(72)発明者 ロセ, パトリス・ジャン - マルク  
フランス国、エフ - 7 7 7 2 0 ・ラ・シヤペル・ゴーテイエ、リュ・ドウ・グランビリエ・1 3

審査官 岡本 健太郎

(56)参考文献 欧州特許出願公開第1 6 8 8 5 8 7 ( E P , A 2 )  
特開2 0 0 7 - 1 0 0 6 9 8 ( J P , A )  
特開2 0 0 7 - 1 5 4 8 9 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
F 0 1 D 5 / 1 8  
F 0 1 D 9 / 0 2  
F 0 2 C 7 / 1 8