

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4931507号  
(P4931507)

(45) 発行日 平成24年5月16日(2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日(2012.2.24)

(51) Int.Cl.

F 1

FO 1 D 5/18 (2006.01)

FO 1 D 5/18

FO 1 D 9/02 (2006.01)

FO 1 D 9/02 102

FO 2 C 7/00 (2006.01)

FO 2 C 7/00 D

請求項の数 14 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-200296 (P2006-200296)  
 (22) 出願日 平成18年7月24日 (2006.7.24)  
 (65) 公開番号 特開2007-32567 (P2007-32567A)  
 (43) 公開日 平成19年2月8日 (2007.2.8)  
 審査請求日 平成21年7月23日 (2009.7.23)  
 (31) 優先権主張番号 0507924  
 (32) 優先日 平成17年7月26日 (2005.7.26)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)  
 (31) 優先権主張番号 0650103  
 (32) 優先日 平成18年1月12日 (2006.1.12)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 505277691  
 スネクマ  
 フランス国、75015・パリ、ブルーバ  
 ール・ドュ・ジエナラル・マルシイアル・  
 バラン、2  
 (74) 代理人 100062007  
 弁理士 川口 義雄  
 (74) 代理人 100114188  
 弁理士 小野 誠  
 (74) 代理人 100140523  
 弁理士 渡邊 千尋  
 (74) 代理人 100119253  
 弁理士 金山 賢教  
 (74) 代理人 100103920  
 弁理士 大崎 勝真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】壁内に形成された冷却流路

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

流路(6)を流れる冷気によって冷却されるのに適した内側面(3)と外側面(5)とを呈するタービンブレードの壁(1)に冷却流路(6)を形成する方法であって、前記冷却流路(6)は孔(7)と拡散部(9)とから構成され、前記孔(7)は一方の端部で外に開いて内側面(3)に入り込み、かつ他方の端部でオリフィス(11)を形成する拡散部分(9)に入り込み、前記拡散部(9)は前記オリフィス(11)の周囲にフレア形に広がり、かつ外に開いて外側面(5)に入り込み、前記方法が、前記孔(7)を作るために壁(1)に穴を開けることと、前記電極(20)の先端(22)が端部(24)が丸みを帯びていて、円錐面(25)が平面(26)を呈する円錐形(23)であるエレクトロエロージョン電極(20)を使用することによって、前記拡散部分(9)を形成するために、壁(1)内にくぼみを形成することとの、2つの別個のステップを含むことを特徴とする、方法。

## 【請求項 2】

壁(1)が前記孔(7)を作るためにレーザによって穴を開けられることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記円錐(23)の軸(E)が前記平面(26)と交差しないことを特徴とする、請求項1または2に記載の方法。

## 【請求項 4】

10

20

前記くぼみが、前記円錐（23）の軸（E）が前記孔（7）の軸（B）に平行となるよう前記円錐（23）の軸（E）を向けることによって形成され、孔（7）の軸（B）が好ましくは壁（1）の外側面（5）の方にずらされていることを特徴とする、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

少なくとも1つの冷却流路（6）が形成されるターピンブレードの壁要素（1）であって、流路（6）に沿って流れる冷気によって冷却されるのに適した内側面（3）と外側面（5）とを呈し、前記冷却流路（6）は孔（7）と拡散部（9）とから構成され、前記孔（7）は内側面（3）内の方の端部、およびオリフィス（11）を形成する拡散部分（9）内の方の端部で外に開き、前記拡散部（9）は前記オリフィス（11）の周囲でフレア形に開き、かつ外側面（5）内で外に開き、前記壁要素（1）は、拡散部分が実質的に平面であり、壁（1）の厚さで傾斜し、冷気の流れの方向で前記オリフィス（11）から前方へ延在する底の前端部（13）と、オリフィスの後ろ、両側面に沿ってとオリフィス（11）の正面に延在する縁（15）とを有し、前記縁（15）は底の前端部（13）の両側を接合し、前記縁（15）および底の前端部（13）が、丸みを帯びた端部（24）および平面（26）を示す円錐面（25）を有する円錐（23）内で内接することを特徴とする、壁要素。

【請求項6】

底の前端部（13）の外形が孔（7）を出る冷気の流れ（F）を広げるよう、頂点の1つが前記オリフィス（11）の方を向いているほぼ三角形の形状であることを特徴とする、請求項5に記載の壁要素。

【請求項7】

前端部（13）に垂直な面の底の縁（15）と前端部（13）との間に形成された角度が、厳密に90°より大きいことを特徴とする、請求項5または6に記載の壁要素。

【請求項8】

前記円錐（23）の軸（E）が孔（7）の軸（B）に平行であり、孔（7）の軸（B）が好ましくは壁（1）の外側面（5）の方へずらされていることを特徴とする、請求項5から7のいずれか一項に記載の壁要素。

【請求項9】

請求項5から8のいずれか一項に記載の壁要素を含む、中空のターボ機械ブレード。

【請求項10】

請求項5から8のいずれか一項に記載の壁要素を有する中空ブレードを含む、ターボ機械。

【請求項11】

エレクトロエロージョンによってターピンブレードの壁（1）内に冷却流路（6）の拡散部（9）を形成するための電極であって、先端（22）が丸みを帯びた端部（24）を有する円錐（23）の形状であり、その円錐面（25）が平面（26）を呈することを特徴とする、電極（20）。

【請求項12】

前記円錐（23）の軸（E）が前記平面（26）と交差しないことを特徴とする、請求項11に記載の電極。

【請求項13】

前記孔（7）の軸（B）が壁（1）の外側面（5）の方にずらされていることを特徴とする、請求項4に記載の方法。

【請求項14】

前記孔（7）の軸（B）が壁（1）の外側面（5）の方へずらされていることを特徴とする、請求項8に記載の壁要素。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は壁内に冷却流路を形成する方法と、この方法を実施するために使用される電極と、冷却流路が形成される壁要素およびこのタイプの壁要素を含む中空のターボ機械ブレードに関する。

【0002】

さらに正確には、本発明は内側面および上記冷却流路内を流れる冷気により冷却されるのに適した外側面を備えるタイプの壁要素に関する。さらに、冷却流路は孔および拡散部分を備えるタイプであって、孔は一方の端部で外に開いて壁の内側面に入り込み、かつ他方の端部でオリフィスを形成することにより実質的に拡散部分の底に入り込んでおり、拡散部分は上記オリフィスから離れてアサガオ形に広がり、かつ外に開いて壁の外側面に入り込んでいる。

10

【背景技術】

【0003】

米国特許第6183199号明細書は、上記特定のタイプの冷却流路により穴を開けられた、ターボジェットタービンの中空ブレードの壁要素の例を示す。この例において、流路の孔およびその拡散部分は、先端が孔の前部に相当する形の前部および流路の拡散部分の後部に相当する形の後部を示す、単一電極を使用して单ーステップのエレクトロエロージョンにより作られる。

【0004】

そのタイプの電極は、米国特許第6183199号明細書において参照された、米国特許第4197443号明細書において説明され示されている。図に示すように、その電極の形は特に複雑である。さらに、一般的な方法において知られている方法を用いるエレクトロエロージョンによって流路を形成することは、依然として操作が冗長で、費用がかかる。

20

【特許文献1】米国特許第6,183,199号明細書

【特許文献2】米国特許第4,197,443号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、したがって、上記特定のタイプの冷却流路をより早くかつ安価で形成することを可能にする、知られている方法の代替方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

この目的を達成するために、本発明は2つの別個のステップ、すなわち、上記壁に穴を開けて上記孔を作ることと、上記拡散部分を形成するためにくぼみを上記壁の中に形成することとを特徴とする方法を提供する。

【0007】

本発明の方法では、したがって、孔を作りかつ拡散部分を作るための異なる技術および材料を用いることが可能である。

【0008】

孔を作るために、エレクトロエロージョンまたはレーザの使用によって壁に穴を開けてよい。

40

【0009】

有利には、エレクトロエロージョン技術よりもより速く、はるかに費用がかからないので、レーザによる穴開け技術が用いられる。したがって、レーザによって中空のタービンブレードの壁に穴を開けさせるために、一般にわずか10分の数秒だけが必要である。

【0010】

それにもかかわらず、エレクトロエロージョンによる穴開け貫通および拡散部分の実施が望まれる場合は、2つの異なる電極が上記部分のそれぞれに使用される。電極は過去に使用してきた電極よりも形が単純であり、作るのがより簡単で、かつ費用がかからない。たとえば、穴開けには円筒状の電極が使用可能である。

50

## 【0011】

本発明のもう1つの態様によれば、拡散部分を作るために、電極の先端が丸みを帯びた端部、および平面を示し円錐の軸が平面と交差しない円錐状の側面を備えた円錐の形であることを特徴とする電極が使用されている。

## 【0012】

電極の上記特定の形は、最初に、概して鋭角が亀裂の開始区域を構成する拡散部分の底で鋭角を作るのを防止することを可能にする。

## 【0013】

次に、その形の孔に対して適切な寸法の電極は、孔および拡散部分を作るのに含まれる所与の許容誤差、および拡散部分に対する孔の位置にかかわらず、拡散部分が孔を離れる空気の流れの十分な拡散、すなわち十分な誘導および十分な広がり、を提供するのを確実にするために、十分に広くアサガオ形に広げられた形の拡散部分を形成することを可能にする。

10

## 【0014】

本発明は、また、壁内に形成された新しいタイプの冷却流路を有する壁要素を提供する。このような流路は、本発明の方法および電極を用いて得ることができる。

## 【0015】

流路は前端部が実質的に平坦で、壁の厚さで傾斜し、冷気の流れ方向のオリフィスの正面に延在する底と、底の前端部の両側を接合する両側面上およびオリフィスの前面で後方に延在した縁とを備えた拡散部分を含むことを特徴とする。

20

## 【0016】

有利には、縁と底に垂直な平面の底の前端部との間に形成された角度は、厳密に90°より大きいという意味においては「鋭く」ない。これにより亀裂開始区域を作るのを防止する。

## 【0017】

最後に、本発明は、上記特定タイプの壁要素を含む中空のガスタービンブレードを提供する。

## 【0018】

本発明およびその利点は、以下の詳細な説明を読めばよりよく理解されるであろう。説明には添付の図面を参照する。

30

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0019】

図1、図3、図4、および図5を参照して、本発明の壁要素の例についての説明が続く。

## 【0020】

上記壁要素は、内側面3および外側面5を呈する。この要素は、ターボジェットの高圧タービンブレードなどの中空のガスタービンブレードの壁1に属する。このタイプの中空ブレードは、冷気が送り込まれている、内側面3によって一部分を画定された内側冷却路4を有する。

40

## 【0021】

壁の外側面5はタービンを介して通る高温のガスにさらされており、そのため冷却される必要がある。この目的で、冷却流路が壁1内に設けられている。少なくともこれらの流路のうちの幾つかは、図1に示された流路と同じタイプのものである。この流路6はブレードの内側冷却路4から来る冷気を通し、冷却するためにこの冷気を外側面5に送る。流路6は孔7によって形成された調節部分、および外側面5の壁1内に形成されたくぼみによって形成された拡散部分9の2つの部分を備える。

## 【0022】

孔は、孔7の最小部分が空気が流路6に沿って流れる速度を調節する役目をするため、調節部分と呼ばれる。有利には、孔7は形が単純である。図示の例では、孔7は円筒内で内接されている。さらに、孔7の軸Bは外側面5に対して、またはこの面5が平面でなけ

50

れば、軸 B 上のこの面の接線に対して角度 G で傾斜される。角度 G は 90° 未満であり、好ましくは 15° から 80° の範囲内にあり、空気 F の流れを外側面 5 の方へ向けて、それにできるだけ近く保つ。すなわち、流路 6 からの出口での空気の流れ F の速度のベクトルを、外側面 5 の平面にできる限り平行に近くすることが望ましい。

【0023】

空気 F の流れを外側面 5 に反して向かわせ、かつ外側面 5 の平面で空気 F のこの流れを広げるために、流路 6 は、孔 7 の方へ進む拡散部分 9 を呈する。この拡散部分 9 は冷気が孔 7 を出ることで、オリフィス 11 の周りに広がる。このオリフィス 11 は、好ましくは実質的に外側面 5 に対して拡散部分 9 の底に位置される。オリフィスの正面で、流れ F の流れの方向で、拡散部分 9 は前端部 13 が外側面 5 に対して角度 g で壁の厚さで傾斜し、実質的に平面である底を有する。角度 g は、好ましくは 2° から 45° の範囲にあり、いずれにしても角度 G よりも小さく、底の前端部 13 により導かれるように、空気の流れ F が外側面 5 の方へ向けられる。

【0024】

底の前端部 13 は孔 7 を出る冷気 F の流れが外側面 5 に接近するように促す。この空気の流れは、したがって、外側面 5 と接触したままになり、このため最初に熱交換により面 5 を冷却することを可能にし、次に壁 1 が上記面 5 からの距離に位置する媒体の高温のガスを保つ上記面 5 上に空気の保護膜を作り出す。

【0025】

有利には、底の前端部 13 の外形は、ほぼ三角形の形状であり、上記オリフィス 11 の方を指す頂点の 1 つを有し(図 3 および図 4 参照)、これにより孔 7 を出る空気の流れ F を広げることを可能にし、かつ外側面 5 のより大きな部分を冷却し保護する。必然的に、前記頂点から遠く離れた基部はオリフィス 11 より幅が広く、空気の流れ F を広げる。

【0026】

オリフィス 11 の後端部、両側および正面に縁 15 がある。縁 15 は部分的にオリフィス 11 を回り、正面の方へ行き底の前端部 13 の両側を接合する。

【0027】

図 5 に示された例では、縁 15 および前端部 13 の間の接合部区域は縁端 17 を呈する。前端部 13 に垂直な面において、縁 15 と前端部 13 自体との間のこれら縁端内に作られた角度 P は、壁要素 1 を弱くするのを防止するように厳密に 90° よりも大きい。角度 P は、図 5 に示されるように、縁端 17 における縁 15 への接線 T と底の前端部 13 との間で測定される。

【0028】

また、任意の縁端を作り出すのを防止するために、それぞれの接合区域内に丸みづけを提供することも可能である。このような環境下で、角度 P は縁 15 の全体の方向と底の前端部 13 との間で測定される。

【0029】

図 1 の例では、縁 15 の後部は、オリフィス 11 から後方にアサガオ形に広がり、次に外側面 5 内に前方に向けられた注ぎ口 12 を呈する。この注ぎ口 12 は冷気の流れを前方に導くのを助ける。

【0030】

底の前端部 13 および縁 15 は、丸みを帯びた端部 24、および平面 26 を呈する円錐面 25 を有する円錐 23 内で内接される。底の前端部 13 は平面 26 に相当し、図 1 および図 4 から分かるように、縁 15 は本質的に円錐 23 の丸みを帯びた端部 24 を備えた後部、および平面 26 に隣接した円錐形の表面部分 25 を備えた側面および前部に相当する。有利には、円錐 23 の軸 E および孔 7 の軸 B は並行であり、好ましくは軸 B は図 1 に示されるように外側面 5 の方へずらされている。

【0031】

上記に十分に説明された壁要素 1 内の冷却流路 6 の形で、このタイプの流路が形成されるのを可能にする本発明の方法の実施についての説明が続く。

10

20

30

40

50

## 【0032】

この方法の第1のステップでは、壁1がレーザを用いて穴を開けられる。レーザ穴開け技術は、当業者には知られており、エレクトロエロージョン技術よりも速く、費用がかからないという利点を呈する。

## 【0033】

次に、第2のステップでは、拡散部分9に対応するくぼみは、エレクトロエロージョンによって外側面5の壁1内に形成される。必然的に、この第2のステップは第1のステップの前に行なわれ得る。

## 【0034】

この第2のステップには、図2に示されるタイプの電極20が使用される。電極の先端22は丸みを帯びた端部24を有し、かつ横方向の円錐面25の平面26を含む円錐23の形であるが、電極21の本体は円筒形である。平面26は端部24の近傍にある先端部から最大以上に広がった円錐23の部分まで、円錐23の1面上に延在する。円錐23の軸Eは平面26に交差せず、したがって平面は円錐23の端頂点24と交差しない。円錐23は平面26に垂直の対称Sの平面に関して対称であり、円錐23の軸Eを含んでいる。平面の側縁端27と平面Sとの間に画成されたフレアの半角Yは10°から30°の範囲にあり、好ましくは15°に近い。

10

## 【0035】

図1に示されるように、拡散部分9に対応するくぼみはエレクトロエロージョンによって形成され、電極20の先端22を外側面5を介して壁1に押し込むことによって、平面26が上記外側面5に対向するよう配置されている。有利には、この操作中円錐23の軸Eは孔7の軸Bに平行になるよう配向され、これらの軸が好ましくは軸Bが壁1により近くなるようにずらされている。

20

## 【0036】

縁15の注ぎ口12の存在および大きさ、すなわち後方に延在する程度が、端部24の曲率半径および電極20が押し込まれる深さによって決まることがわかる。

## 【0037】

一般に、くぼみを形成する場合、オリフィス11の正面の底の前端部13、および2つの縁端17を形成する前端部13の両側面と接する、オリフィス11の後ろおよび側面のアサガオ形に広がった縁15を形成するように、電極20の形、さらに詳細には円錐23の形、丸みを帯びた端部24の曲率半径および平面26の位置（フレアの半角Y）、電極の位置、さらに詳細には孔7の軸Bに対する円錐23の軸Eの方向、および壁1内への電極20の穴開け深さが選択される。これらの縁端は、弱い区域を作り出すのを防止するために十分に丸みがつけられている（図5参照）。

30

## 【0038】

後縁15の存在によって、拡散部分9が孔7に対する一定の量の許容誤差で作られるのを可能にする。このことは、破線がオリフィス11が拡散部分9に対して占め得るさまざまな位置を示す図4に示されている。図に示されるように、示されたすべての例において、オリフィス11は冷気の流れが拡散部分9によって導かれ、それによって外側面5の適切な冷却が保証されるような位置で、完全に外に開かれて拡散部分9に入り込む。必然的に、実線で示されるようにオリフィス11が実質的に外に開かれて拡散部分9の底に入り込む時に、より良い拡散が得られる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0039】

【図1】冷却流路を含む本発明の壁要素の例を示す断面である。

【図2】図1の流路の拡散部分を作るために用いられる電極の先端の斜視図である。

【図3】壁の外側面に直交する方向I I Iに沿って現れて見える、図1の流路の平面図である。

【図4】方向I Vに沿って、すなわち流路の穴開き軸に沿って現れて見える、図1の流路の図である。

50

【図5】図3の平面V-V上の断面図である。

【符号の説明】

【0040】

1 ガスターインプレードの壁

3 内側面

4 内側冷却路

5 壁の外側面

6 流路

7 孔

9 拡散部分

11 オリフィス

12 注ぎ口

13 前端部

15 縁

17 縁端

20、21 電極

22 電極の先端

23 円錐

24 端部

25 円錐面

26 平面

27 平面の側縁端

10

20

【図1】

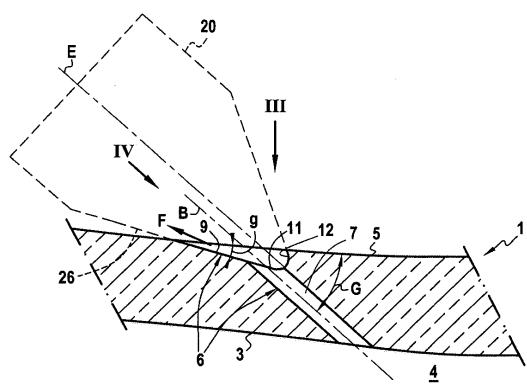


FIG.1

【図2】

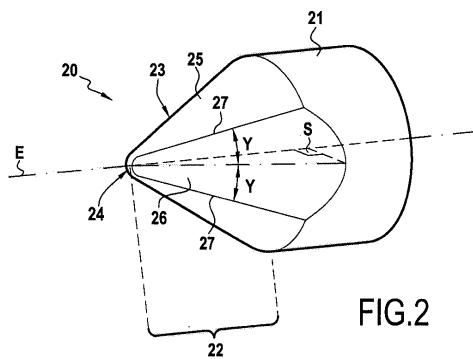


FIG.2

【図3】

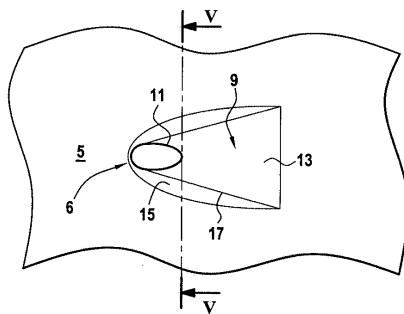
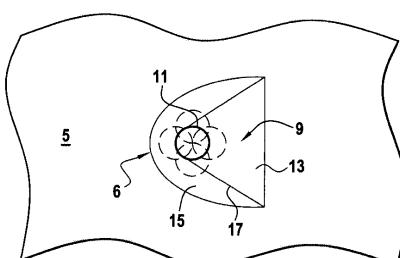


FIG.3

【図4】



【図5】

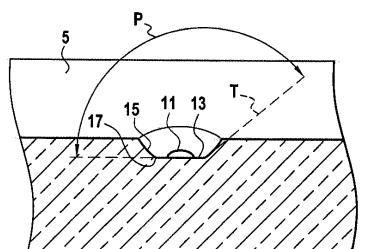


FIG.5

---

フロントページの続き

(74)代理人 100124855  
弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 エマニユエル・カミ  
フランス国、13710・フュボー、リュ・ドウ・ラ・リパブリク・32

(72)発明者 ロラン・クルイボワ  
フランス国、91800・ブリュノワ、リュ・ドウ・ラ・ポステ・23

(72)発明者 ジヤン・ピエール・マレ  
フランス国、77590・シヤルトレット、ル・ムラン・ア・ボン・2

(72)発明者 デイデイエ・パスキエ  
フランス国、77310・ボワシイズ・ル・ロワ、プラス・デ・ダム・ドユ・リス・1

審査官 出口 昌哉

(56)参考文献 特開2005-090511(JP, A)  
特開2000-141069(JP, A)  
特開2000-064806(JP, A)  
米国特許第06183199(US, B1)  
米国特許第6307175(US, B1)  
米国特許第5609779(US, A)  
米国特許第4684323(US, A)  
米国特許第4650949(US, A)  
欧州特許出願公開第0267718(EP, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/18, 9/00 - 9/06  
F02C 7/00  
B23H 1/00 - 11/00