

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-61414

(P2005-61414A)

(43) 公開日 平成17年3月10日(2005.3.10)

(51) Int.Cl.⁷

F O 1 D 11/08

F O 1 D 5/16

F I

F O 1 D 11/08

F O 1 D 5/16

テーマコード (参考)

3 G 0 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-234995 (P2004-234995)
(22) 出願日 平成16年8月12日 (2004.8.12)
(31) 優先権主張番号 10/639, 473
(32) 優先日 平成15年8月13日 (2003.8.13)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
GENERAL ELECTRIC CO
MPANY
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタデイ、リバーロード、1 番

(74) 代理人 100093908
弁理士 松本 研一

(74) 代理人 100105588
弁理士 小倉 博

(74) 代理人 100106541
弁理士 伊藤 信和

(74) 代理人 100129779
弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

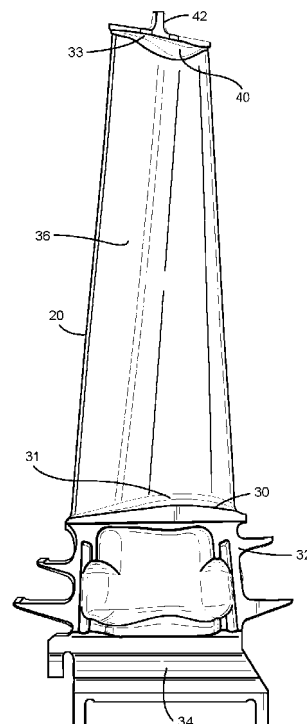
(54) 【発明の名称】 タービンバケット用の円錐形先端シュラウドフィレット

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、可変円錐形フィレットを提供する。

【解決手段】 タービンバケット翼形部(20)は、翼形部先端(33)と先端シュラウド(42)との交差部の周りの円錐形フィレット(40)を有し、該円錐形フィレットは、表Iに記載したX及びYの座標値、オフセット量O1、オフセット量O2及びR h oに従った基準輪郭を有する。フィレットの形状は、各X、Y位置における $D1/(D1+D2)$ の形状パラメータ比の値の関数として、放物線等とすることができる。ここでD1は、オフセット量O1及びO2により決定されるエッジ点(56、58)間の翼弦(60)に沿った中間点(59)とフィレット表面上のショルダ点(62)との間の距離であり、D2は、ショルダ点(62)と翼形部先端及び先端シュラウドの交差部におけるアベックス位置(52)との間の距離である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

翼形部 (3 6) と、翼形部先端 (3 3) と、先端シュラウド (4 2) と、前記翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りのフィレット (4 0) とを有し、

前記フィレットが、前記交差部の周りで該交差部の周りにおける局所応力の関数として可変であるフィレット輪郭を有する、タービンバケット (2 0) 。

【請求項 2】

前記交差部の 1 つの点におけるフィレット輪郭が、放物線、楕円及び双曲線のうちの 1 つである、請求項 1 記載のタービンバケット。

10

【請求項 3】

前記交差部の別の点におけるフィレット輪郭が、前記交差部の 1 つの点における放物線、楕円及び双曲線の 1 つとは異なる曲線である、請求項 2 記載のタービンバケット。

【請求項 4】

翼形部 (3 6) と、翼形部先端 (3 3) と、先端シュラウド (4 2) と、前記翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りのフィレット (4 0) とを有し、

前記フィレットが、表 I に記載した X 及び Y の座標値、オフセット量 O 1、オフセット量 O 2 及び R h o に実質的に従った基準輪郭を有し、

前記 X 及び Y は、前記翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りの個別のアベックス位置をインチで定め、

20

前記オフセット量 O 1 及びオフセット量 O 2 は、前記翼形部表面及び先端シュラウド下面に沿って投影した各それぞれの X、Y 位置におけるそれぞれ該翼形部表面及び先端シュラウド下面に対して垂直なインチで表した距離であり、オフセット面が互いに交差 (5 4) して該オフセットの交差位置からそれぞれ先端シュラウド下面及び翼形部表面上への垂直投射線がエッジ点 (5 6、5 8) を定め、前記エッジ点が、前記それぞれの先端シュラウド及び翼形部の周りで接続されると前記フィレットの端縁部を形成するようになり、

前記 R h o は、各アベックス位置 (5 2) における $D 1 / (D 1 + D 2)$ の無次元形状パラメータ比であり、ここで D 1 は、前記フィレットエッジ点 (5 6、5 8) 間の翼弦 (6 0) に沿った中間点 (5 9) と前記フィレットの表面上のショルダ点 (6 0) との間の距離であり、D 2 は、前記ショルダ点と前記アベックス位置との間の距離であり、

30

各 X、Y 位置における前記先端シュラウド及び翼形部上のフィレットエッジ点が、前記形状パラメータ R h o に従ったショルダ点を通る滑らかな連続円弧により接続されて各アベックス位置において輪郭セクションを形成し、

各アベックス位置における前記輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて基準フィレット輪郭を形成する、タービンバケット (2 0) 。

【請求項 5】

前記フィレット (4 0) が、各対応するアベックス位置 (5 2) からそれぞれ前記先端シュラウド及び翼形部に沿ったエッジ点 (5 6、5 8) までの、表 I に記載したインチで表した A 及び B の直線距離を含む、請求項 4 記載のタービンバケット。

40

【請求項 6】

タービンの第 2 段の一部を形成している、請求項 4 記載のバケット。

【請求項 7】

前記フィレット輪郭が、任意のフィレット表面位置に対して垂直な方向に + / - 0 . 1 6 0 インチ以内のエンベロープ内に位置する、請求項 4 記載のバケット。

【請求項 8】

前記 X 及び Y 距離並びにオフセット量 1 及びオフセット量 2 が、拡大又は縮小されたフィレット輪郭を得るために、同一の定数又は数値の関数として拡大縮小可能である、請求項 4 記載のバケット。

【請求項 9】

50

前記フィレットが、各対応するアベックス位置からそれぞれ前記先端シュラウド及び翼形部に沿ったエッジ点までの、表Ⅰに記載したインチで表したA及びBの直線距離を含み、前記フィレット輪郭が、任意のフィレット表面位置に対して垂直な方向に $+/-0.160$ インチ以内のエンベロープ内に位置する、請求項4記載のタービンバケット。

【請求項10】

前記X及びY値がZ軸を有するデカルト座標系を形成し、前記バケット翼形部が翼形部形状を有し、該翼形部が、表ⅠⅠに記載したX、Y及びZのデカルト座標値に実質的に従った基準輪郭を有し、前記Z値は、前記翼形部の92%スパンにおけるものであり、前記表ⅠⅠ中のX及びY値は、滑らかな連続円弧により接続されると92%スパンにおける翼形部輪郭セクション(39)を形成するインチで表した距離であり、前記フィレット及び翼形部輪郭に対するX、Y及びZデカルト座標系が一致している、請求項4記載のタービンバケット。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タービンバケットの翼形部先端とバケット先端シュラウドとの間の可変円錐形フィレットに関し、具体的には、タービンバケットの部品寿命、性能及び製造容易性を向上させるような形状及び寸法にした円錐形フィレットに関する。

【背景技術】

【0002】

タービンバケットは一般的に、翼形部と、プラットフォームと、シャンクと、該バケットの半径方向内側端部に沿ったダブテールとを含み、また多くの場合、隣接するバケットの先端シュラウドと機械的に係合する、翼形部の先端における先端シュラウドを含む。従来型のタービンバケットの先端シュラウド及び翼形部は、典型的には先端シュラウドと翼形部先端との交差部の周りに、所定の大きさ及び通常は一定半径の単純なフィレット形状を備える。すなわち、翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りにフィレットを設ける際に、シュラウドフィレットにはほぼ一律の半径を使用した。フィレットは、翼形部と先端シュラウドとの間の応力集中を低下させた。

20

【0003】

一定半径のフィレットの使用によって応力は減少したが、翼形部と先端シュラウドとの間のフィレット内及びその周りの様々な位置又は点(Point)においてフィレット領域内の高い応力が局所的に生じ、そのような局所応力によりバケット寿命の大きな低下を招くことが発見された。従って、一定半径のフィレットを設けることによって応力は減少したが、重要部位における高い局所応力は、依然として存在していた。これらの応力は、先端シュラウドのクリープ寿命を低下させ、それによってバケットの早期破損を招くおそれがあった。1つのバケットの破損が修理のためにタービンの使用を中止する原因となることも分かるであろう。これは多大な時間を要しかつ費用のかかる機械停止であり、顧客及びタービン製造者が、非生産性、労力、部品修理、機械停止時間及び交換に起因するより大きい出費を被る原因となる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、フィレットの質量を減少させるだけでなくフィレットの周りの高い局所応力を考慮してより均一な応力分布を得るように、バケットの翼形部先端と先端シュラウドとの間のフィレットを特別構成し、それによって先端シュラウドのクリープ寿命を延ばす必要性が生じてきた。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の好ましい実施形態によると、翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りの高い局所応力の関数としてフィレットの寸法及び構成を変えることによってフィレットの

50

クリーブと同時に質量を最小にする、翼形部先端と先端シュラウドとの間の可変円錐形フィレットを提供する。可変円錐形フィレットの輪郭は、翼形部と先端シュラウドとの交差部の周りにおけるオフセット量 O_1 、オフセット量 O_2 、 Rho 及び個別の X 、 Y アベックス位置の関数である。オフセット量 O_1 は、翼形部表面に沿って投影した各アベックス位置における翼形部表面に対して垂直な距離であり、オフセット量 O_2 は、先端シュラウド下面に沿って投影した各アベックス位置における先端シュラウド下面に対して垂直に延びる距離である。オフセット量 O_1 及び O_2 の交差位置から翼形部表面及び先端シュラウド下面上に投射した法線が、エッジ点を定め、このエッジ点が、それぞれの先端シュラウド及び翼形部の周りで接続されるとフィレットの端縁部を形成する。オフセット量は、有限要素応力解析によって応力を最小にするように決定される。 Rho は、各アベックス位置におけるフィレットの形状を定める形状パラメータである。翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りの様々な X 及び Y 位置においてこれらの係数を用いることにより、各位置におけるフィレットが該フィレットの周りに応力を均一に分布させるような可変構成の輪郭になり、同時にバケットフィレットに付加する質量を最小にすることが可能となる。従って、フィレットの形状は、検討中の特定の位置における応力解析によって決定されたように先端シュラウド又は翼形部に向かって偏倚され、それによって、高い局所応力に対処しかつフィレットの質量を最小にする。

10

【0006】

具体的には、好ましい実施形態では、本発明の最適化した円錐形先端シュラウドフィレットは、先端シュラウドと翼形部先端との交差部の周りの15個の位置又は点によって定まり、各位置が、その位置におけるフィレットの範囲及び形状を定める3つのパラメータ、すなわちオフセット量 O_1 、オフセット量 O_2 及び Rho を持つ。これらのパラメータに従って交差部の周りでフィレットを変化させることによって、フィレットにおけるバケットの質量を最小にしながら、先端シュラウドのクリーブ寿命を最大にすることができる。92個のバケットを有する3段タービンの第2段の先端シュラウド/翼形部フィレットにおける特定の位置及びパラメータを下記の表Iに記載する。クリーブ寿命を最大にしかつバケット質量を減少させる目的を達成するのに十分なロバストなエンベロープ内にフィレットの形状を維持しながら、これらのパラメータを適用する位置の数を変えることができることが分かるであろう。

20

【0007】

本発明による好ましい実施形態では、翼形部と、翼形部先端と、先端シュラウドと、該翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りのフィレットとを有し、該フィレットが、交差部の周りの局所応力の関数として該交差部の周りで可変であるフィレット輪郭を有するタービンバケットを提供する。

30

【0008】

本発明による別の好ましい実施形態では、タービンバケットを提供し、本タービンバケットは、翼形部と、翼形部先端と、先端シュラウドと、該翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りのフィレットとを有し、フィレットは、表Iに記載した X 及び Y の座標値、オフセット量 O_1 、オフセット量 O_2 及び Rho に実質的に従った基準輪郭を有し、 X 及び Y は、翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りの個別のアベックス位置をインチで定め、オフセット量 O_1 及びオフセット量 O_2 は、翼形部表面及び先端シュラウド下面に沿って投影した各それぞれの X 、 Y 位置におけるそれぞれ該翼形部表面及び先端シュラウド下面に対して垂直なインチで表した距離であり、オフセット面が互いに交差して該オフセット面の交差位置からそれぞれ先端シュラウド下面及び翼形部表面上への垂直投射線がエッジ点を定め、これらエッジ点は、それぞれの先端シュラウド及び翼形部の周りで接続されるとフィレットの端縁部を形成するようになり、 Rho は、各アベックス位置における $D_1 / (D_1 + D_2)$ の無次元形状パラメータ比であり、ここで D_1 は、フィレットエッジ点間の翼弦に沿った中間点とフィレットの表面上のショルダ点との間の距離であり、 D_2 は、ショルダ点とアベックス位置との間の距離であり、各 X 、 Y 位置における先端シュラウド及び翼形部上のフィレットエッジ点が、形状パラメータ Rho に従ったショ

40

50

ルダ点を通る滑らかな連続円弧により接続されて各アベックス位置において輪郭セクションを形成し、各アベックス位置における輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて基準フィレット輪郭を形成する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

ここで図面、特に図1を参照すると、複数のタービン段を含むガスタービン12の、全体を符号10で表した高温ガス流路が示されている。ここには、3つの段が示されている。例えば、第1段は、複数の円周方向に間隔を置いて配置されたノズル14及びバケット16を含む。ノズルは、互いに円周方向に間隔を置いて配置され、ロータの軸線の周りに固定される。もちろん、第1段バケット16は、ロータホイール19を介してタービンロータ17に取付けられる。タービン12の第2段も示されており、第2段は、複数の円周方向に間隔を置いて配置されたノズル18と、ロータホイール21を介してロータ17に取付けられた複数の円周方向に間隔を置いて配置されたバケット20とを含む。さらに、複数の円周方向に間隔を置いて配置されたノズル22と、ロータホイール23を介してロータ17に取付けられたバケット24とを含む第3段も示されている。ノズル及びバケットは、タービンの高温ガス流路10内に位置しており、高温ガス流路10を通る高温ガスの流れの方向が、矢印26により示されていることが分かるであろう。

10

【0010】

第2段の各バケット20には、プラットフォーム30と、シャンク32と、ロータホイール21上の相補形状の嵌合ダブテール(図示せず)と連結するためのほぼ軸方向挿入式又は軸方向挿入式に近いダブテール34とが設けられる。各バケット20が、例えば図2に示すように、バケット翼形部36を有することも分かるであろう。従って、バケット20の各々は、翼形部根元31からバケット先端33までの任意の断面において翼形の形状になっているバケット翼形部輪郭を有する。

20

【0011】

ここで図2～図6を参照すると、バケット20は、翼形部36の先端と先端シュラウド42との間にフィレット40を含む。図2、図3及び図8に示すように、先端シュラウド42は、固定シュラウドとの間をシールするための、円周方向に延びかつカッタ歯44を有するシール44を含む。フィレット40は、翼形部の先端と先端シュラウド42との交差部の周りで延びる。本発明によると、フィレット40は、先端シュラウドと翼形部先端との交差部の周りで、該交差部の周りにおける局所応力の位置の関数としてクリープと同時にフィレットの質量を最小にするような大きさ及び構成とされる。すなわち、フィレットの形状は、交差部の周りの各位置における応力解析に従って先端シュラウド又は翼形部に向かって偏倚されて、高い局所応力に対処しかつ各そのような位置におけるフィレットの質量を最小にする。

30

【0012】

本発明の好ましい実施形態では、先端シュラウドフィレット40は、先端シュラウドと翼形部先端との交差部の周りのX、Y座標系の15個の点P1～P15(図9)によって定まる。各X、Y位置において、フィレットの構成は、3つのパラメータ、すなわちオフセット量1(O1)、オフセット量2(O2)及びRhoによって決定される。これらのパラメータを用いて可変円錐形フィレット40を定めることにより、バケットの質量を最小に維持しながら、先端シュラウドのクリープ寿命が最適化される。

40

【0013】

具体的には、また図9を参照すると、図9にはX軸がY=0で水平に延び、Y軸がX=0で垂直に延び、かつ各軸が原点48において交差したX、Y座標系が示されている。原点48は、翼形部のスタック(積み重ね)軸線に沿って半径方向に延びる。X、Y座標及び原点は、2003年6月13日に出版した米国特許出願番号第10/460,205号に記載したものと同一のX、Y座標を用いており、該特許出願の内容は、参考文献として本明細書に組み込まれる。図9にはさらに、位置を定める数字が後に続いた文字Pで表した、翼形部36と先端シュラウド42の下面との交差部の周りの複数の位置が示されており

50

、該交差部は、図 7 において符号 5 2 で示したアベックス位置として表されている。下記の表 I において、位置 (Point) P 1 ~ P 1 5 が、この表に記載した X、Y 座標によって定められる。

【 0 0 1 4 】

円錐形フィレット 4 0 の構成は、3 つのパラメータ、すなわちオフセット量 1、オフセット量 2 及び R h o に基づいて各 X、Y 位置において決まる。図 7 に示す O 1 で表したオフセット量 1 は、翼形部表面に沿って投影した P で表した各 X、Y 位置における翼形部 3 6 からの法線に沿ったインチで表した距離 (Offset 1 From the Airfoil) である。オフセット量 O 2 は、先端シュラウドの下面に沿って投影した各 X、Y 位置 P における先端シュラウド 4 2 からの法線に沿った距離 (Offset 2 From the tip shroud) をインチで定める。オフセット量 O 1 及び O 2 は、先端シュラウドと翼形部先端との交差部の周りの各位置における反復プロセスによる有限応力解析によって決定され、フィレットの周りにおけるより均一な応力分布をもたらし、同時にフィレット領域におけるバケット質量を最小にする。オフセット O 1 及び O 2 は、図 7 の符号 5 4 において交差する。交差位置 5 4 から先端シュラウド及び翼形部上への垂直投射線により、それぞれエッジ点 5 6 及び 5 8 が定まり、それらエッジ点は、それぞれの先端シュラウド及び翼形部の周りで接続されるとフィレットの端縁部を形成する。

【 0 0 1 5 】

R h o は、各位置 P における無次元形状パラメータ比である。R h o は、 $D 1 / (D 1 + D 2)$ の比であり、ここで、図 8 に示すように、D 1 は、エッジ点 5 6 及び 5 8 間で延びる翼弦 6 0 の中間点 5 9 とフィレット 4 0 の表面上のショルダ点 6 2 との間の距離であり、D 2 は、ショルダ点 6 2 とアベックス位置 5 2 との間の距離である。従って、形状パラメータ R h o に従ったショルダ点 6 2 を通る滑らかな連続円弧でオフセット量 1 及び 2 によって決定されたエッジ点 5 6 及び 5 8 を接続することにより、応力を最小にする各アベックス位置 P におけるフィレット輪郭セクションが形成される。フィレットの表面形状、すなわち各位置 P におけるフィレット輪郭セクション 6 4 が互いに滑らかに結合されて翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りに基準フィレット輪郭を形成することが分かるであろう。図 8 を再度見ると、フィレット表面の形状 6 4 を R h o の値に応じて変化させることができることが分かるであろう。例えば、小さい値の R h o は、極めて平坦な円錐形表面を形成し、一方、大きい R h o 値は、極めて先が尖った円錐形を形成する。従って、R h o 値は、 $R h o = 0.5$ において放物線形状を、R h o が 0.0 より大きくかつ 0.5 より小さい場合に楕円形状を、また R h o が 0.5 より大きくかつ 1.0 より小さい場合に双曲線形状を有する円錐形の形状を決定する。

【 0 0 1 6 】

X、Y 座標値と共に、パラメータ、すなわちオフセット量 1 (O 1)、オフセット量 2 (O 2)、D 1、D 2 及び R h o を下記の表 I に示す。

表 I

【 0 0 1 7 】

【表 1】

Point	X	Y	Z	Z Centerline	Offset 1 From the Airfoil	Offset 2 from the tip Shroud	A	B	D1	D2	Rho
P1	-0.793	1.272	10.669	34.769	0.070	0.070	0.085	0.083	0.031	0.031	0.50
P2	-0.548	1.101	10.725	34.825	0.150	0.100	0.191	0.133	0.063	0.063	0.50
P3	-0.349	0.907	10.769	34.869	0.200	0.175	0.238	0.220	0.088	0.088	0.50
P4	-0.089	0.527	10.831	34.931	0.310	0.325	0.368	0.371	0.113	0.169	0.40
P5	0.135	0.157	10.882	34.982	0.575	0.375	0.640	0.465	0.170	0.255	0.40
P6	0.334	-0.178	10.924	35.024	0.475	0.340	0.522	0.411	0.160	0.195	0.45
P7	0.459	-0.387	10.949	35.049	0.325	0.285	0.357	0.331	0.130	0.130	0.50
P8	0.546	-0.522	10.965	35.065	0.225	0.230	0.243	0.250	0.095	0.095	0.50
P9	0.717	-0.721	10.998	35.098	0.070	0.070	0.068	0.066	0.025	0.025	0.50
P10	-0.595	1.346	10.705	34.805	0.400	0.275	0.370	0.225	0.090	0.110	0.45
P11	-0.312	1.179	10.769	34.869	0.600	0.450	0.527	0.349	0.115	0.170	0.40
P12	-0.074	0.875	10.828	34.928	0.500	0.400	0.448	0.330	0.103	0.155	0.40
P13	0.140	0.541	10.880	34.980	0.250	0.300	0.213	0.267	0.070	0.085	0.45
P14	0.345	0.164	10.927	35.027	0.150	0.175	0.122	0.157	0.045	0.045	0.50
P15	0.646	-0.466	10.990	35.090	0.100	0.100	0.085	0.091	0.028	0.028	0.50

10

【0018】

表 I における A 及び B の値は、エッジ点のオフセット O 1 及び O 2 の交差位置（アペックス位置）までのインチで表した距離である。表 I における Z 値は、翼形部の高さであり、Z' は、回転軸線と翼形部先端との間 (Centerline) の距離である。X - Y 平面に対して垂直に延びる半径方向 Z 軸の位置は、バケットのシャンク 34 における所定の基準面に対して決定される。具体的には図 3 及び図 4 を参照すると、Z 軸は、X 軸に沿って前方バケットタング 68（図 3）の前端縁 66 から 1.866 インチの位置にあり、かつバケットのシャンクに対して垂直な方向にシールピン 72（図 4）の外端縁 70 から 0.517 インチの位置にある。それぞれのピン 72、73 外端縁間の距離は 1.153 インチ（図 4）であることに注目されたい。従って、Z 軸の位置はまた、座標 X = 0、Y = 0 を定める。Z 軸上の Z = 0 の点（図 3）は、バケットがホイール上に取付けられたときにロータの中心線から 24.1 インチの位置にある。ピン 72 及び 73 の直径は、0.224 インチである。

20

30

【0019】

表 I に示すフィレット 40 の表面構成を決定する値は基準フィレットに対するものであることも理解されたい。従って、表 I により決定されたフィレット表面構成 64 に対して、あらゆる被膜厚さを含む一般的な ± 製造公差、すなわち ± 値が加算される。従って、フィレット 40 に沿った任意の表面位置に対して垂直な方向に ± 0.160 インチの距離が、この特定のフィレット 40 に対するフィレット輪郭エンベロープ、すなわち上記の表 I によって示したフィレットの理想的な構成と基準の低温又は室温でのフィレット構成との間の差異の範囲を定める。このフィレット構成は、この差異の範囲にロバストであり、フィレット領域の周りにおける所望の均一な応力分布を維持しながら、機械的機能及び空気力学的機能を損なうことがない。

40

【0020】

さらに、表 I は、翼形部先端と先端シュラウドとの交差部の周りのフィレット輪郭を定める。この輪郭を定めるために、任意の数の X、Y 位置を用いることができる。従って、表 I により定まる輪郭が該表 I に示した位置の間を延びる滑らかな曲線によって接続されると、該表 I の値により定まる輪郭は、より少ない X、Y 位置を用いて定められる輪郭のみならず、示された X、Y 位置の中間のフィレット輪郭をも包含する。

【0021】

また、上記の表に開示したフィレットは、他のタービンにおける他の類似のフィレット設計において使用するために、幾何学的に拡大又は縮小することができることも理解され

50

たい。例えば、X、Y座標値と同時にオフセット量O1及びO2は、それらの値を定数により乗算又は除算することにより拡大又は縮小して、フィレット40の拡大又は縮小バージョンを形成することができる。Rho値は、無次元値であるため、定数により乗算又は除算されることはない。

【0022】

上に特定したフィレットを定めるために及び翼形部を定めるために用いられるデカルト座標系は共通であるので、フィレットは翼形部に対して定めることができることも理解されたい。従って、フィレットは、該フィレットの直ぐ半径方向内側の92%スパンにおける各第2段バケット翼形部36の翼形部形状に対して定めることができる。下記の表IIに示すX、Y及びZ値のデカルト座標系は、92%スパンにおけるバケット翼形部の輪郭を定める。92%スパンにおけるZ座標値は、10.410インチであるのが好ましく、その場合Z=0値は、ロータ中心線から半径方向Z軸に沿って24.1インチにあるのが好ましい。X、Y座標の座標値は、表IIにインチで記載しているが、数値が適当に換算される場合、他の寸法単位を用いることもできる。デカルト座標系は、直交関係のX、Y及びZ軸を有しており、X軸は、タービンロータ中心線、すなわち回転軸線に平行に位置し、正のX座標値は、後方、すなわちタービンの排出端部に向う軸方向である。後方に向かって見たときの正のY座標値は、ロータの回転方向における接線方向に延びており、また正のZ座標値は、バケット先端に向かう半径方向外向き方向である。

10

【0023】

X及びY値を滑らかな連続円弧で接続することにより、92%スパンにおける輪郭セクション39が確定される。フィレットの点及び92%スパンにおける翼形部輪郭を定める点のX、Y座標系に対する共通のZ軸原点を用いることにより、フィレットの表面構成は、92%スパンにおける翼形部輪郭に対して定まる。他のパーセントスパンを用いてこの関係を定めることもでき、用いた92%スパンは、単に例示的なものである。フィレット及び92%スパンにおける翼形部輪郭を表すこれらの値は、周囲温度、非作動状態又は非高温状態におけるものであり、また被膜のない表面に対するものである。

20

【0024】

フィレット40と同様に、翼形部の実輪郭には、考慮しなければならない一般的な製造公差及び被膜が存在する。従って、表IIに示した92%スパンにおける輪郭の値は、基準翼形部に対するものである。従って、あらゆる被膜厚さを含む一般的な±製造公差、すなわち±値が下表IIに示したX及びY値に加算されることが分かるであろう。従って、92%スパンにおける翼形部輪郭に沿った任意の表面位置に対して垂直な方向に±0.160インチの距離が、翼形部輪郭エンベロープ、すなわち基準の低温又は室温での実際の翼形部表面上で測定した点とそれと同一の温度での下表IIに示したそれらの点の理想的な位置との間の差異の範囲を定める。92%スパンにおけるバケット翼形部は、この差異の範囲にロバストであり、機械的機能及び空気力学的機能を損なうことがない。

30

【0025】

表II

【0026】

【表 2】

X	Y	Z'	X	Y	Z'	X	Y	Z'
-0.815	1.203	10.410	0.308	-0.119	10.410	0.367	0.129	10.410
-0.812	1.158	10.410	0.331	-0.157	10.410	0.346	0.168	10.410
-0.783	1.126	10.410	0.354	-0.196	10.410	0.325	0.208	10.410
-0.740	1.112	10.410	0.377	-0.234	10.410	0.304	0.247	10.410
-0.697	1.100	10.410	0.400	-0.273	10.410	0.282	0.287	10.410
-0.655	1.086	10.410	0.424	-0.311	10.410	0.260	0.326	10.410
-0.613	1.070	10.410	0.447	-0.349	10.410	0.239	0.365	10.410
-0.573	1.050	10.410	0.470	-0.387	10.410	0.216	0.404	10.410
-0.534	1.028	10.410	0.494	-0.425	10.410	0.194	0.442	10.410
-0.497	1.003	10.410	0.517	-0.463	10.410	0.171	0.481	10.410
-0.462	0.975	10.410	0.541	-0.501	10.410	0.148	0.519	10.410
-0.428	0.946	10.410	0.565	-0.539	10.410	0.125	0.558	10.410
-0.396	0.915	10.410	0.589	-0.577	10.410	0.101	0.596	10.410
-0.365	0.883	10.410	0.613	-0.614	10.410	0.077	0.633	10.410
-0.335	0.849	10.410	0.637	-0.652	10.410	0.053	0.671	10.410
-0.305	0.815	10.410	0.661	-0.690	10.410	0.028	0.708	10.410
-0.277	0.781	10.410	0.685	-0.728	10.410	0.003	0.745	10.410
-0.249	0.746	10.410	0.715	-0.761	10.410	-0.022	0.782	10.410
-0.222	0.710	10.410	0.757	-0.757	10.410	-0.048	0.819	10.410
-0.195	0.674	10.410	0.774	-0.718	10.410	-0.075	0.855	10.410
-0.169	0.638	10.410	0.758	-0.676	10.410	-0.102	0.891	10.410
-0.143	0.602	10.410	0.739	-0.636	10.410	-0.129	0.926	10.410
-0.118	0.565	10.410	0.720	-0.595	10.410	-0.157	0.961	10.410
-0.093	0.528	10.410	0.701	-0.554	10.410	-0.186	0.995	10.410
-0.068	0.490	10.410	0.683	-0.514	10.410	-0.216	1.028	10.410
-0.044	0.453	10.410	0.664	-0.473	10.410	-0.247	1.061	10.410
-0.019	0.415	10.410	0.645	-0.433	10.410	-0.278	1.092	10.410
0.005	0.377	10.410	0.626	-0.392	10.410	-0.311	1.123	10.410
0.029	0.340	10.410	0.607	-0.352	10.410	-0.345	1.152	10.410
0.052	0.302	10.410	0.587	-0.311	10.410	-0.380	1.179	10.410
0.076	0.264	10.410	0.568	-0.271	10.410	-0.417	1.204	10.410
0.099	0.226	10.410	0.548	-0.231	10.410	-0.456	1.227	10.410
0.123	0.187	10.410	0.529	-0.191	10.410	-0.496	1.247	10.410
0.146	0.149	10.410	0.509	-0.151	10.410	-0.538	1.263	10.410
0.169	0.111	10.410	0.489	-0.110	10.410	-0.581	1.276	10.410
0.193	0.073	10.410	0.469	-0.070	10.410	-0.625	1.284	10.410
0.216	0.034	10.410	0.449	-0.030	10.410	-0.669	1.286	10.410
0.239	-0.004	10.410	0.428	0.010	10.410	-0.714	1.281	10.410
0.262	-0.042	10.410	0.408	0.049	10.410	-0.756	1.266	10.410
0.285	-0.081	10.410	0.387	0.089	10.410	-0.792	1.240	10.410

10

20

30

40

【0027】

従って、フィレット40を定めるのに用いたのと同じのデカルト座標系で92%スパンにおける翼形部輪郭を定めることにより、フィレットと翼形部との間の関係が確立される。

【0028】

現在最も実用的かつ好ましい実施形態であると考えられるものに関して本発明を説明してきたが、本発明は、開示した実施形態に限定されるものではなく、また、特許請求の範

50

図に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の好ましい実施形態による円錐形先端シュラウドフィレットを有する第2段バケット翼形部を示す、多段ガスタービンを通る高温ガス流路の概略図。

【図2】ほぼ円周方向に見た、図1の第2段バケットの一側の側面図。

【図3】ほぼ円周方向に見た、図1の第2段バケットの他側の側面図。

【図4】図3に示すバケットの部分拡大正面図。

【図5】図3の線5-5のほぼ周りで取った翼形部及び先端シュラウドの断面図。

10

【図6】バケット先端における円錐形先端シュラウドフィレットの拡大側面図。

【図7】図5の線7-7のほぼ周りで翼形部及び先端シュラウドを取ったそれらの断面図

。

【図8】図5の線7-7のほぼ周りで翼形部及び先端シュラウドを取ったそれらの断面図

。

【図9】上記の表Iに記載したX、Y及びZ座標の位置を示す、半径方向内向きに見た先端シュラウドの端面図。

【符号の説明】

【0030】

20 タービンバケット

20

30 プラットフォーム

31 翼形部根元

32 シャンク

33 バケット先端

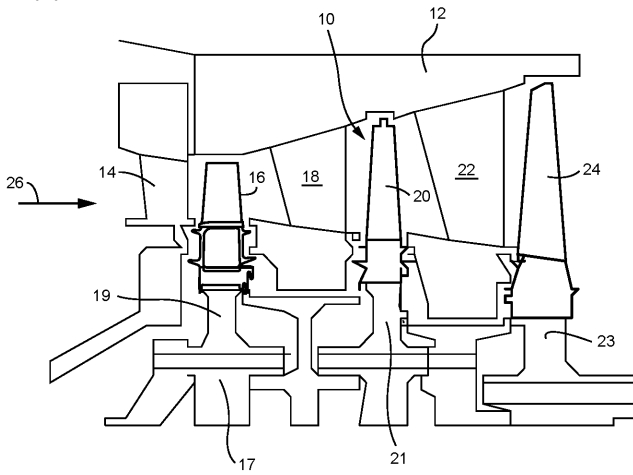
34 ダブテール

36 翼形部

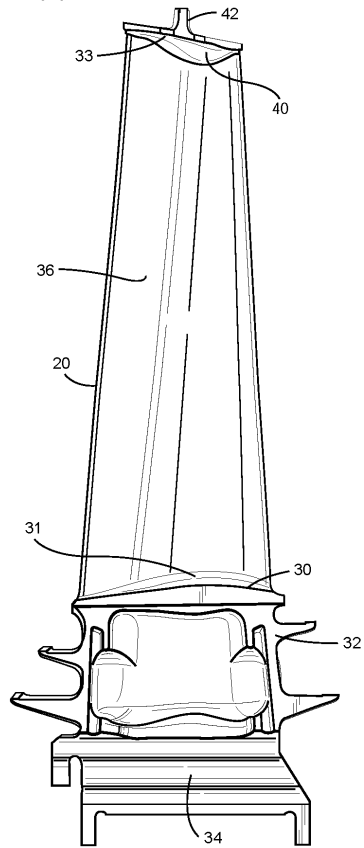
40 フィレット

42 先端シュラウド

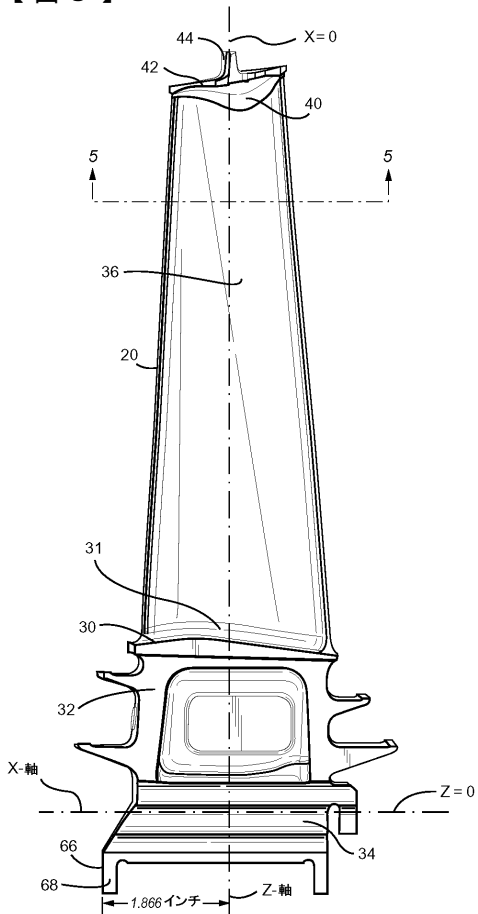
【図 1】



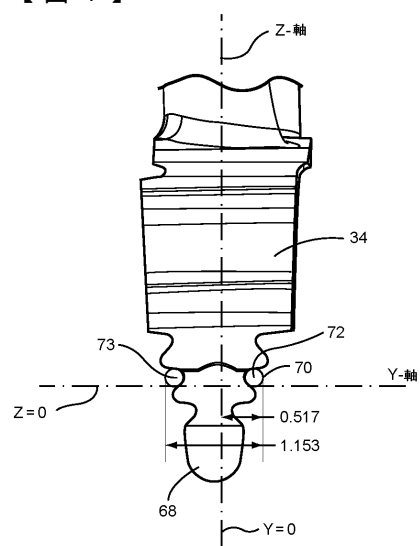
【図 2】



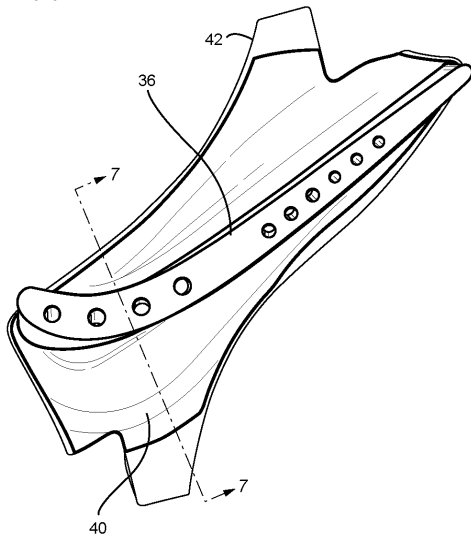
【図 3】



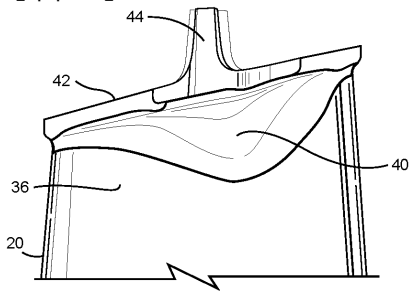
【図 4】



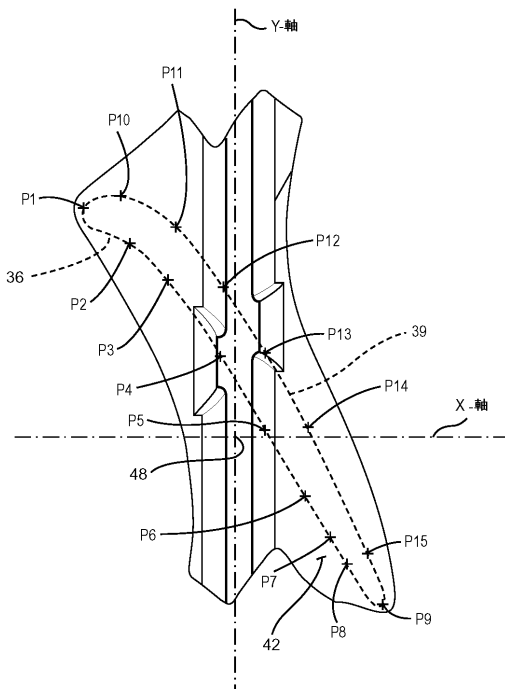
【図 5】



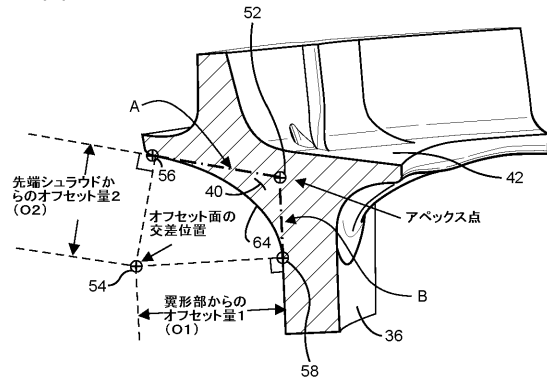
【図 6】



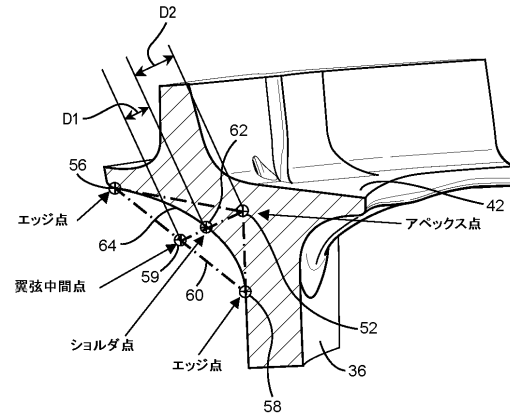
【図 9】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 スティーブン・エリック・トムベルク

アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、シンプソンビル、サマーウォーク・プレイス、300番

(72)発明者 マーヴィン・ルター・ニーリー

アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、モールドウィン、トレイルストリーム・ドライブ、8番

Fターム(参考) 3G002 BA02 BA06 BB01 BB02 BB03 HA04