

(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2005-106053

(P2005-106053A)

(43) 公開日 平成17年4月21日(2005.4.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 0 1 D 11/08

F 0 2 C 7/28

F I

F 0 1 D 11/08

F 0 2 C 7/28

テーマコード (参考)

3 G 0 0 2

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-233983 (P2004-233983)  
 (22) 出願日 平成16年8月11日 (2004.8.11)  
 (31) 優先権主張番号 10/638, 302  
 (32) 優先日 平成15年8月12日 (2003.8.12)  
 (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

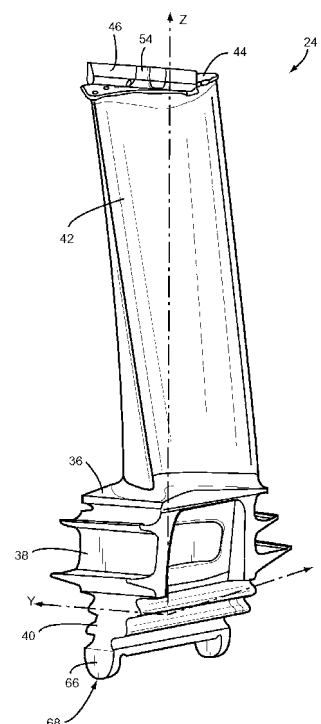
(54) 【発明の名称】 シュラウド付きタービンブレード上の中央設置式カッタ歯

## (57) 【要約】

【課題】 本発明は、カッタ歯（54）が端部間のほぼ中央に位置した第2段バケット用のシュラウドを提供する。

【解決手段】 タービンバケット（24）は、先端シュラウドシール（46）により支持された、固定シュラウド内の溝を広げるためのカッタ歯（54）を含み、カッタ歯が、X、Y及びZ軸を基準にして位置決めされた中心点を有し、ここで、X軸は軸方向に排気流れ方向に延び、Y軸はタービンバケットの回転方向に延び、またZ軸はX及びY軸の交点を通り半径方向に延びており、該中心点が、Y軸に沿ってX = 0の位置から約1 / 2インチの位置にあり、またZ軸が、バケットのシャンク（38）に対して垂直な方向に測定したとき、挿入ダブテール（40）に沿って延びたシールピンの外側端縁から0 . 5 1 7インチの位置にある。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

先端シュラウド（４４）、シャンク（３８）及び挿入ダブテール（４０）を有する翼形部（４２）と、

前記先端シュラウド（４４）から半径方向外向きに突出し、かつ該先端シュラウドの端部端縁間でタービン軸線の周りでの前記翼形部の回転方向に連続して延びた先端シュラウドシール（４６）と、

前記先端シュラウドシール（４６）により支持された、対向する固定シュラウド内の溝（５２）を広げるためのカット歯（５４）と、を含み、

前記カット歯（５４）が、 $X$ 、 $Y$ 及び $Z$ 軸を基準にして位置決めされた中心点（６３）を有し、ここで、 $X$ 軸は軸方向に排気流れ方向に延び、 $Y$ 軸はタービンバケットの回転方向に延び、また $Z$ 軸は $X$ 及び $Y$ 軸の交点を通り半径方向に延びており、

前記中心点が、 $Y$ 軸に沿って $X = 0$ の位置から約 $12.7\text{ mm}$ （ $1/2$ インチ）の位置にあり、また $Z$ 軸が、前記バケットのシャンクに対して垂直な方向に測定したとき、前記挿入ダブテールに沿って延びたシールピン（７２）の外側端縁から $13.1318\text{ mm}$ （ $0.517$ インチ）の位置にある、タービンバケット（２４）。

## 【請求項 2】

前記中心点（６３）が、 $Y$ 軸に沿って $14.9352\text{ mm}$ （ $0.588$ インチ）の位置にある、請求項 1 記載のタービンバケット。

## 【請求項 3】

$Z$ 軸が、 $X$ 軸に沿って測定したとき、前記タービンバケット挿入ダブテールの前部タング（６８）の前側端縁から $47.3964\text{ mm}$ （ $1.866$ インチ）の位置にある、請求項 1 記載のタービンバケット。

## 【請求項 4】

$Z$ 軸 = 0 の位置が、該タービンバケットがその上に取付けられるようになったロータの縦方向回転軸線から $612.14\text{ mm}$ （ $24.1$ インチ）の距離に確定され、前記先端シュラウドシール（４６）の半径方向最外側端縁が、前記 $Z$ 軸 = 0 の位置から $286.385\text{ mm}$ （ $11.275$ インチ）の位置にある、請求項 2 記載のタービンバケット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、翼形部先端シュラウドを有するタービンバケットに関し、具体的には、シュラウドの対向する端部間で延びた先端シールを有し、該先端シールに沿って設置されカット歯がバケットの回転方向においてシュラウドの対向する端部間のほぼ中央に位置した第 2 段バケット用のシュラウドに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

多くの場合、タービンバケットの翼形部は、先端シュラウドを備えている。シュラウドは、振動応力のために高サイクル疲労で翼形部が破損するのを防止する。先端シュラウドシールは、一般的にシュラウドの最外側面から半径方向外向きに突出し、かつシュラウドの対向する端部間で円周方向にタービンロータの回転方向に延びる。先端シュラウドシールは、通常、回転する先端シュラウドと対向する固定シュラウドに形成された溝内に半径方向に延びる。一部の設計では、固定シュラウドは、ハニカム経路を有する。先端シュラウドと固定シュラウドとの間に結果的に翼形部を不安定にするゼロ公差シールを設けるのではなくて、先端シュラウドシールを越える漏洩路を設けるのがこのような不安定性を排除することになり望ましいことが判明した。一般的に、先端シュラウドシールの幅よりも広い溝を固定シュラウドのハニカム経路内に切削するように、先端シュラウドシールの前縁にはカット歯が設けられる。これによって、溝内部における先端シュラウドシールの両側の高圧及び低圧領域間の漏洩流が可能になる。このことは、翼形部両側での望ましくな

10

20

30

40

50

い圧力降下の減少をもたらしてシール能力を低下させることになるが、効率の損失は、翼形部の安定性が向上することによって相殺される。

【0003】

しかしながら、歯の質量が、翼形部の質量中心と同じ半径方向線に位置していないので、この非対称的な設計は、特に高温時にバケット上のシュラウド下方のフィレット（すなわち、翼形部と先端シュラウドとの間の領域）内の応力を増大させることになることが明らかになってきた。高温時におけるこの応力の増大は、高いクリープ率を招き、例えば割れ又は裂けの発生により、ついにはシュラウドの破損を生じるおそれがある。ただ一つのバケットが破損するだけで必然的にタービンをオフラインにする原因になることが分かるであろう。その結果、先端シュラウドと翼形部との間のフィレット領域における応力の増大によるシュラウド破損により、時間と費用の掛かる修理が必要となり、その修理にはタービンをオフラインにすることに加えて修理を行うための労力と交換部品を必要とする。

10

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の例示的な実施形態によると、翼形部先端シュラウド上のカッタ歯が、シュラウドのほぼ中央部に、バケットの翼形部分の形状を定めるのに用いられるX、Y及びZ軸を基準にして設置される。さらに、翼形部分は、2003年6月13日に出願した米国特許出願第10/701534号に従って定められる。

【0005】

20

より具体的には、バケット翼形部輪郭は、必要な効率及び負荷要件を達成しそれによってタービン性能の向上が得られるような固有の点の軌跡により定められる。これらの固有の点の軌跡は、基準翼形部輪郭を定めるものであり、上で示した係属中の出願において記載するようなX、Y及びZデカルト座標によって特定される。正のX、Y及びZの方向は、それぞれタービンの排出端部に向かう軸方向、ロータホイールの回転方向の接線方向及びバケット先端に向かう半径方向外向き方向である。

【0006】

Z軸の位置は、バケットシャンク部分の一部の表面を基準点として用いてX及びY軸に対して決定される。この例示的な実施形態では、Z軸は、X軸に沿って前部バケットタングの前端縁から1.866インチでかつバケットのシャンクに対して垂直な方向に測定したとき、前記挿入ダブテールに沿って延びたシールピンの外側端縁から0.517インチの位置にある。Z軸は、半径方向外向きに延びて先端シュラウドを通過し、そしてカッタ歯の中心がX=0の位置でY軸に沿って0.588インチの位置にあるべきであると判断された。

30

【0007】

上述のようにカッタ歯を位置させることによって、先端シュラウドフィレット内で応力が最小となる。この位置は、先端シュラウドの重心とほぼ一致しているが、このことは必ずしも必要条件ではない。この応力が減少することにより、多くの場合部品の寿命制限位置となるフィレットのクリープ寿命が延びる。

【0008】

40

従って、1つの態様では、本発明はタービンバケットに関し、本タービンバケットは、先端シュラウド、シャンク及び挿入ダブテールを有する翼形部と、先端シュラウドから半径方向外向きに突出し、かつ先端シュラウドの端部端縁間でタービン軸線の周りでの翼形部の回転方向に連続して延びた先端シュラウドシールと、先端シュラウドシールにより支持された、対向する固定シュラウド内の溝を広げるためのカッタ歯とを含み、カッタ歯が、X、Y及びZ軸を基準にして位置決めされた中心点を有し、ここで、X軸は軸方向に排気流れ方向に延び、Y軸はタービンバケットの回転方向に延び、またZ軸はX及びY軸の交点を通り半径方向に延びており、該中心点が、Y軸に沿ってX=0の位置から約1/2インチの位置にあり、またZ軸が、バケットのシャンクに対して垂直な方向に測定したとき、挿入ダブテールに沿って延びたシールピンの外側端縁から0.517インチの位置に

50

ある。

【 0 0 0 9 】

別の態様では、本発明はタービンバケットに関し、本タービンバケットは、先端シュラウド、シャンク及び挿入ダブテールを有する翼形部と、先端シュラウドから半径方向外向きに突出した先端シュラウドシールと、先端シュラウドにより支持された、半径方向に対向する固定シュラウド内の溝を切削するためのカッタ歯とを含み、カッタ歯が、X、Y及びZ軸を基準にして位置決めされた中心点を有し、ここで、X軸は軸方向に排気流れ方向に延び、Y軸はタービンバケットの回転方向に延び、またZ軸はX及びY軸の交点を通り半径方向に延びており、該中心点が、Y軸に沿って約1/2インチの位置にあり、またZ軸が、X軸に沿って測定したとき、タービンバケット挿入ダブテールの前部タングの前側端縁から1.866インチの位置にある。

【 0 0 1 0 】

別の態様では、本発明はタービンバケットに関し、本タービンバケットは、先端シュラウド、シャンク及び挿入ダブテールを有する翼形部と、先端シュラウドから半径方向外向きに突出し、かつ先端シュラウドの端部端縁間でタービン軸線の周りでの翼形部の回転方向に連続して延びた先端シュラウドシールと、先端シュラウドにより支持された、対向する固定シュラウド内の溝を広げるためのカッタ歯とを含み、カッタ歯が、X、Y及びZ軸を基準にして位置決めされた中心点を有し、ここで、X軸は軸方向に排気流れ方向に延び、Y軸はタービンバケットの回転方向に延び、またZ軸はX及びY軸の交点を通り半径方向に延びており、該中心点が、Y軸に沿って0.588インチの位置にあり、またZ軸が、X軸に沿って測定したとき、タービンバケット挿入ダブテールの前部タングの前側端縁から1.866インチでかつバケットのシャンクに対して垂直な方向に測定したとき、挿入ダブテールに沿って延びたシールピンの外側端縁から0.517インチの位置にある。

【 0 0 1 1 】

更に別の態様では、本発明は、複数のバケットを支持するガスタービンロータ用の第2段タービンホイールに関し、各バケットは、先端シュラウド、シャンク及び挿入ダブテールを有する翼形部と、先端シュラウドから半径方向外向きに突出し、かつ先端シュラウドの端部端縁間でロータの縦方向回転軸線の周りでの翼形部の回転方向に連続して延びた先端シュラウドシールと、先端シュラウドシールにより支持された、対向する固定シュラウド内の溝を広げるためのカッタ歯とを含み、カッタ歯が、X、Y及びZ軸を基準にして位置決めされた中心点を有し、ここで、X軸は軸方向に排気流れ方向に延び、Y軸はタービンバケットの回転方向に延び、またZ軸はX及びY軸の交点を通り半径方向に延びており、該中心点が、Y軸に沿ってX=0の位置から約1/2インチの位置にあり、またZ軸が、バケットのシャンクに対して垂直な方向に測定したとき、挿入ダブテールに沿って延びたシールピンの外側端縁から0.517インチの位置にある。

【 0 0 1 2 】

更に別の態様では、本発明は、複数のバケットを支持するガスタービンロータ用の第2段タービンホイールに関し、各バケットは、先端シュラウド、シャンク及び挿入ダブテールを有する翼形部と、先端シュラウドから半径方向外向きに突出し、かつ先端シュラウドの端部端縁間でロータの縦方向回転軸線の周りでの翼形部の回転方向に連続して延びた先端シュラウドシールと、先端シュラウドシールにより支持された、対向する固定シュラウド内の溝を広げるためのカッタ歯とを含み、カッタ歯が、X、Y及びZ軸を基準にして位置決めされた中心点を有し、ここで、X軸は軸方向に排気流れ方向に延び、Y軸はタービンバケットの回転方向に延び、またZ軸はX及びY軸の交点を通り半径方向に延びており、該中心点が、Y軸に沿ってX=0の位置から約1/2インチの位置にあり、またZ軸が、バケットのシャンクに対して垂直な方向に測定したとき、挿入ダブテールに沿って延びたシールピンの外側端縁から0.517インチの位置にある。

【 0 0 1 3 】

ここで、後で特定する図面に関して本発明を詳細に説明する。

【 発明を実施するための最良の形態 】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 4 】

ここで図面、特に図 1 を参照すると、3 段ガスタービン 1 2 の、全体を符号 1 0 で表した高温ガス流路が示されている。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 1 4 及びバケット 1 6 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、ロータの縦方向中心軸線の周りに固定される。第 1 段バケット 1 6 は、ロータホイール 2 0 を介してタービンロータ 1 8 に取付けられる。タービン 1 2 の第 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 2 2 と、ロータホイール 2 6 を介してこれもまたロータ 1 8 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 2 4 とを含む。第 3 段は、複数の円周方向に間隔を置いて配置されたノズル 2 8 と、ロータホイール 3 2 を介してロータ 1 8 に取付けられたバケット 3 0 とを含む。ノズル及びバケットは、タービンの高温ガス流路 1 0 内に直接位置しており、高温ガス流路 1 0 を通る高温ガスの流れの方向が、矢印 3 4 で示されていることが分かるであろう。

10

## 【 0 0 1 5 】

本発明は、特にタービンの第 2 段のバケット 2 4 に関係する。図 2 及び図 3 も参照すると、各バケット 2 4 には、プラットホーム 3 6 と、シャンク 3 8 と、ロータホイール 2 6 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又はそれに近い方向の挿入ダブテール 4 0 とが設けられる。しかしながら、軸方向挿入ダブテールには、本発明の翼形部輪郭を設けることができる。各バケット 2 4 もまたその半径方向外側先端に先端シュラウド 4 4 を備えた翼形部又は翼形部分 4 2 を有することも分かるであろう。先端シュラウド 4 4 には、円周方向、すなわちバケットの回転方向に先端シュラウドの対向する端部間で延びた細長い半径方向に突出する先端シュラウドシール 4 6 が形成される。隣接するシュラウドは互いに結合されないことが分かるであろう。もっと適切に言えば、隣接するシュラウドは、図 6 で最も良く分かるように、それらの整合した端部構成 5 0 において互いに突き合わされている。また、図 6 には、翼形部 4 2 及び該翼形部がその一部を構成するバケットの回転方向を矢印 4 8 で示している。

20

## 【 0 0 1 6 】

回転するバケット上の先端シュラウドシール 4 6 は、隣接する固定シュラウド（図 1 ）に形成した固定溝 5 2 内でシール作用を行うようになっている。一般的に、固定シュラウドは、先端シール 4 6 のための経路が形成された溝 5 2 の内部にハニカム構造体（図示せず）を含む。その結果、先端シュラウドシール 4 6 は、使用中にバケットの翼形部分 4 2 の両側に圧力差を発生させる。

30

## 【 0 0 1 7 】

再び図 2 及び図 3 を参照すると、先端シュラウドシール 4 6 及び先端シュラウド 4 4 の全体としての構成は、従来技術のものと同様に形成される。しかしながら、本発明の例示的な実施形態によると、カッタ歯 5 4 が、先端シュラウドシールに沿って先端シュラウドの対向する端部 5 6、5 8 のほぼ中間に、好ましくは円周方向及び軸方向の両方向における先端シュラウドのほぼ中央に位置する。図示したように、カッタ歯 5 4 は、半径方向に翼形部分 4 2 の中央部分の上に位置している。

## 【 0 0 1 8 】

より具体的には、2 つの円周方向に（すなわち、回転方向に）オフセットしたセクション 6 2、6 4 で形成されたカッタ歯 5 4 の中心点 6 3 は、X 及び Y 軸に対して位置決めされる。図 2 及び図 3 において、X 軸は高温排気ガスのタービン排気口に向かう流れ方向を表し、かつロータ軸線に対してほぼ平行であることに注目されたい。Y 軸は、バケット 2 4、従ってロータホイール 2 6 の回転方向を表す。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 3 8 内の所定の基準面に対して決定される。特に図 4 及び図 5 を参照すると、Z 軸は、X 軸に沿って前部バケットタンク 6 8 の前側端縁 6 6 から 1 . 8 6 6 インチで、かつバケットのシャンクに垂直な方向に測定したとき、前記挿入ダブテールに沿って延びたシールピン 7 2 の外側端縁から 0 . 5 1 7 インチの位置にある。それぞれのピン 7 2、7 3 の外側端縁間の距離は、0 . 2 2 4 インチのピン直径の場合に 1 . 1 5 3 インチであることに注目されたい。バケットのシャンク部分は、Z 軸の

40

50

周りで時計方向に  $15.5^\circ$  ほど回転していることにも注目すべきである。従って、図 4 に示すように Z 軸の位置を定める寸法は、測定のための真の基準方向を示す図 8 を参考にすれば一層良く理解される。従って、Z 軸の位置は、座標  $X = 0$ 、 $Y = 0$  も定める。Z 軸上の  $Z = 0$  の点 (図 4) は、バケットがホイール上に取付けられたときロータ中心線から  $24.1$  インチの位置にある。

#### 【0019】

再び図 6 に移ると、カッタ歯セクション 64 の上流側 (回転方向に対して) 端縁 60 は、Y 軸に沿って、すなわち翼形部の回転方向に Z - X 平面から測定して、 $0.550 \pm 0.25$  インチの位置にある。

#### 【0020】

各歯セクション 62、64 のその半径方向外側先端における幅は、約  $0.25$  インチに許容機械公差をプラスマイナスした、すなわち約  $0.25$  インチ  $\pm 0.160$  インチである。歯セクション 62 の上流側端縁は、Y 軸に沿ってまたバケットの回転方向にほぼ  $0.376$  インチ  $\pm 0.160$  インチのところに在る。従って、歯自体の中心 63 は、 $X = 0$  の位置で Y 軸に沿って  $0.588$  インチの位置にある。

#### 【0021】

図 7 は、Z 軸と関連させた先端シュラウド 44 の一部のさらに詳細を示す。この例示的な実施形態では、先端シュラウドシール 46 の半径方向最外側先端は、 $Y = 0$ 、 $X = 0$  座標から  $11.275$  インチの位置にある。バケットの前縁側において、先端シール 46 の前側端縁は、Y - Z 平面から  $0.88$  インチの位置にあり、シール 46 のその半径方向先端における幅寸法は、 $0.175$  インチである。先端シール 46 の側面は、両方とも半径方向外向き方向に  $5.3^\circ$  だけ内向きにテーパが付けられている。

#### 【0022】

本明細書に記載したように歯 54 の中心を位置決めすることによって、図 7 に符号 76、78 で示した先端シュラウド下方のフィレットにおける応力が、減少し、部品寿命が増大する。カッタ歯の最適位置を決定するのに用いる解析は、第 2 段バケット及び先端シュラウドの幾何学的形状並びに先端シュラウド内の冷却孔の位置に基づいている。従って、カッタ歯の正確な位置は、他のバケット - シュラウド構成に対しては変化することになる。

#### 【0023】

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、特許請求の範囲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】

#### 【0024】

【図 1】本発明の好ましい実施形態による第 2 段バケット翼形部を示す、ガスタービンの多段を通る高温ガス流路の概略図。

【図 2】本発明の例示的な実施形態による第 2 段バケットの斜視図。

【図 3】図 2 に示すバケットと同様であるが反時計方向に  $90^\circ$  回転させたバケットの斜視図。

【図 4】図 1 に示すバケットの側面図。

【図 5】図 1 に示すようなバケットの部分拡大正面図。

【図 6】図 1 及び図 2 に示すバケットの上面図。

【図 7】図 6 のほぼ線 7 - 7 に沿ってカッタ歯を切断したバケットの断面図。

【図 8】バケットシャンクの、X、Y 及び Z 軸に対する回転を示す、図 5 のほぼ線 8 - 8 に沿って取った概略平面図。

#### 【符号の説明】

#### 【0025】

24 タービンバケット

10

20

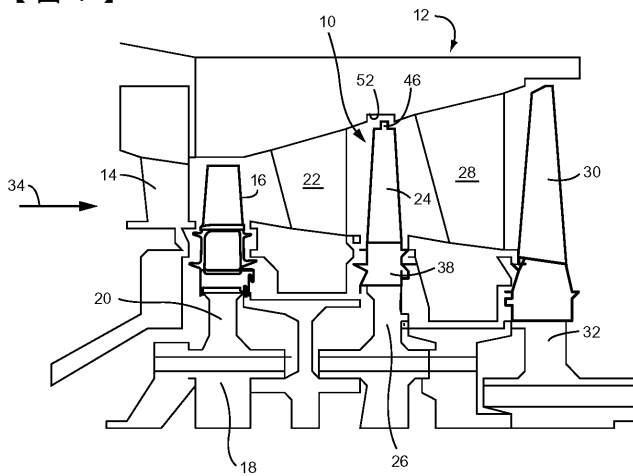
30

40

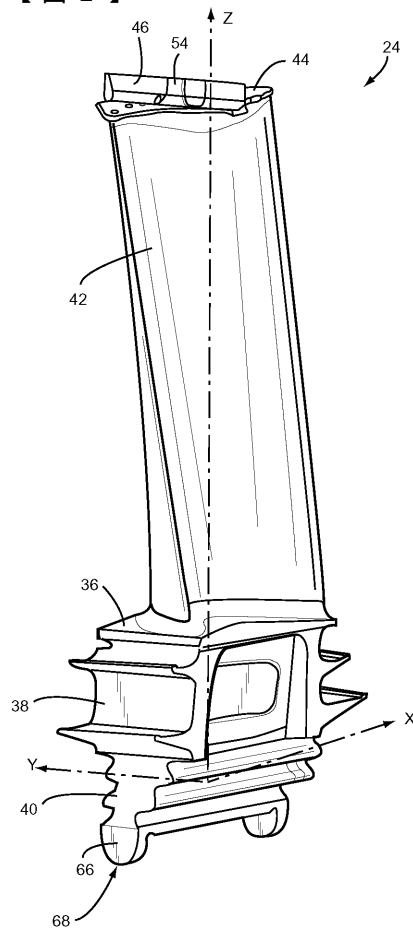
50

- 3 6    プラットホーム
- 3 8    シャンク
- 4 0    軸方向挿入ダブテール
- 4 2    翼形部分
- 4 4    先端シュラウド
- 4 6    先端シュラウドシール
- 5 4    カッタ歯
- 6 6    前部バケットタングの前側端縁
- 6 8    前部バケットタング

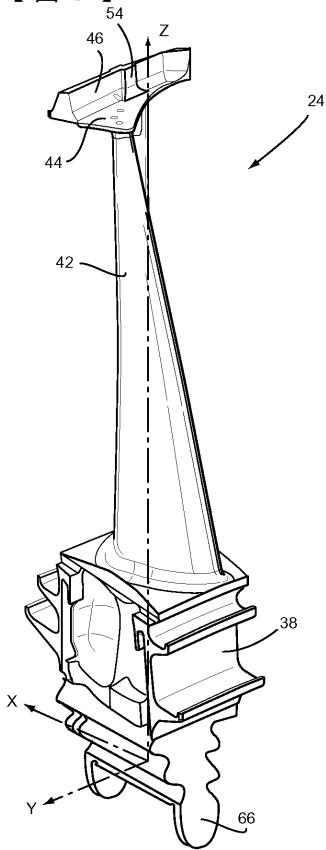
【図 1】



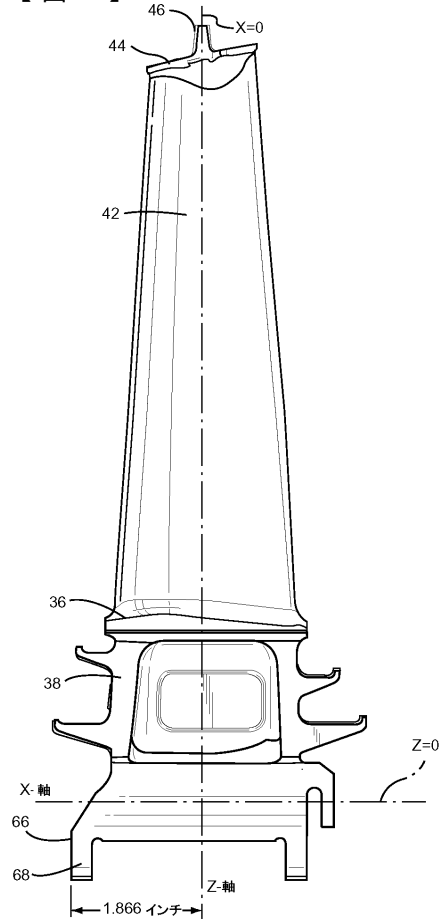
【図 2】



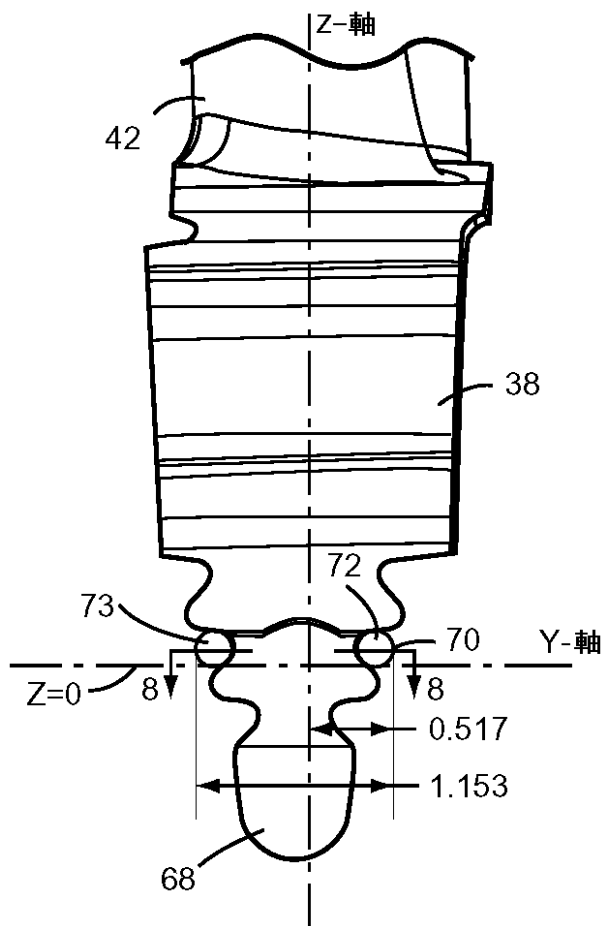
【図 3】



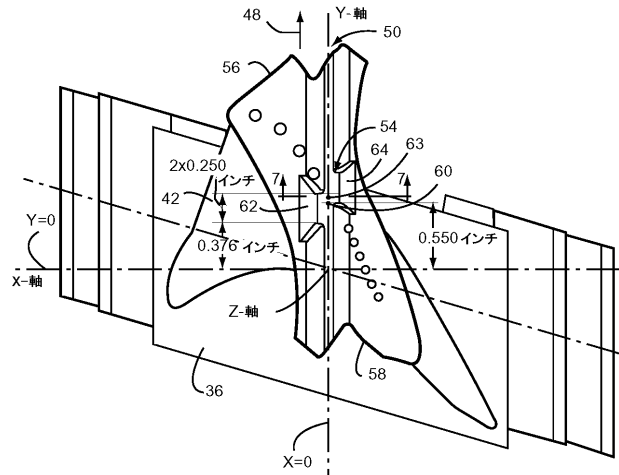
【図 4】



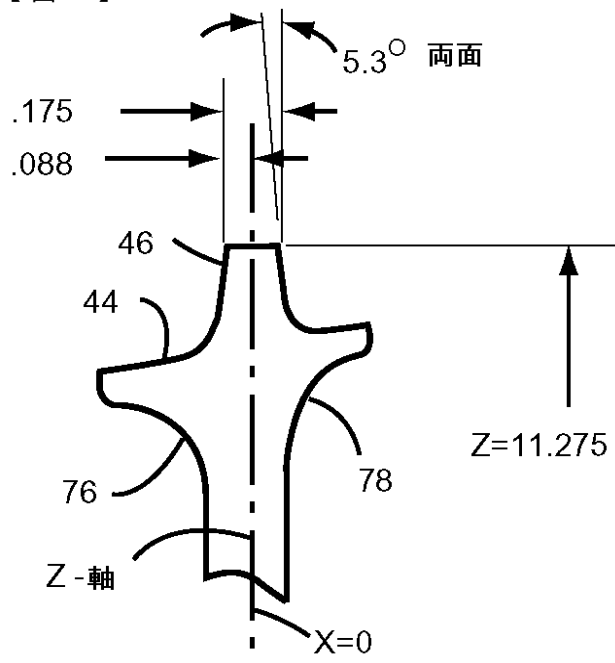
【図 5】



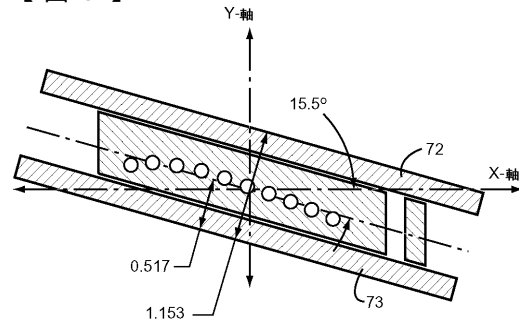
【図 6】



【 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

Fターム(参考) 3G002 HA04 HA09 HA13