

(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2005-76639

(P2005-76639A)

(43) 公開日 平成17年3月24日(2005.3.24)

(51) Int.Cl.⁷

F 0 1 D 5/18

F I

F 0 1 D 5/18

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 29 頁)

(21) 出願番号 特願2004-255803 (P2004-255803)
(22) 出願日 平成16年9月2日 (2004.9.2)
(31) 優先権主張番号 10/653, 349
(32) 優先日 平成15年9月3日 (2003.9.3)
(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

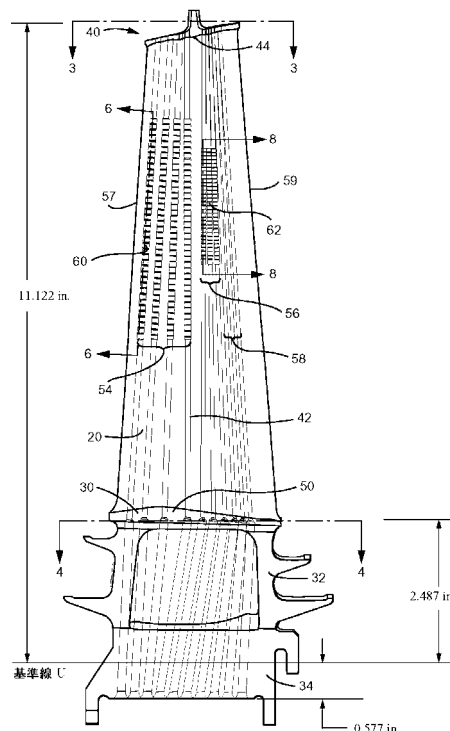
(54) 【発明の名称】 タービンバケット翼形部の冷却孔位置、形態及び構成

(57) 【要約】

【課題】 冷却媒体を流すための最適化した冷却孔を有する第2段バケット翼形部を提供する。

【解決手段】 第1、第2及び第3の組(54、56、58)の冷却孔(42)をタービン翼形部(36)内に設ける。前縁(75)に隣接する第1の孔の組(54)は、翼形部の根元から所定の距離において始まりかつ翼形部先端(44)の手前で終わるタービュレータ(60)を有する。第2の冷却孔の組(56)は、第1の組のタービュレータよりも大きいブラットホームからの距離において始まりかつ第1の孔の組のタービュレータよりも大きい先端からの距離において翼形部先端の手前で終わるタービュレータ(62)を有する。後縁(59)に隣接する第3の孔の組(58)は、滑らかなボアを有する。適切な冷却孔の構成等により、バルククリープ部品寿命及びタービンの全体効率を増大させる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービン用の空気冷却式バケット(20)であって、

その根元部分(50)及び先端部分(44)間で延びかつその先端部分に出口をもつ複数の冷却孔(42)を有する翼形部(36)を含み、

前記複数の冷却孔が、各々が少なくとも2つの孔を有する第1(54)、第2(56)及び第3(58)の孔の組を含み、

前記第1の孔の組(54)が、前記翼形部の前縁(57)に隣接して延び、

前記第2の孔の組(56)が、前記第1及び第3の孔の組の中間で延び、

前記第3の孔の組(58)が、前記後縁(59)に隣接して延び、

前記第1、第2及び第3の孔の組の各々の前記2つの孔が、それぞれ1~4、5~7及び8~10で番号付けした孔のうちの少なくとも2つを含み、かつ表Iに記載した前記翼形部の先端及び根元部分におけるX、Yデカルト座標値に従って配置されている、バケット(20)。

【請求項 2】

前記第1の孔の組(54)の前記2つの孔が、該孔に沿って互いに間隔を置いて配置されかつ前記翼形部の根元及び先端部分の手前で終わるタービュレータ(60)を有する、請求項1記載のバケット。

【請求項 3】

前記第2の孔の組(56)の前記2つの孔が、該孔に沿って互いに間隔を置いて配置されかつ前記翼形部の根元及び先端部分の手前で終わるタービュレータ(62)を有する、請求項1記載のバケット。

【請求項 4】

前記第1の孔の組(54)の前記2つの孔が、該孔に沿って互いに間隔を置いて配置されかつ前記翼形部の根元及び先端部分の手前で終わるタービュレータ(60)を有する、請求項3記載のバケット。

【請求項 5】

前記第3の孔の組(58)の前記2つの孔が、それらの全範囲にわたって滑らかなボアを有する、請求項4記載のバケット。

【請求項 6】

前記翼形部が、シャンク(32)とダブテール(34)とを含み、前記第1、第2及び第3の孔の組(54、56、58)の各々の前記2つの孔が、入口開口で終わる状態で前記シャンク及びダブテールを貫通して延び、かつ表Iに記載した前記入口開口のX、Y座標値に従って配置されている、請求項1記載のバケット。

【請求項 7】

前記第1、第2及び第3の孔の組(54、56、58)の各々の前記2つの孔が、前記翼形部のシャンク及びダブテール内に滑らかなボアを有する、請求項6記載のバケット。

【請求項 8】

前記第1、第2及び第3の孔の組(54、56、58)が、表Iにおいて1~4、5~7及び8~10で番号付けされかつ表Iに記載した前記翼形部の先端及び根元部分におけるそれぞれの対応するX、Y座標値に従って配置された4つの孔、3つの孔及び3つの孔をそれぞれ含む、請求項1記載のバケット。

【請求項 9】

前記第1の孔の組(54)の前記2つの孔が、前記根元部分から先端部分までの翼形部全長の約30%~約40%及び約75%~約85%においてそれぞれ開始及び終了する状態で、該孔に沿って互いに間隔を置いて配置されたタービュレータ(60)を有する、請求項1記載のバケット。

【請求項 10】

前記第2の孔の組(56)の前記2つの孔が、前記根元部分から先端部分までの翼形部全長の約45%~約55%及び約70%~約80%においてそれぞれ開始及び終了する状態

10

20

30

40

50

で、該孔に沿って互いに間隔を置いて配置されたタービュレータ（６２）を有する、請求項１記載のバケット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ガスタービン段のバケット用翼形部に関し、具体的には、それを通して冷却媒体、例えば空気を流すための最適化した数、位置、形態及び大きさの冷却孔を有する第２段バケット翼形部に関する。

【背景技術】

【０００２】

翼形部を冷却するためにタービンバケットの翼形部を通して冷却媒体、例えば空気を流す多くの異なる形式、数及び位置の通路が提案されかつ構成されてきた。空気を冷却媒体として用いる場合、空気は、圧縮機から引き出され、従ってタービンの全体効率には結果的にマイナスになることが分かるであろう。タービンバケット用の従来の冷却構成では、圧縮機の吐出空気は、バケット内に一体に形成した冷却通路を通して翼形部に供給される。しかしながら、不十分な冷却は、バルククリープ部品寿命に影響を及ぼし、このことがひいては部品の寿命を予め定められたタービン運転時間数以下にまで制限する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

従って、バケットのバルク温度を低下させてバケットのバルククリープ寿命を増大させるようなより効果的な冷却方式が必要であると考えられる。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

本発明の好ましい実施形態によると、冷却媒体を運ぶ翼形部を通る冷却孔又は通路の数、位置、形態及び大きさによりタービンの全体効率を増大させかつ特にバルククリープ部品寿命を増大させることによってバケット寿命要件を満たすような翼形部を有するバケットを提供する。前述のことを達成するために、冷却孔は、下記の表Ⅰに記載したＸ、Ｙ座標に従って翼形部内に最適に配置される。孔の大きさは、バケット翼形部の入口及び出口間の圧力差に基づいて空気流量を制限する。孔の位置は、バケット翼形部を構成するあらゆる有限要素の温度を決定する。形態は、各冷却孔の壁に沿って熱伝達を生じさせる方法に反映され、即ち選択した位置におけるタービュレータを用いて熱伝達を高める。これらの特性が組み合わされて、タービンバケット用の効率的な最適冷却方式が作り出される。

【０００５】

本発明による好ましい実施形態では、タービン用の空気冷却式バケットを提供し、本バケットは、その根元部分及び先端部分間で延びかつその先端部分に出口をもつ複数の冷却孔を有する翼形部を含み、複数の冷却孔は、各々が少なくとも２つの孔を有する第１、第２及び第３の孔の組を含み、第１の孔の組は翼形部の前縁に隣接して延び、第２の孔の組は第１及び第３の孔の組の中間で延び、第３の孔の組は後縁に隣接して延び、第１、第２及び第３の孔の組の各々の２つの孔は、それぞれ１～４、５～７及び８～１０で番号付けした孔のうちの少なくとも２つを含み、かつ下記の表Ⅰに記載した該翼形部の先端及び根元部分におけるＸ、Ｙデカルト座標値に従って配置されている。

【０００６】

本発明による別の好ましい実施形態では、タービン用の空気冷却式バケットを提供し、本バケットは、その根元部分及び先端部分間で延びかつその先端部分に出口をもつ複数の冷却孔を有する翼形部を含み、複数の冷却孔は、各々が少なくとも２つの孔を有する第１、第２及び第３の孔の組を含み、第１の孔の組は翼形部の前縁に隣接して延び、第２の孔の組は第１及び第３の孔の組の中間で延び、第３の孔の組は後縁に隣接して延び、第１の孔の組及び第２の孔の組のうちの１つの２つの孔は、該孔に沿って互いに間隔を置いて配置されかつ翼形部の根元及び先端部分の手前で終わるタービュレータを有する。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

ここで図面の図、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11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、タービンロータホイール17に取付けられる。タービン12の第2段も示されており、この第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18とロータホイール21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12の高温ガス流路11内に位置しており、高温ガス流路11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

【0008】

図2を参照すると、第2段の各バケット20には、プラットホーム30と、シャンク32と、ロータの一部を形成するロータホイール21上の相補形状の嵌合ダブテールに連結されるダブテール34とが設けられる。第2段バケット20の各々はまた、図10の輪郭セクション38により概略的に示すように、プラットホームから翼形部先端までの翼形部に沿った任意の断面において翼形部輪郭を有する翼形部36を含む。

20

【0009】

さらに、第2段バケット20の各々には、全体を符号40(図2)で表した先端シュラウドが設けられる。先端シュラウド40は、バケットと一体に形成されるのが好ましく、各先端シュラウドは、隣接するバケットの先端シュラウドに隣接する対向する端部において係合して、第2段バケットの軸方向位置において、高温ガス流路を囲むほぼ環状のリング又はシュラウドを形成する。

【0010】

図2に最も良く示すように、バケット20は、ダブテール34と翼形部36の先端44との間で延びる複数の冷却孔を含む。従って、図5に最も良く示すように、ダブテール34は、それぞれの孔42と連通する複数の入口46を有する。図3に示すように、先端44は、それぞれの孔42と連通する先端シュラウド40を貫通する複数の出口48を含む。従って、タービン圧縮機からの冷却媒体、例えば空気は、入口46に入り、冷却孔42を通過して流れ、シュラウド40を通り抜けて翼形部の先端44から高温ガス流内に流出する。

30

【0011】

図2に示すように、冷却孔42は、翼形部の根元部分50及び先端44間で延び、かつシャンク32及びダブテール34を貫通して続く。翼形部を貫通する複数の冷却孔42は、それぞれ、第1、第2及び第3の孔の組54、56及び58を含む。第1の孔の組54は、翼形部の前縁57に隣接して延びる。第2の孔の組56は、それぞれ第1及び第3の孔の組54及び58の中間で延びる。第3の孔の組58は、後縁59に隣接して延びる。複数の冷却孔42の第1、第2及び第3の組の各々は、少なくとも2つの孔を含む。便宜上、複数の孔42の各孔は、下記の表Iにおいて1から10まで番号付けされている。表Iに示すように、また図3～図5に示すように、表Iにおいて、第1の孔の組54は、1～4の番号付けした孔を含み、第2の孔の組56は、5～7の番号付けした孔を含み、第3の孔の組58は、8～10の番号付けした孔を含む。

40

【0012】

第1の孔の組54の孔42の各々は、翼形部の根元及び先端部分間における各孔の所定の部分に沿った互いに間隔を置いた位置に複数のタービュレータ60を含む。同様に、第2の孔の組56の孔42の各々は、翼形部の根元及び先端部分間における孔の所定の部分に沿った互いに間隔を置いた位置に複数のタービュレータ62を含む。第3の孔の組58

50

は、タービュレータを含んでおらず、翼形部の根元及び先端部分間に滑らかなボアを有する。

【0013】

第1の孔の組54のタービュレータ60は、孔54の所定の部分に沿った間隔を置いた位置に径方向内向きに突出する環状リブ61を含む。同様に、第2の孔の組56のタービュレータ62は、翼形部の根元及び先端部分間における孔の所定の部分に沿った間隔を置いた位置に径方向内向きに突出する環状リブ63を含む。径方向内向きに突出する環状リブがタービュレータ60、62を形成するように開示しているが、他の種類のタービュレータを使用することもできることが分かるであろう。例えば、断続環状リブ、径方向にボア内に突出するピン、或いはディンプル面又は粗面を使用することができる。

10

【0014】

上述したように、第1及び第2の開口の組54及び56のタービュレータ60及び62は、それぞれの孔の所定の部分に沿ってそれぞれ設けられる。タービュレータ60及び62は、孔42に沿って配置され、翼形部36の根元50及び先端44の手前で終わる。より具体的には、第1の孔の組54のタービュレータ60は、根元から先端までの翼形部全長の約30%～約40%、より好ましくは約36%の距離において始まる。第1の孔の組54のタービュレータ60は、翼形部全長の約75%～約85%、好ましくは根元から先端までの翼形部全長の約80%の位置において終わる又は終結する。第2の孔の組56のタービュレータ62は、根元から先端までの翼形部全長の約45%～55%の位置、好ましくは根元から先端までの翼形部全長の約51%の位置において始まる。第2の孔の組56のタービュレータ62は、翼形部全長の約70%～約80%の位置、好ましくは根元から先端までの全長の約74%の位置において終わる。

20

【0015】

図6及び図7を参照すると、第1の孔の組54の直径は、第2の孔の組56の直径よりも大きい。好ましい実施形態では、(i)翼形部の根元部分とタービュレータ60の開始点との間の第1の孔の組54の滑らかなボア部分と(ii)最外側タービュレータ60から先端44までの滑らかなボア部分との直径は、約0.090インチである。リブ61間のタービュレータ付き孔54の外径は、約0.115インチである。リブ61の内径は、約0.097インチである。リブ61は、好ましくは約0.009インチの厚さ又は軸方向深さを有し、約0.090インチの距離だけ互いに等しい間隔を置いて配置される。図8及び図9を参照すると、(i)根元からタービュレータ62の開始点までの第2の孔の組56の滑らかなボア部分と(ii)最後の外側寄りタービュレータ62から翼形部の先端までの滑らかなボア部分との直径は、約0.065インチである。リブ63は、約0.060インチだけ互いに等しい間隔を置いて配置される。第2の孔の組56のリブ63間のタービュレータ62の外径は、約0.085インチである。リブ63の内径は、約0.070インチである。リブ63は、好ましくは約0.006インチの厚さ又は軸方向深さを有する。リブ63は、第2の孔の組56のボアに沿って約0.060インチの距離だけ互いに等しい間隔を置いて配置される。リブは、互いに等しい間隔を置いて配置される。

30

【0016】

92個の第2段パケットを有する本発明の好ましい態様では、エンジン中心線から24.100インチの位置に、ダブテール34を通る基準線U(図2)を設定している。翼形部の根元部分50は、基準線Uの半径方向外方2.487インチ、即ちエンジン中心線から26.587インチの位置にある。タービュレータ60は、基準線Uから約5.591インチの位置で始まるのが好ましく、また基準線Uから9.400インチの位置で終わるのが好ましい。第2の孔の組56の滑らかなボア部分は、基準線から第1のタービュレータ62まで約6.899インチほど延びるのが好ましい。第2の孔の組56の最後のタービュレータ62は、基準線Uから約8.900インチの位置にあるのが好ましい。図2を詳細に見ると、パケットのシャンク32及びダブテール34内の孔42は滑らかなボアを有することが分かるであろう。

40

【0017】

50

1 ~ 10 の番号付けした冷却孔の位置を、デカルト座標系で翼形部の先端及び根元部分における X 及び Y 値を用いて表 I に示す。また、孔 42 のダブテール 34 を通る入口開口 46 に対する X 及び Y 座標値も表 I に示す。翼形部の根元部分から入口開口 46 までの孔径は、約 0.140 インチである。

表 I

【 0 0 1 8 】

【 表 1 】

孔番号	先端から根元までの の孔径	根元から入口 4 6 までの の基準孔径	先端		根元		入口 4 6	
			"X"	"Y"	"X"	"Y"	"X"	"Y"
1	図 6 参照	0.140	-0.596	1.319	-1.111	-0.142	-1.240	0.468
2			-0.389	1.185	-0.857	0.197	-1.011	0.355
3			-0.235	0.990	-0.514	0.446	-0.794	0.253
4			-0.120	0.793	-0.109	0.433	-0.583	0.183
5	図 8 参照		0.174	0.339	0.149	0.285	-0.355	0.129
6			0.225	0.227	0.338	0.106	-0.119	0.079
7			0.268	0.111	0.531	-0.069	0.117	0.028
8	0.060		0.315	-0.003	0.702	-0.265	0.355	-0.020
9			0.371	-0.111	0.843	-0.483	0.597	-0.066
10			0.430	-0.217	0.979	-0.704	0.840	-0.111

10

【 0 0 1 9 】

各第 2 段バケット翼形部の翼形形状を定めるために、段の要件を満たしかつ製造することができる、空間における固有の点の組又は軌跡が準備される。この固有の点の軌跡は、段効率の要件と熱的及び機械的応力の低減の要件とを満たす。点の軌跡は、タービンを効率的、安全かつ円滑な状態で作動させることを可能にするように空気力学的負荷と機械的負荷との間の関係を反復することによって得られる。バケット翼形部輪郭を定めるこの軌跡は、タービンの回転軸線に対する 1320 個の点の組を含む。下記の表 I I に示す X、Y 及び Z 値のデカルト座標系が、その全長に沿った様々な位置におけるバケット翼形部の輪郭を定める。X 及び Y 座標における座標値は、表 I I にはインチで記載されているが、数値が適切に変換される場合、他の寸法単位を用いることもできる。Z 値は、表 I I には 0.088 ~ 0.92 の無次元形式で記載されている。これらの値は、プラットホーム及び先端シュラウドのフィレット領域を除外している。Z 値を例えばインチで表した Z 座標値に変換するためには、表 I I に示した無次元 Z 値に、インチで表した翼形部の高さが乗じられる。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、即ち回転軸線に平行に位置し、正の X 座標値は、後方、即ちタービンの排出端部に向かう軸方向である。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。

20

30

【 0 0 2 0 】

X、Y 平面に対して垂直な Z 方向の選択された位置における X 及び Y 座標値を定めることにより、翼形部の全長に沿った各 Z 距離におけるバケット翼形部の輪郭セクション、例えば図 10 に示す輪郭セクション 38 を確定することができる。X 及び Y 値を滑らかな連続円弧で接続することにより、各 Z 距離における各輪郭セクション 38 が、決定される。距離 Z 間の様々な表面位置の翼形部輪郭は、隣接する輪郭セクション 38 を互いに滑らかに接続して翼形部輪郭を形成することによって決定される。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翼形部輪郭を表し、また被膜のない翼形部に対するものである。

40

【 0 0 2 1 】

表 I I の値は、翼形部の輪郭を決定するために小数点以下 3 桁まで作成されかつ示されている。翼形部の実際の輪郭には、考慮しなければならない一般的な製造公差と被膜とが存在する。従って、表 I I に示す輪郭の値は、基準翼形部のためのものである。それ故、あらゆる被膜厚さを含む一般的な ± 製造公差、即ち ± 値が、表 I I に示す X 及び Y 値に加算されることが分かるであろう。従って、翼形部輪郭に沿った任意の表面位置に対して垂

50

直な方向に ± 0.160 インチの距離が、この特定のバケット翼形部設計及びタービンに対する翼形部輪郭エンベロープ、即ち、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温度での下表 I I 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。このバケット翼形部設計は、この差異の範囲に強く、機械的機能及び空気力学的機能を損なうことがない。

【 0 0 2 2 】

下表 I I に示した座標値は、好ましい基準輪郭エンベロープを提供する。

表 I I

【 0 0 2 3 】

【表 2 - 1】

X	Y	Z'		X	Y	Z'		X	Y	Z'
-1.291	-0.288	0.088		0.492	0.262	0.088		0.901	-0.765	0.088
-1.313	-0.230	0.088		0.533	0.214	0.088		0.859	-0.718	0.088
-1.317	-0.167	0.088		0.573	0.165	0.088		0.816	-0.672	0.088
-1.312	-0.104	0.088		0.612	0.115	0.088		0.772	-0.626	0.088
-1.300	-0.042	0.088		0.650	0.065	0.088		0.728	-0.581	0.088
-1.282	0.018	0.088		0.687	0.014	0.088		0.684	-0.537	0.088
-1.260	0.077	0.088		0.722	-0.038	0.088		0.638	-0.493	0.088
-1.233	0.135	0.088		0.757	-0.091	0.088		0.592	-0.450	0.088
-1.203	0.190	0.088		0.792	-0.144	0.088		0.544	-0.408	0.088
-1.169	0.243	0.088		0.825	-0.197	0.088		0.496	-0.368	0.088
-1.132	0.294	0.088		0.858	-0.251	0.088		0.447	-0.328	0.088
-1.092	0.343	0.088		0.890	-0.306	0.088		0.397	-0.290	0.088
-1.050	0.390	0.088		0.922	-0.360	0.088		0.346	-0.253	0.088
-1.004	0.434	0.088		0.953	-0.415	0.088		0.293	-0.218	0.088
-0.957	0.475	0.088		0.984	-0.470	0.088		0.240	-0.185	0.088
-0.907	0.513	0.088		1.014	-0.525	0.088		0.185	-0.153	0.088
-0.854	0.549	0.088		1.045	-0.581	0.088		0.129	-0.124	0.088
-0.800	0.581	0.088		1.075	-0.636	0.088		0.072	-0.097	0.088
-0.744	0.610	0.088		1.105	-0.692	0.088		0.014	-0.073	0.088
-0.686	0.635	0.088		1.135	-0.747	0.088		-0.046	-0.051	0.088
-0.627	0.657	0.088		1.164	-0.803	0.088		-0.106	-0.033	0.088
-0.566	0.675	0.088		1.194	-0.859	0.088		-0.167	-0.018	0.088
-0.505	0.688	0.088		1.224	-0.914	0.088		-0.230	-0.007	0.088
-0.442	0.698	0.088		1.253	-0.970	0.088		-0.292	0.001	0.088
-0.380	0.702	0.088		1.282	-1.026	0.088		-0.355	0.005	0.088
-0.317	0.703	0.088		1.312	-1.082	0.088		-0.418	0.006	0.088
-0.254	0.698	0.088		1.341	-1.138	0.088		-0.481	0.003	0.088
-0.191	0.689	0.088		1.371	-1.193	0.088		-0.544	-0.004	0.088
-0.130	0.675	0.088		1.394	-1.251	0.088		-0.606	-0.015	0.088
-0.069	0.657	0.088		1.353	-1.289	0.088		-0.668	-0.029	0.088
-0.010	0.635	0.088		1.306	-1.249	0.088		-0.728	-0.047	0.088
0.048	0.610	0.088		1.267	-1.199	0.088		-0.788	-0.068	0.088
0.104	0.581	0.088		1.227	-1.151	0.088		-0.846	-0.092	0.088
0.159	0.549	0.088		1.187	-1.102	0.088		-0.903	-0.119	0.088
0.211	0.515	0.088		1.147	-1.053	0.088		-0.959	-0.148	0.088
0.262	0.478	0.088		1.107	-1.004	0.088		-1.013	-0.180	0.088
0.312	0.438	0.088		1.066	-0.956	0.088		-1.067	-0.214	0.088
0.359	0.397	0.088		1.026	-0.908	0.088		-1.120	-0.248	0.088
0.405	0.353	0.088		0.985	-0.860	0.088		-1.174	-0.281	0.088
0.449	0.308	0.088		0.943	-0.812	0.088		-1.232	-0.303	0.088
-1.252	0.091	0.10		-0.173	0.686	0.10		1.022	-0.550	0.10
-1.218	-0.282	0.10		-0.089	-0.026	0.10		0.910	-0.777	0.10
-1.305	-0.217	0.10		-0.488	0.693	0.10		0.731	-0.060	0.10
-1.274	0.032	0.10		-0.299	0.703	0.10		1.194	-1.116	0.10
-1.194	0.203	0.10		-0.028	-0.046	0.10		0.952	-0.824	0.10

10

20

30

40

【表 2 - 2】

X	Y	Z'		X	Y	Z'		X	Y	Z'
-1.106	-0.225	0.10		-0.464	0.019	0.10		0.783	-0.636	0.10
-1.309	-0.154	0.10		-0.337	0.019	0.10		1.142	-0.773	0.10
-1.159	0.257	0.10		-0.112	0.670	0.10		1.201	-0.884	0.10
-1.279	-0.273	0.10		0.031	-0.068	0.10		0.649	-0.501	0.10
-1.305	-0.091	0.10		-0.274	0.013	0.10		0.993	-0.872	0.10
-1.122	0.308	0.10		-0.425	0.701	0.10		1.172	-0.829	0.10
-1.292	-0.029	0.10		-0.236	0.697	0.10		0.866	-0.275	0.10
-1.160	-0.258	0.10		-0.400	0.021	0.10		1.115	-1.018	0.10
-1.225	0.148	0.10		0.372	0.380	0.10		0.800	-0.167	0.10
-0.589	0.004	0.10		0.411	-0.294	0.10		1.112	-0.717	0.10
-0.841	0.560	0.10		0.255	-0.185	0.10		1.052	-0.606	0.10
-0.772	-0.047	0.10		0.557	-0.415	0.10		0.868	-0.729	0.10
-0.944	-0.126	0.10		0.089	-0.094	0.10		0.898	-0.329	0.10
-0.611	0.664	0.10		0.583	0.145	0.10		0.696	-0.008	0.10
-1.082	0.356	0.10		0.325	0.423	0.10		0.833	-0.221	0.10
-0.999	-0.157	0.10		0.509	-0.373	0.10		1.155	-1.067	0.10
-0.944	0.487	0.10		0.461	0.290	0.10		1.075	-0.969	0.10
-0.712	-0.026	0.10		0.360	-0.256	0.10		0.659	0.044	0.10
-1.038	0.402	0.10		0.277	0.463	0.10		0.991	-0.495	0.10
-0.786	0.591	0.10		0.603	-0.458	0.10		0.766	-0.113	0.10
-0.651	-0.009	0.10		0.201	-0.153	0.10		0.826	-0.683	0.10
-0.671	0.644	0.10		0.503	0.243	0.10		0.694	-0.545	0.10
-0.831	-0.070	0.10		0.064	0.600	0.10		0.960	-0.439	0.10
-0.550	0.681	0.10		0.226	0.501	0.10		0.739	-0.591	0.10
-0.992	0.446	0.10		0.174	0.537	0.10		1.349	-1.164	0.10
-0.527	0.014	0.10		0.460	-0.333	0.10		1.369	-1.277	0.10
-0.894	0.525	0.10		0.622	0.095	0.10		1.234	-1.165	0.10
-0.729	0.619	0.10		0.417	0.336	0.10		1.261	-0.996	0.10
-1.053	-0.190	0.10		0.145	-0.122	0.10		1.379	-1.220	0.10
-0.888	-0.096	0.10		0.120	0.570	0.10		1.313	-1.264	0.10
-0.052	0.651	0.10		0.308	-0.220	0.10		1.369	-1.277	0.10
-0.362	0.704	0.10		0.544	0.194	0.10		1.231	-0.940	0.10
-0.150	-0.009	0.10		1.082	-0.661	0.10		1.319	-1.108	0.10
-0.212	0.004	0.10		0.929	-0.384	0.10		1.274	-1.214	0.10
0.007	0.627	0.10		1.034	-0.921	0.10		1.290	-1.052	0.10
-1.170	0.232	0.20		-0.258	0.126	0.20		0.794	-0.651	0.20
-1.139	0.284	0.20		-0.378	0.143	0.20		1.167	-0.912	0.20
-1.246	0.004	0.20		-0.446	0.717	0.20		1.204	-1.175	0.20
-1.236	0.063	0.20		-0.199	0.112	0.20		0.690	-0.070	0.20
-1.219	0.122	0.20		-0.084	0.074	0.20		1.195	-0.966	0.20
-1.196	0.178	0.20		-0.317	0.136	0.20		0.833	-0.697	0.20
-1.165	-0.125	0.20		-0.265	0.711	0.20		0.909	-0.791	0.20
-1.222	-0.111	0.20		0.021	0.616	0.20		0.755	-0.604	0.20
-1.246	-0.057	0.20		-0.498	0.143	0.20		0.908	-0.433	0.20
-1.107	-0.108	0.20		-0.147	0.685	0.20		1.020	-0.935	0.20

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

【表 2 - 3】

X	Y	Z'	X	Y	Z'	X	Y	Z'
-0.941	0.511	0.20	-0.205	0.701	0.20	0.755	-0.172	0.20
-0.791	0.070	0.20	-0.385	0.720	0.20	0.967	-0.539	0.20
-1.003	-0.045	0.20	0.398	0.316	0.20	0.848	-0.328	0.20
-0.737	0.641	0.20	0.466	-0.295	0.20	1.110	-0.806	0.20
-0.618	0.126	0.20	0.552	-0.380	0.20	0.657	-0.020	0.20
-0.681	0.665	0.20	0.268	0.443	0.20	1.130	-1.079	0.20
-0.846	0.045	0.20	0.594	-0.423	0.20	1.167	-1.127	0.20
-0.565	0.699	0.20	0.622	0.031	0.20	0.716	-0.558	0.20
-0.791	0.614	0.20	0.183	-0.067	0.20	0.996	-0.592	0.20
-1.105	0.335	0.20	0.233	-0.102	0.20	0.938	-0.486	0.20
-0.843	0.583	0.20	0.438	0.270	0.20	0.871	-0.744	0.20
-1.068	0.382	0.20	0.329	-0.175	0.20	0.946	-0.839	0.20
-0.559	0.137	0.20	0.282	-0.138	0.20	0.676	-0.513	0.20
-0.899	0.017	0.20	0.074	0.586	0.20	1.057	-0.983	0.20
-0.893	0.548	0.20	0.477	0.224	0.20	1.223	-1.020	0.20
-1.028	0.428	0.20	0.222	0.482	0.20	0.818	-0.276	0.20
-0.952	-0.013	0.20	0.080	-0.004	0.20	1.025	-0.645	0.20
-0.624	0.684	0.20	0.125	0.554	0.20	1.139	-0.859	0.20
-1.055	-0.077	0.20	0.515	0.177	0.20	0.723	-0.121	0.20
-0.986	0.471	0.20	0.376	-0.214	0.20	1.082	-0.752	0.20
-0.734	0.092	0.20	0.635	-0.468	0.20	0.787	-0.224	0.20
-0.677	0.111	0.20	0.552	0.129	0.20	1.053	-0.699	0.20
-0.325	0.718	0.20	0.174	0.519	0.20	0.983	-0.887	0.20
-0.141	0.095	0.20	0.313	0.402	0.20	0.878	-0.381	0.20
-0.506	0.710	0.20	0.132	-0.035	0.20	1.294	-1.234	0.20
0.027	0.025	0.20	0.356	0.359	0.20	1.251	-1.074	0.20
-0.089	0.666	0.20	0.509	-0.337	0.20	1.307	-1.181	0.20
-0.033	0.643	0.20	0.421	-0.254	0.20	1.240	-1.224	0.20
-0.438	0.145	0.20	0.588	0.080	0.20	1.294	-1.234	0.20
-0.028	0.051	0.20	1.094	-1.031	0.20	1.279	-1.127	0.20
-1.113	0.033	0.30	-0.406	0.750	0.30	0.931	-0.851	0.30
-1.144	0.272	0.30	-0.468	0.270	0.30	0.688	-0.526	0.30
-1.182	0.163	0.30	-0.078	0.172	0.30	1.210	-1.087	0.30
-1.187	0.105	0.30	-0.070	0.669	0.30	1.033	-0.992	0.30
-1.118	0.324	0.30	-0.295	0.251	0.30	1.077	-0.829	0.30
-1.166	0.219	0.30	-0.234	0.728	0.30	0.897	-0.804	0.30
-1.166	0.053	0.30	-0.130	0.197	0.30	1.134	-1.133	0.30
-1.054	0.421	0.30	-0.239	0.236	0.30	0.652	-0.480	0.30
-0.793	0.648	0.30	0.031	0.612	0.30	0.759	-0.617	0.30
-1.017	0.465	0.30	-0.410	0.268	0.30	0.999	-0.945	0.30
-0.803	0.185	0.30	-0.184	0.218	0.30	0.648	-0.072	0.30
-1.005	0.071	0.30	0.300	-0.095	0.30	1.168	-1.180	0.30
-0.695	0.229	0.30	0.126	0.545	0.30	0.968	-0.624	0.30
-0.742	0.676	0.30	0.584	0.025	0.30	1.157	-0.984	0.30
-0.977	0.507	0.30	0.337	0.346	0.30	0.679	-0.121	0.30

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

【表 2 - 4】

X	Y	Z'		X	Y	Z'		X	Y	Z'
-0.854	0.158	0.30		0.464	-0.259	0.30		0.884	-0.472	0.30
-0.526	0.267	0.30		0.424	-0.217	0.30		1.184	-1.035	0.30
-0.583	0.259	0.30		0.616	-0.435	0.30		0.798	-0.320	0.30
-0.689	0.699	0.30		0.551	0.073	0.30		0.828	-0.710	0.30
-0.935	0.547	0.30		0.616	-0.024	0.30		1.221	-1.189	0.30
-0.904	0.129	0.30		0.375	0.303	0.30		0.965	-0.898	0.30
-0.640	0.246	0.30		0.079	0.580	0.30		1.104	-0.881	0.30
-0.635	0.719	0.30		0.171	0.509	0.30		0.995	-0.675	0.30
-0.843	0.618	0.30		0.383	-0.176	0.30		0.709	-0.171	0.30
-0.890	0.584	0.30		0.256	-0.057	0.30		0.863	-0.757	0.30
-1.057	0.045	0.30		0.579	-0.390	0.30		0.794	-0.664	0.30
-0.954	0.100	0.30		0.518	0.120	0.30		0.940	-0.573	0.30
-1.088	0.373	0.30		0.483	0.167	0.30		1.022	-0.727	0.30
-0.750	0.209	0.30		0.412	0.258	0.30		0.739	-0.220	0.30
-0.578	0.733	0.30		0.448	0.213	0.30		1.130	-0.932	0.30
-0.290	0.739	0.30		0.503	-0.302	0.30		0.827	-0.371	0.30
0.024	0.116	0.30		0.297	0.389	0.30		1.100	-1.086	0.30
-0.464	0.749	0.30		0.215	0.470	0.30		1.066	-1.039	0.30
-0.019	0.642	0.30		0.120	0.052	0.30		0.856	-0.421	0.30
-0.352	0.262	0.30		0.342	-0.135	0.30		1.050	-0.778	0.30
-0.026	0.146	0.30		0.212	-0.019	0.30		0.724	-0.571	0.30
-0.123	0.692	0.30		0.541	-0.346	0.30		1.221	-1.189	0.30
-0.348	0.747	0.30		0.167	0.017	0.30		0.769	-0.270	0.30
-0.521	0.744	0.30		0.257	0.430	0.30		0.912	-0.522	0.30
-0.178	0.712	0.30		0.073	0.085	0.30		1.237	-1.138	0.30
-1.118	0.333	0.40		-0.332	0.374	0.40		0.279	0.385	0.40
-1.116	0.226	0.40		-0.278	0.359	0.40		0.449	0.166	0.40
-1.130	0.279	0.40		-0.497	0.391	0.40		0.603	-0.066	0.40
-0.742	0.725	0.40		-0.203	0.751	0.40		0.881	-0.547	0.40
-0.607	0.378	0.40		-0.310	0.781	0.40		1.011	-0.792	0.40
-1.070	0.433	0.40		-0.226	0.340	0.40		0.967	-0.948	0.40
-0.913	0.248	0.40		0.016	0.204	0.40		1.138	-1.039	0.40
-0.966	0.563	0.40		-0.053	0.679	0.40		0.651	-0.490	0.40
-0.883	0.637	0.40		-0.386	0.384	0.40		0.905	-0.856	0.40
-0.531	0.791	0.40		-0.152	0.730	0.40		0.717	-0.256	0.40
-0.838	0.670	0.40		-0.175	0.318	0.40		0.986	-0.743	0.40
-0.692	0.748	0.40		0.226	0.023	0.40		0.999	-0.993	0.40
-0.661	0.364	0.40		0.484	-0.268	0.40		1.113	-0.990	0.40
-0.864	0.275	0.40		0.304	-0.057	0.40		0.874	-0.810	0.40
-0.586	0.781	0.40		0.103	0.135	0.40		0.684	-0.536	0.40
-1.039	0.479	0.40		0.242	0.427	0.40		0.854	-0.498	0.40
-0.815	0.300	0.40		0.417	0.211	0.40		0.689	-0.208	0.40
-1.070	0.198	0.40		0.573	-0.019	0.40		0.960	-0.694	0.40
-0.639	0.767	0.40		0.519	-0.312	0.40		1.030	-1.039	0.40
-1.097	0.384	0.40		0.341	-0.098	0.40		0.716	-0.581	0.40

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

【表 2 - 5】

X	Y	Z'	X	Y	Z'	X	Y	Z'
-0.552	0.387	0.40	0.204	0.467	0.40	0.827	-0.449	0.40
-0.765	0.324	0.40	0.383	0.256	0.40	1.088	-0.940	0.40
-1.015	0.203	0.40	0.543	0.028	0.40	0.661	-0.161	0.40
-0.791	0.699	0.40	0.186	0.061	0.40	0.800	-0.401	0.40
-0.714	0.346	0.40	0.165	0.507	0.40	0.934	-0.645	0.40
-1.004	0.522	0.40	0.552	-0.356	0.40	1.062	-1.085	0.40
-0.926	0.601	0.40	0.349	0.299	0.40	1.145	-1.138	0.40
-0.963	0.224	0.40	0.512	0.074	0.40	0.748	-0.626	0.40
-0.441	0.390	0.40	0.378	-0.140	0.40	1.094	-1.130	0.40
-0.476	0.796	0.40	0.586	-0.401	0.40	0.773	-0.353	0.40
0.039	0.616	0.40	0.414	-0.182	0.40	0.907	-0.596	0.40
-0.125	0.293	0.40	0.124	0.545	0.40	1.063	-0.891	0.40
-0.420	0.796	0.40	0.314	0.343	0.40	1.037	-0.842	0.40
-0.030	0.235	0.40	0.481	0.120	0.40	0.936	-0.902	0.40
-0.256	0.768	0.40	0.145	0.099	0.40	1.163	-1.089	0.40
0.060	0.170	0.40	0.632	-0.113	0.40	0.779	-0.672	0.40
-0.102	0.706	0.40	0.619	-0.445	0.40	1.145	-1.138	0.40
-0.006	0.649	0.40	0.265	-0.017	0.40	0.811	-0.718	0.40
-0.365	0.791	0.40	0.082	0.582	0.40	0.842	-0.764	0.40
-0.077	0.265	0.40	0.450	-0.225	0.40	0.745	-0.304	0.40
-0.783	0.446	0.50	-0.368	0.494	0.50	0.326	-0.061	0.50
-0.992	0.603	0.50	-0.429	0.853	0.50	0.153	0.141	0.50
-0.786	0.769	0.50	-0.175	0.780	0.50	0.352	0.263	0.50
-0.734	0.466	0.50	-0.083	0.726	0.50	0.154	0.514	0.50
-0.535	0.851	0.50	-0.084	0.354	0.50	0.289	0.349	0.50
-0.981	0.371	0.50	-0.317	0.479	0.50	0.637	-0.186	0.50
-1.025	0.561	0.50	-0.482	0.855	0.50	0.499	0.041	0.50
-0.832	0.742	0.50	-0.041	0.322	0.50	0.956	-0.984	0.50
-0.587	0.842	0.50	-0.267	0.460	0.50	1.015	-0.889	0.50
-0.683	0.483	0.50	0.042	0.627	0.50	0.810	-0.761	0.50
-0.579	0.506	0.50	0.118	0.553	0.50	0.767	-0.418	0.50
-0.930	0.384	0.50	0.359	-0.103	0.50	1.065	-1.077	0.50
-1.052	0.515	0.50	0.189	0.101	0.50	0.665	-0.539	0.50
-0.876	0.711	0.50	0.470	0.086	0.50	0.818	-0.511	0.50
-0.639	0.830	0.50	0.321	0.306	0.50	0.843	-0.558	0.50
-0.880	0.404	0.50	0.610	-0.140	0.50	0.742	-0.371	0.50
-1.072	0.466	0.50	0.555	-0.049	0.50	0.868	-0.605	0.50
-0.917	0.678	0.50	0.441	0.131	0.50	0.985	-1.028	0.50
-0.690	0.813	0.50	0.412	0.175	0.50	0.991	-0.841	0.50
-0.832	0.425	0.50	0.391	-0.146	0.50	0.839	-0.806	0.50
-1.071	0.414	0.50	0.224	0.062	0.50	0.694	-0.583	0.50
-0.739	0.793	0.50	0.582	-0.095	0.50	0.716	-0.325	0.50
-0.632	0.497	0.50	0.293	-0.020	0.50	1.016	-1.071	0.50
-0.956	0.642	0.50	0.576	-0.406	0.50	0.967	-0.794	0.50
-0.526	0.511	0.50	0.423	-0.188	0.50	0.781	-0.717	0.50

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

【表 2 - 6】

X	Y	Z'	X	Y	Z'	X	Y	Z'
-1.034	0.377	0.50	0.259	0.021	0.50	0.868	-0.851	0.50
-0.128	0.754	0.50	0.079	0.216	0.50	0.723	-0.628	0.50
-0.273	0.821	0.50	0.257	0.391	0.50	0.690	-0.279	0.50
0.002	0.662	0.50	0.606	-0.450	0.50	1.065	-1.077	0.50
0.000	0.288	0.50	0.455	-0.231	0.50	0.943	-0.746	0.50
-0.219	0.438	0.50	0.116	0.179	0.50	0.898	-0.895	0.50
-0.473	0.510	0.50	0.223	0.433	0.50	1.063	-0.984	0.50
-0.324	0.836	0.50	0.382	0.219	0.50	0.752	-0.672	0.50
-0.223	0.802	0.50	0.527	-0.004	0.50	0.893	-0.652	0.50
0.040	0.253	0.50	0.516	-0.318	0.50	1.085	-1.032	0.50
-0.173	0.412	0.50	0.081	0.591	0.50	0.663	-0.232	0.50
-0.420	0.505	0.50	0.546	-0.362	0.50	0.793	-0.465	0.50
-0.040	0.695	0.50	0.635	-0.494	0.50	0.918	-0.699	0.50
-0.376	0.847	0.50	0.189	0.474	0.50	0.927	-0.940	0.50
-0.127	0.384	0.50	0.486	-0.275	0.50	1.039	-0.937	0.50
-0.849	0.572	0.60	-0.259	0.562	0.60	0.638	-0.236	0.60
-0.603	0.635	0.60	-0.056	0.411	0.60	0.406	0.159	0.60
-0.728	0.885	0.60	0.046	0.651	0.60	0.379	0.202	0.60
-0.530	0.929	0.60	-0.146	0.817	0.60	0.237	0.413	0.60
-0.680	0.902	0.60	-0.401	0.619	0.60	0.086	0.264	0.60
-0.976	0.712	0.60	-0.378	0.918	0.60	0.080	0.614	0.60
-0.898	0.559	0.60	-0.305	0.585	0.60	0.245	0.066	0.60
-0.653	0.627	0.60	-0.094	0.445	0.60	0.324	0.288	0.60
-0.942	0.750	0.60	-0.105	0.788	0.60	0.392	-0.142	0.60
-0.949	0.556	0.60	-0.329	0.906	0.60	0.532	-0.355	0.60
-0.703	0.616	0.60	0.538	-0.059	0.60	0.783	-0.505	0.60
-0.775	0.865	0.60	0.563	-0.103	0.60	0.662	-0.281	0.60
-0.904	0.784	0.60	0.266	0.372	0.60	0.640	-0.527	0.60
-0.994	0.576	0.60	0.113	0.575	0.60	0.990	-1.003	0.60
-0.752	0.602	0.60	0.214	0.106	0.60	0.776	-0.743	0.60
-0.501	0.636	0.60	0.363	-0.100	0.60	0.923	-0.776	0.60
-0.631	0.914	0.60	0.504	-0.312	0.60	0.912	-0.957	0.60
-0.863	0.814	0.60	0.433	0.116	0.60	0.807	-0.550	0.60
-1.016	0.620	0.60	0.295	0.330	0.60	0.721	-0.657	0.60
-0.800	0.587	0.60	0.146	0.536	0.60	0.687	-0.325	0.60
-0.552	0.638	0.60	0.183	0.146	0.60	0.748	-0.700	0.60
-0.581	0.924	0.60	0.334	-0.058	0.60	0.946	-0.822	0.60
-0.820	0.841	0.60	0.613	-0.484	0.60	0.885	-0.914	0.60
-1.003	0.669	0.60	0.512	-0.015	0.60	0.830	-0.595	0.60
-0.352	0.604	0.60	0.588	-0.147	0.60	0.711	-0.370	0.60
-0.133	0.477	0.60	0.460	0.073	0.60	0.968	-0.868	0.60
0.052	0.302	0.60	0.177	0.495	0.60	0.858	-0.871	0.60
-0.065	0.756	0.60	0.151	0.186	0.60	0.854	-0.640	0.60
-0.281	0.889	0.60	0.305	-0.017	0.60	0.735	-0.415	0.60
-0.173	0.508	0.60	0.449	-0.227	0.60	0.694	-0.613	0.60

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

【表 2 - 7】

X	Y	Z'		X	Y	Z'		X	Y	Z'
0.017	0.339	0.60		0.586	-0.441	0.60		0.991	-0.913	0.60
-0.027	0.723	0.60		0.613	-0.192	0.60		0.830	-0.828	0.60
-0.234	0.868	0.60		0.486	0.029	0.60		0.877	-0.685	0.60
-0.479	0.930	0.60		0.352	0.245	0.60		0.990	-1.003	0.60
-0.450	0.630	0.60		0.477	-0.269	0.60		0.759	-0.460	0.60
-0.216	0.536	0.60		0.207	0.455	0.60		0.667	-0.570	0.60
-0.019	0.375	0.60		0.119	0.225	0.60		1.011	-0.960	0.60
0.010	0.688	0.60		0.275	0.025	0.60		0.803	-0.785	0.60
-0.190	0.844	0.60		0.421	-0.184	0.60		0.900	-0.731	0.60
-0.429	0.926	0.60		0.559	-0.398	0.60		0.943	-0.998	0.60
-0.793	0.755	0.70		-0.065	0.465	0.70		0.372	0.187	0.70
-0.613	1.015	0.70		-0.051	0.777	0.70		0.231	0.081	0.70
-0.844	0.948	0.70		-0.241	0.928	0.70		0.244	0.393	0.70
-0.599	0.768	0.70		-0.468	1.010	0.70		0.364	-0.122	0.70
-0.503	0.755	0.70		-0.282	0.658	0.70		0.106	0.593	0.70
-0.841	0.748	0.70		-0.098	0.500	0.70		0.544	-0.411	0.70
-0.565	1.017	0.70		0.060	0.316	0.70		0.620	-0.535	0.70
-0.889	0.747	0.70		-0.018	0.742	0.70		0.633	-0.279	0.70
-0.801	0.970	0.70		-0.200	0.902	0.70		0.517	-0.066	0.70
-0.648	0.769	0.70		-0.420	1.000	0.70		0.397	0.145	0.70
-0.959	0.803	0.70		-0.205	0.600	0.70		0.203	0.121	0.70
-0.516	1.015	0.70		-0.323	0.684	0.70		0.270	0.352	0.70
-0.934	0.763	0.70		0.541	-0.108	0.70		0.338	-0.081	0.70
-0.756	0.987	0.70		0.422	0.104	0.70		0.135	0.554	0.70
-0.696	0.766	0.70		0.175	0.160	0.70		0.467	-0.287	0.70
-0.949	0.850	0.70		0.296	0.311	0.70		0.594	-0.494	0.70
-0.959	0.803	0.70		0.312	-0.041	0.70		0.697	-0.659	0.70
-0.709	1.000	0.70		0.163	0.514	0.70		0.826	-0.864	0.70
-0.745	0.761	0.70		0.442	-0.246	0.70		0.896	-0.799	0.70
-0.921	0.890	0.70		0.569	-0.452	0.70		0.789	-0.581	0.70
-0.661	1.010	0.70		0.564	-0.151	0.70		0.678	-0.365	0.70
-0.885	0.922	0.70		0.446	0.061	0.70		0.671	-0.617	0.70
-0.551	0.764	0.70		0.147	0.200	0.70		0.801	-0.823	0.70
-0.132	0.535	0.70		0.322	0.270	0.70		0.917	-0.842	0.70
0.030	0.354	0.70		0.285	0.000	0.70		0.811	-0.624	0.70
-0.168	0.568	0.70		0.190	0.474	0.70		0.701	-0.408	0.70
0.015	0.706	0.70		0.416	-0.204	0.70		0.645	-0.576	0.70
-0.160	0.874	0.70		0.493	-0.328	0.70		0.775	-0.782	0.70
-0.374	0.988	0.70		0.587	-0.193	0.70		0.929	-0.888	0.70
-0.366	0.706	0.70		0.470	0.019	0.70		0.832	-0.668	0.70
-0.001	0.392	0.70		0.118	0.239	0.70		0.723	-0.451	0.70
0.046	0.669	0.70		0.347	0.229	0.70		0.749	-0.740	0.70
-0.123	0.843	0.70		0.258	0.040	0.70		0.897	-0.921	0.70
-0.328	0.971	0.70		0.217	0.434	0.70		0.854	-0.711	0.70
-0.243	0.630	0.70		0.390	-0.163	0.70		0.745	-0.494	0.70

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

【表 2 - 8】

X	Y	Z'	X	Y	Z'	X	Y	Z'
-0.033	0.429	0.70	0.076	0.631	0.70	0.723	-0.700	0.70
-0.411	0.726	0.70	0.518	-0.370	0.70	0.854	-0.904	0.70
-0.086	0.811	0.70	0.610	-0.236	0.70	0.875	-0.755	0.70
-0.284	0.951	0.70	0.494	-0.023	0.70	0.767	-0.537	0.70
-0.456	0.742	0.70	0.089	0.278	0.70	0.656	-0.322	0.70
-0.713	1.119	0.80	-0.186	0.641	0.80	0.199	0.111	0.80
-0.888	0.951	0.80	-0.361	0.796	0.80	0.255	0.356	0.80
-0.758	1.109	0.80	-0.392	1.075	0.80	0.371	0.154	0.80
-0.526	1.116	0.80	-0.194	0.952	0.80	0.273	-0.008	0.80
-0.711	0.914	0.80	-0.032	0.784	0.80	0.148	0.190	0.80
-0.618	0.905	0.80	-0.010	0.423	0.80	0.483	-0.052	0.80
-0.850	0.925	0.80	-0.154	0.606	0.80	0.592	-0.259	0.80
-0.802	1.093	0.80	-0.323	0.768	0.80	0.613	-0.568	0.80
-0.573	1.123	0.80	0.025	0.710	0.80	0.491	-0.368	0.80
-0.572	0.895	0.80	-0.436	1.092	0.80	0.371	-0.168	0.80
-0.804	0.918	0.80	-0.231	0.981	0.80	0.123	0.230	0.80
-0.843	1.070	0.80	-0.062	0.820	0.80	0.106	0.595	0.80
-0.619	1.126	0.80	0.206	0.437	0.80	0.231	0.397	0.80
-0.527	0.881	0.80	0.325	0.235	0.80	0.322	-0.088	0.80
-0.757	0.916	0.80	0.097	0.269	0.80	0.348	0.194	0.80
-0.877	1.038	0.80	0.439	0.031	0.80	0.461	-0.011	0.80
-0.664	0.911	0.80	0.549	-0.176	0.80	0.571	-0.218	0.80
-0.666	1.125	0.80	0.539	-0.449	0.80	0.249	0.032	0.80
-0.897	0.996	0.80	0.419	-0.248	0.80	0.637	-0.608	0.80
0.053	0.672	0.80	0.298	-0.048	0.80	0.515	-0.409	0.80
0.018	0.385	0.80	0.182	0.476	0.80	0.395	-0.208	0.80
-0.124	0.571	0.80	0.302	0.276	0.80	0.656	-0.384	0.80
-0.287	0.739	0.80	0.417	0.072	0.80	0.759	-0.594	0.80
-0.483	0.864	0.80	0.224	0.072	0.80	0.662	-0.648	0.80
-0.481	1.105	0.80	0.527	-0.135	0.80	0.856	-0.807	0.80
-0.269	1.008	0.80	0.635	-0.343	0.80	0.835	-0.846	0.80
-0.093	0.855	0.80	0.174	0.151	0.80	0.739	-0.552	0.80
0.045	0.346	0.80	0.564	-0.489	0.80	0.687	-0.687	0.80
-0.094	0.534	0.80	0.443	-0.288	0.80	0.840	-0.764	0.80
-0.252	0.708	0.80	0.071	0.307	0.80	0.719	-0.510	0.80
-0.441	0.844	0.80	0.157	0.516	0.80	0.712	-0.727	0.80
-0.309	1.033	0.80	0.278	0.316	0.80	0.820	-0.721	0.80
-0.125	0.889	0.80	0.394	0.113	0.80	0.698	-0.468	0.80
-0.066	0.498	0.80	0.080	0.633	0.80	0.736	-0.767	0.80
-0.159	0.921	0.80	0.505	-0.093	0.80	0.800	-0.679	0.80
-0.218	0.675	0.80	0.614	-0.301	0.80	0.791	-0.843	0.80
-0.400	0.821	0.80	0.588	-0.529	0.80	0.677	-0.426	0.80
-0.350	1.055	0.80	0.467	-0.328	0.80	0.761	-0.807	0.80
-0.003	0.747	0.80	0.346	-0.128	0.80	0.780	-0.637	0.80
-0.037	0.460	0.80	0.132	0.555	0.80	0.835	-0.846	0.80

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

【表 2 - 9】

X	Y	Z'		X	Y	Z'		X	Y	Z'
-0.508	1.226	0.90		0.022	0.358	0.90		0.604	-0.336	0.90
-0.705	1.070	0.90		-0.068	0.845	0.90		0.504	-0.133	0.90
-0.730	1.251	0.90		-0.215	1.017	0.90		0.401	0.069	0.90
-0.498	0.981	0.90		-0.388	1.164	0.90		0.294	0.269	0.90
-0.749	1.080	0.90		-0.425	0.927	0.90		0.142	0.166	0.90
-0.685	1.257	0.90		-0.267	0.764	0.90		0.181	0.466	0.90
-0.536	1.005	0.90		-0.129	0.584	0.90		0.259	-0.028	0.90
-0.792	1.093	0.90		-0.003	0.396	0.90		0.062	0.659	0.90
-0.640	1.257	0.90		-0.041	0.808	0.90		0.376	-0.223	0.90
-0.576	1.026	0.90		-0.184	0.984	0.90		0.493	-0.417	0.90
-0.830	1.168	0.90		-0.350	1.138	0.90		0.614	-0.609	0.90
-0.825	1.124	0.90		-0.461	0.955	0.90		0.624	-0.377	0.90
-0.595	1.252	0.90		-0.297	0.798	0.90		0.524	-0.173	0.90
-0.618	1.043	0.90		-0.156	0.621	0.90		0.422	0.029	0.90
-0.808	1.207	0.90		-0.028	0.434	0.90		0.315	0.229	0.90
-0.830	1.168	0.90		0.213	0.049	0.90		0.118	0.204	0.90
-0.551	1.241	0.90		0.111	0.582	0.90		0.204	0.427	0.90
-0.661	1.058	0.90		0.329	-0.145	0.90		0.236	0.010	0.90
-0.772	1.234	0.90		0.446	-0.339	0.90		0.086	0.621	0.90
-0.015	0.771	0.90		0.565	-0.533	0.90		0.353	-0.184	0.90
-0.154	0.951	0.90		0.565	-0.255	0.90		0.470	-0.378	0.90
-0.315	1.110	0.90		0.463	-0.052	0.90		0.590	-0.571	0.90
-0.327	0.832	0.90		0.358	0.149	0.90		0.544	-0.214	0.90
-0.183	0.658	0.90		0.070	0.281	0.90		0.442	-0.012	0.90
-0.052	0.472	0.90		0.249	0.348	0.90		0.337	0.189	0.90
0.011	0.734	0.90		0.189	0.088	0.90		0.094	0.243	0.90
-0.124	0.916	0.90		0.134	0.544	0.90		0.227	0.388	0.90
-0.280	1.080	0.90		0.306	-0.106	0.90		0.686	-0.724	0.90
-0.466	1.208	0.90		0.423	-0.301	0.90		0.759	-0.664	0.90
-0.359	0.865	0.90		0.541	-0.494	0.90		0.663	-0.459	0.90
-0.210	0.694	0.90		0.585	-0.295	0.90		0.662	-0.686	0.90
-0.078	0.510	0.90		0.483	-0.092	0.90		0.777	-0.706	0.90
0.046	0.320	0.90		0.380	0.109	0.90		0.682	-0.500	0.90
0.037	0.697	0.90		0.272	0.309	0.90		0.785	-0.749	0.90
-0.096	0.881	0.90		0.165	0.127	0.90		0.701	-0.541	0.90
-0.247	1.049	0.90		0.158	0.505	0.90		0.752	-0.778	0.90
-0.426	1.187	0.90		0.283	-0.067	0.90		0.720	-0.582	0.90
-0.391	0.896	0.90		0.399	-0.262	0.90		0.713	-0.761	0.90
-0.238	0.729	0.90		0.517	-0.456	0.90		0.740	-0.623	0.90
-0.103	0.547	0.90		0.638	-0.647	0.90		0.644	-0.418	0.90
-0.815	1.203	0.92		0.308	-0.119	0.92		0.367	0.129	0.92
-0.812	1.158	0.92		0.331	-0.157	0.92		0.346	0.168	0.92
-0.783	1.126	0.92		0.354	-0.196	0.92		0.325	0.208	0.92
-0.740	1.112	0.92		0.377	-0.234	0.92		0.304	0.247	0.92
-0.697	1.100	0.92		0.400	-0.273	0.92		0.282	0.287	0.92

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

【 表 2 - 1 0 】

X	Y	Z'	X	Y	Z'	X	Y	Z'
-0.655	1.086	0.92	0.424	-0.311	0.92	0.260	0.326	0.92
-0.613	1.070	0.92	0.447	-0.349	0.92	0.239	0.365	0.92
-0.573	1.050	0.92	0.470	-0.387	0.92	0.216	0.404	0.92
-0.534	1.028	0.92	0.494	-0.425	0.92	0.194	0.442	0.92
-0.497	1.003	0.92	0.517	-0.463	0.92	0.171	0.481	0.92
-0.462	0.975	0.92	0.541	-0.501	0.92	0.148	0.519	0.92
-0.428	0.946	0.92	0.565	-0.539	0.92	0.125	0.558	0.92
-0.396	0.915	0.92	0.589	-0.577	0.92	0.101	0.596	0.92
-0.365	0.883	0.92	0.613	-0.614	0.92	0.077	0.633	0.92
-0.335	0.849	0.92	0.637	-0.652	0.92	0.053	0.671	0.92
-0.305	0.815	0.92	0.661	-0.690	0.92	0.028	0.708	0.92
-0.277	0.781	0.92	0.685	-0.728	0.92	0.003	0.745	0.92
-0.249	0.746	0.92	0.715	-0.761	0.92	-0.022	0.782	0.92
-0.222	0.710	0.92	0.757	-0.757	0.92	-0.048	0.819	0.92
-0.195	0.674	0.92	0.774	-0.718	0.92	-0.075	0.855	0.92
-0.169	0.638	0.92	0.758	-0.676	0.92	-0.102	0.891	0.92
-0.143	0.602	0.92	0.739	-0.636	0.92	-0.129	0.926	0.92
-0.118	0.565	0.92	0.720	-0.595	0.92	-0.157	0.961	0.92
-0.093	0.528	0.92	0.701	-0.554	0.92	-0.186	0.995	0.92
-0.068	0.490	0.92	0.683	-0.514	0.92	-0.216	1.028	0.92
-0.044	0.453	0.92	0.664	-0.473	0.92	-0.247	1.061	0.92
-0.019	0.415	0.92	0.645	-0.433	0.92	-0.278	1.092	0.92
0.005	0.377	0.92	0.626	-0.392	0.92	-0.311	1.123	0.92
0.029	0.340	0.92	0.607	-0.352	0.92	-0.345	1.152	0.92
0.052	0.302	0.92	0.587	-0.311	0.92	-0.380	1.179	0.92
0.076	0.264	0.92	0.568	-0.271	0.92	-0.417	1.204	0.92
0.099	0.226	0.92	0.548	-0.231	0.92	-0.456	1.227	0.92
0.123	0.187	0.92	0.529	-0.191	0.92	-0.496	1.247	0.92
0.146	0.149	0.92	0.509	-0.151	0.92	-0.538	1.263	0.92
0.169	0.111	0.92	0.489	-0.110	0.92	-0.581	1.276	0.92
0.193	0.073	0.92	0.469	-0.070	0.92	-0.625	1.284	0.92
0.216	0.034	0.92	0.449	-0.030	0.92	-0.669	1.286	0.92
0.239	-0.004	0.92	0.428	0.010	0.92	-0.714	1.281	0.92
0.262	-0.042	0.92	0.408	0.049	0.92	-0.756	1.266	0.92
0.285	-0.081	0.92	0.387	0.089	0.92	-0.792	1.240	0.92

10

20

30

40

【 0 0 3 3 】

表 I の X、Y 座標値の原点は、表 I I の X、Y 座標値の原点と一致している。

【 0 0 3 4 】

本発明の第 2 段バケットの好ましい実施形態では、基準線 U は、エンジン又はロータの中心線から 24 . 100 インチの位置にある。バケットの半径方向高さは、基準線から先端シュラウド 40 上のカット歯まで 11 . 280 インチである。従って、エンジン中心線からのバケットの半径方向高さは、35 . 380 インチである。翼形部セクションは、基準線 U から 2 . 221 インチ（エンジン中心線から 26 . 321 インチ）の Z = 0 % スパンにおいて始まる。翼形部セクションは、基準線 U から 11 . 122 インチ（エンジン中

50

心線から 35.22 インチ) の $Z = 100\%$ スパンにおいて終わる。表 I の無次元値 Z に関して、 $Z = 0.088$ 即ち 8.8% スパンは、基準線 U から 3.005 インチ (エンジン中心線から 27.15 インチ) に相当する。0.92 即ち 92% スパンにおける表 I の Z 値は、基準線 U から 10.410 インチ (エンジン中心線から 34.510 インチ) の距離に相当する。

【0035】

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。

10

【図面の簡単な説明】

【0036】

【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、ガスタービンの多数段を通る高温ガス流路の概略図。

【図 2】本発明の好ましい実施形態による、バケットを通る内部冷却通路を示すために該バケットの側部を破断した、翼形部の正圧側から示した第 2 段バケットの側面図。

【図 3】冷却孔出口の位置を示す、翼形部先端シュラウドを半径方向内向きに見た拡大図。

【図 4】図 2 のほぼ線 4 - 4 に沿って取ったバケットの拡大断面図。

【図 5】バケットのダブテールにおける冷却通路の出口を示す、バケットを半径方向外向きに見た図。

20

【図 6】図 2 の線 6 - 6 に沿った断面図。

【図 7】図 6 において取った拡大断面図。

【図 8】図 2 のほぼ線 8 - 8 に沿って取った拡大断面図。

【図 9】図 8 の翼形部及び通路の一部の拡大断面図。

【図 10】図 2 のバケットに沿った翼形部輪郭セクションの概略図。

【符号の説明】

【0037】

20 バケット

30 プラットホーム

30

32 シャンク

34 ダブテール

40 先端シュラウド

42 冷却孔

44 翼形部先端

50 翼形部根元

54 第 1 の孔の組

56 第 2 の孔の組

57 前縁

58 第 3 の孔の組

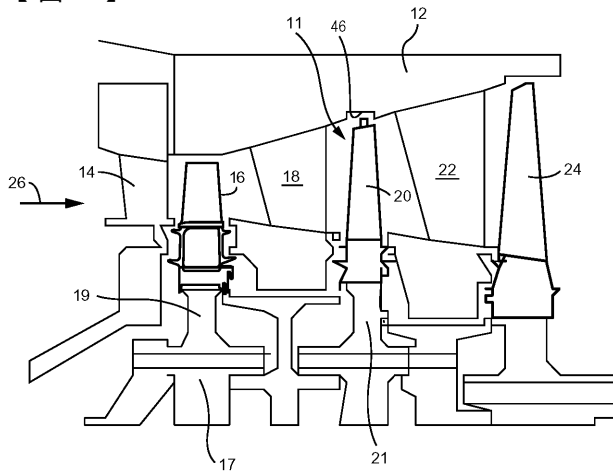
40

59 後縁

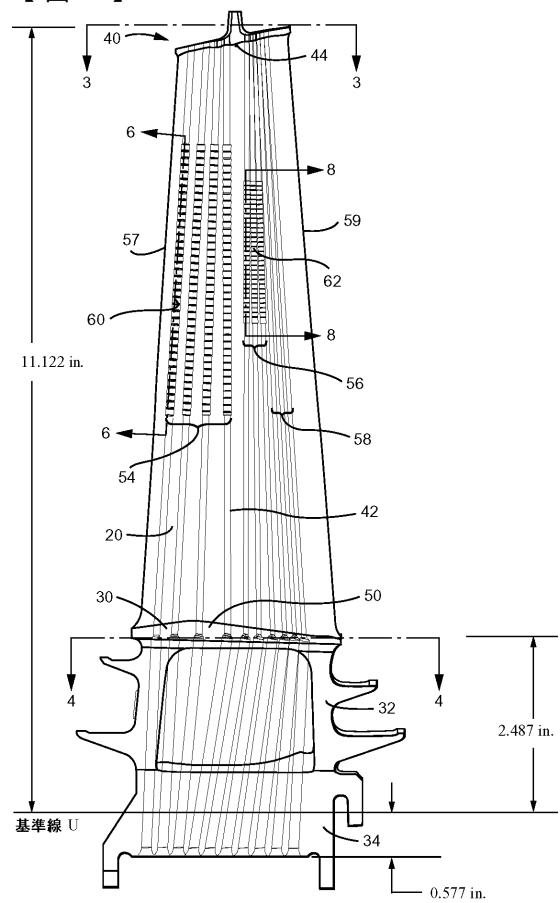
60 第 1 の孔の組のタービュレータ

62 第 2 の孔の組のタービュレータ

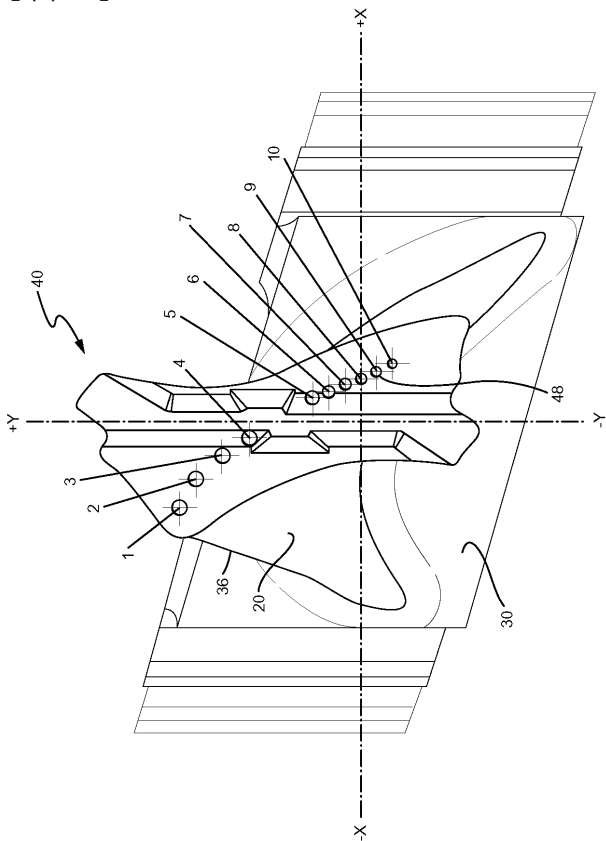
【 図 1 】



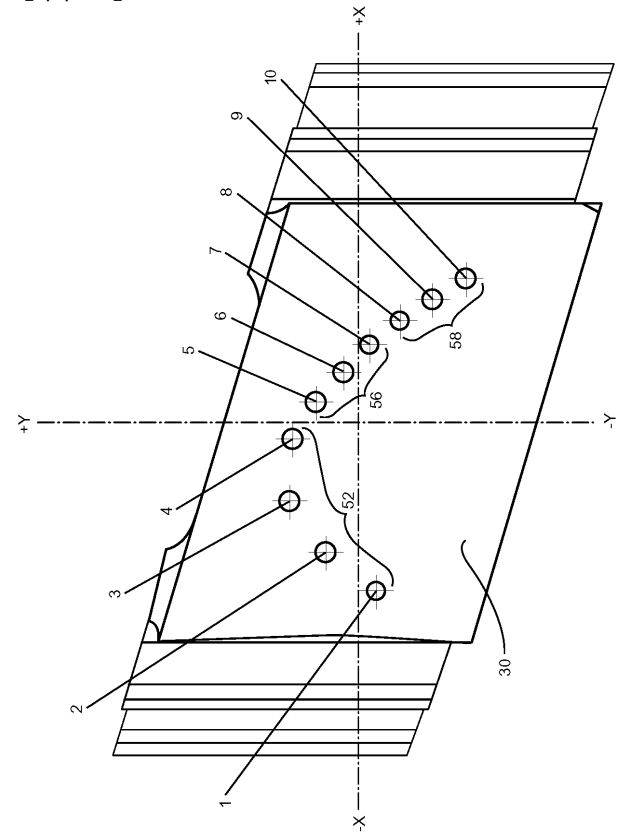
【 図 2 】



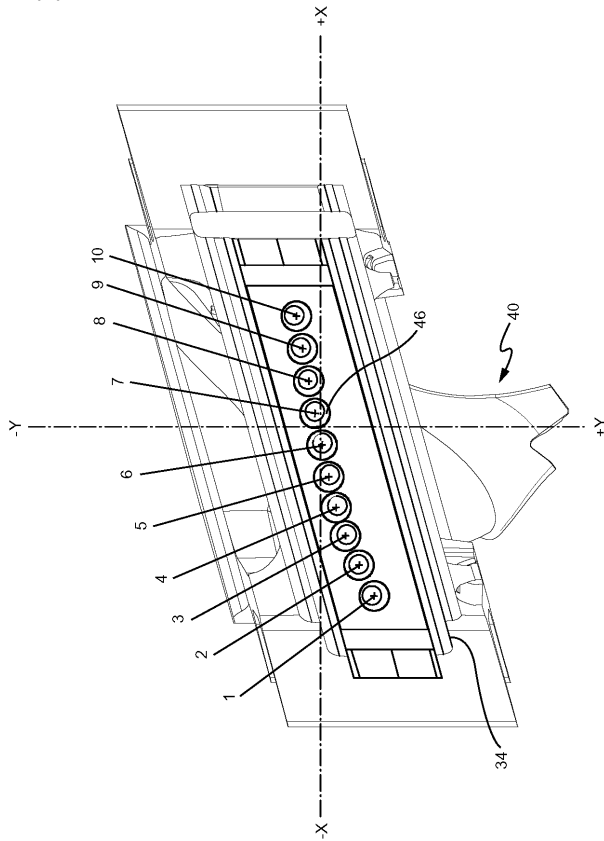
【 図 3 】



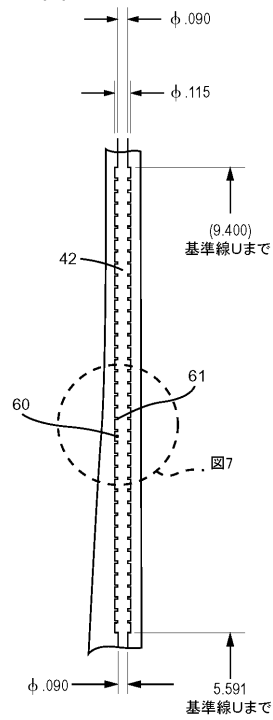
【 図 4 】



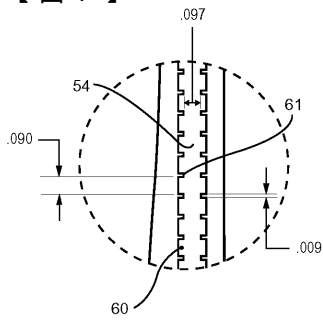
【図 5】



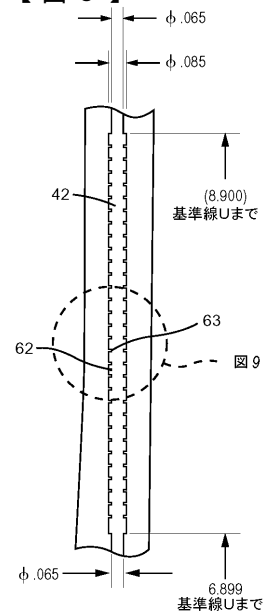
【図 6】



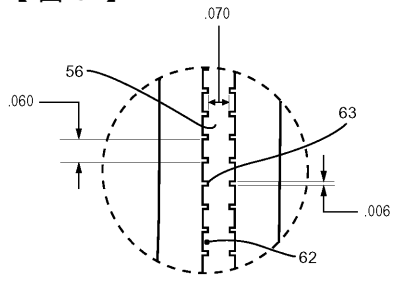
【図 7】



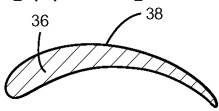
【図 8】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 スティーブン・イー・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 CA05 CA06 CA07 CB01 CB05