

(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2005-30403  
(P2005-30403A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

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

F O 1 D 5/14

F 1

F O 1 D 5/14

テーマコード(参考)

3 G 002

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2004-202671 (P2004-202671)  
 (22) 出願日 平成16年7月9日 (2004.7.9)  
 (31) 優先権主張番号 10/616,911  
 (32) 優先日 平成15年7月11日 (2003.7.11)  
 (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・カンパニー  
 GENERAL ELECTRIC CO  
 MPANY  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
 クタディ、リバーロード、1番  
 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

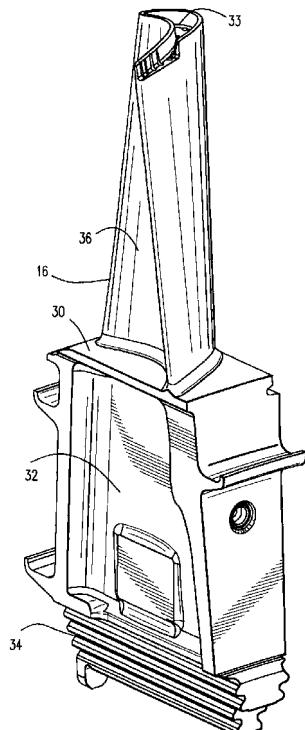
(54) 【発明の名称】タービンバケット用の翼形部形状

## (57) 【要約】

【課題】 本発明は、第1段タービンバケットの翼形部輪郭を提供する。

【解決手段】 第1段タービンバケット(16)は、表I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翼形部輪郭を有し、該表Iにおいて、X及びY値は、インチで表されており、Z値は、該Z値にインチで表した翼形部の高さを乗じることによってインチで表したZ距離に換算可能な0.05スパン～0.95スパンの無次元値である。X及びYは、滑らかな連続円弧により接続されると、各距離Zにおける翼形部輪郭セクション(40)を形成する距離である。X、Y及びZ距離は、拡大又は縮小されたバケット用翼形部セクションを得るために、同一の定数又は数値の関数として拡大縮小可能とすることができます。X、Y及びZ距離で与えられた基準翼形部は、翼形部の表面に対して垂直な方向に±0.150インチのエンベロープ内に在る。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

翼形形状を有するバケット翼形部(36)を含むタービンバケット(16)であって、

前記翼形部が、表I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、前記表Iにおいて、Z値は、該Z値にインチで表した翼形部の高さを乗じることによってインチで表したZ距離に換算可能な0.05スパン～0.95スパンの無次元値であり、またX及びYは、滑らかな連続円弧により接続されると、各距離Zにおける翼形部輪郭セクション(40)を形成するインチで表した距離であり、

前記Z距離における輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて完全な翼形部形状を形成する、

タービンバケット。

## 【請求項 2】

タービンの第1段の一部を形成している、請求項1記載のタービンバケット。

## 【請求項 3】

前記翼形部形状が、任意の翼形部表面位置に対して垂直な方向に±0.150インチの範囲にあるエンベロープ内に在る、請求項1記載のタービンバケット。

## 【請求項 4】

プラットフォーム(30)を含み、前記プラットフォームの中間点における根元から前記翼形部の先端までのタービン翼形部高さが、7.075インチである、請求項1記載のタービンバケット。

## 【請求項 5】

バケット翼形部(36)を含むタービンバケット(16)であって、

前記バケット翼形部が、表I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被膜のない基準翼形部輪郭を有し、前記表Iにおいて、Z値は、該Z値にインチで表した翼形部の高さを乗じることによってインチで表したZ距離に換算可能な0.05スパン～0.95スパンの無次元値であり、またX及びYは、滑らかな連続円弧により接続されると、各距離Zにおける翼形部輪郭セクション(40)を形成するインチで表した距離であり、

前記Z距離における輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて完全な翼形部形状を形成し、

前記X及びY距離が、拡大又は縮小された翼形部を得るために、同一の定数又は数値の関数として拡大縮小可能である、

タービンバケット。

## 【請求項 6】

インチに換算した場合、前記Z距離が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5記載のタービンバケット。

## 【請求項 7】

タービンの第1段の一部を形成している、請求項5記載のタービンバケット。

## 【請求項 8】

前記翼形部形状が、任意の翼形部表面位置に対して垂直な方向に±0.150インチの範囲にあるエンベロープ内に在る、請求項5記載のタービンバケット。

## 【請求項 9】

複数のバケットを有するタービンホイール(19)を含むタービンであって、

前記バケットの各々が、翼形形状を有する翼形部(36)を含み、

前記翼形部が、表I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、前記表Iにおいて、Z値は、該Z値にインチで表した翼形部の高さを乗じることによってインチで表したZ距離に換算可能な0.05スパン～0.95スパンの無次元値であり、またX及びYは、滑らかな連続円弧により接続されると、各距離Zにおける翼形部輪郭セクション(40)を形成するインチで表した距離であり、

前記Z距離における輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて完全な翼形部形状を

10

20

30

40

50

形成する、  
タービン。

#### 【請求項 10】

複数のバケット(16)を有するタービンホイール(19)を含むタービンであって、  
前記バケットの各々が、翼形部(36)を含み、

前記翼形部が、表I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被膜の  
ない基準翼形部輪郭を有し、前記表Iにおいて、Z値は、該Z値にインチで表した翼形部  
の高さを乗じることによってインチで表したZ距離に換算可能な0.05スパン～0.9  
5スパンの無次元値であり、またX及びYは、滑らかな連続円弧により接続されると、各  
距離Zにおける翼形部輪郭セクション(40)を形成するインチで表した距離であり、

前記Z距離における輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて完全な翼形部形状を  
形成し、

前記X、Y及びZ距離が、拡大又は縮小された翼形部を得るために、同一の定数又は数  
値の関数として拡大縮小可能である、

タービン。

#### 【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、具体的には第1段タービンバケ  
ットの翼形部輪郭に関する。

10

20

##### 【背景技術】

##### 【0002】

効率及び翼形部負荷の全体的な改善を含む設計目標に適合させるために、ガスタービン  
の各段の高温ガス流路セクションにおいて多くの要件が満たされなければならない。特に、  
第1段タービンセクションのバケットは、その特定の段における熱的及び機械的作動要  
件を満たさなければならない。

##### 【発明の開示】

##### 【課題を解決するための手段】

##### 【0003】

本発明の好ましい実施形態によると、ガスタービンの性能を向上させるガスタービンの  
バケット、好ましくは第1段バケット用の固有の翼形部形状を提供する。本発明の翼形部  
形状は、従来の翼形部設計を改良したものである。具体的には、従来公知の設計から後縁  
を新しい形態にすることによって、本発明の翼形部は特有のものとなっており、従来公知  
のバケット翼形部を単に拡大縮小したものではない。より具体的には、従来公知の設計の  
後縁に、特にその全長に沿ってカットバックを施して、完全に新規な翼形部輪郭全体を得  
るものである。

30

##### 【0004】

本発明のバケット翼形部輪郭は、必要な効率及び負荷要件を達成するような固有の点の  
軌跡によって定められる。この固有の点の軌跡は、基準翼形部輪郭を定め、以下に示す表  
IのX、Y及びZデカルト座標によって特定される。表Iに示す座標値の1000個の点  
は、タービン中心線に対してのものであり、またバケット翼形部のその全長に沿った様々  
な断面における低温即ち室温に対するものである。X、Y及びZの正の方向は、それぞ  
れ、タービンの排出端部に向かう軸方向、エンジンの回転方向における接線方向、及びバケ  
ット先端に向かう半径方向外向き方向である。X及びY座標は、距離のディメンション、  
例えはインチの単位で与えられ、各Z位置において滑らかに結合されて滑らかな連続した  
翼形部断面を形成する。Z座標は、0.05(5%)スパン～0.95(95%)スパン  
の無次元形式で与えられる。例えはインチで表した翼形部高さ寸法に、表Iの無次元Z値  
を乗じることによって、バケット翼形部の翼形部形状即ち輪郭が得られる。X、Y平面内  
の各形成された翼形部セクションが、Z方向における隣接する翼形部セクションと滑らか  
に結合されて完全な翼形部形状を形成する。得られた翼形部は、特に従来公知のバケット

40

50

と比較すると後縁カットバックを有する。

【0005】

各バケット翼形部は使用中に高温になるので、機械的負荷及び温度の結果として、その輪郭が変化することになることが分かるであろう。従って、低温即ち室温輪郭は、製造目的のためのX、Y、Z座標によって与えられる。製造されたバケット翼形部輪郭は、下表により与えられた基準翼形部輪郭とは異なる可能性があるため、基準輪郭に沿った任意の表面位置に対して垂直な方向の、該基準輪郭から $\pm 0.150$ インチの、任意の被膜を含む距離により、このバケット翼形部の輪郭エンベロープが定まる。この翼形部形状は、このような差異に強く、バケットの機械的機能及び空気力学的機能を損なうことがない。

【0006】

翼形部は、類似のタービン設計に取り入れるために幾何学的に拡大又は縮小することが可能であることも理解されたい。その場合、下に与えられた基準翼形部輪郭のインチで表したX及びY座標とインチに換算した場合の無次元Z座標とは、同一の定数又は数値の関数とすることができる。即ち、インチで表したX及びY座標値と任意選択的にインチに換算した場合のZ座標値とを、同一の定数又は数値により乗算又は除算して、翼形部断面形状を維持しながらバケット翼形部輪郭の拡大又は縮小バージョンを得ることができる。

【0007】

本発明による好ましい実施形態では、翼形形状を有するバケット翼形部を含むタービンバケットを提供し、該翼形部は、表I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、該表Iにおいて、Z値は、該Z値にインチで表した翼形部の高さを乗じることによってインチで表したZ距離に換算可能な0.05スパン～0.95スパンの無次元値であり、またX及びYは、滑らかな連続円弧により接続されると、各距離Zにおける翼形部輪郭セクションを形成するインチで表した距離であり、Z距離における輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて完全な翼形部形状を形成する。

【0008】

本発明による別の好ましい実施形態では、バケット翼形部を含むタービンバケットを提供し、該バケット翼形部は、表I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被膜のない基準翼形部輪郭を有し、該表Iにおいて、Z値は、該Z値にインチで表した翼形部の高さを乗じることによってインチで表したZ距離に換算可能な0.05スパン～0.95スパンの無次元値であり、またX及びYは、滑らかな連続円弧により接続されると、各距離Zにおける翼形部輪郭セクションを形成するインチで表した距離であり、Z距離における輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて完全な翼形部形状を形成し、X及びY距離は、拡大又は縮小された翼形部を得るために、同一の定数又は数値の関数として拡大縮小可能である。

【0009】

本発明による更に別の好ましい実施形態では、複数のバケットを有するタービンホイールを含むタービンを提供し、バケットの各々は、翼形形状を有する翼形部を含み、該翼形部は、表I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、該表Iにおいて、Z値は、該Z値にインチで表した翼形部の高さを乗じることによってインチで表したZ距離に換算可能な0.05スパン～0.95スパンの無次元値であり、またX及びYは、滑らかな連続円弧により接続されると、各距離Zにおける翼形部輪郭セクションを形成するインチで表した距離であり、Z距離における輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて完全な翼形部形状を形成する。

【0010】

本発明による更に別の好ましい実施形態では、複数のバケットを有するタービンホイールを含むタービンを提供し、バケットの各々は翼形部を含み、該翼形部は、表I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被膜のない基準翼形部輪郭を有し、該表Iにおいて、Z値は、該Z値にインチで表した翼形部の高さを乗じることによってインチで表したZ距離に換算可能な0.05スパン～0.95スパンの無次元値であり、またX及びYは、滑らかな連続円弧により接続されると、各距離Zにおける翼形部輪郭セクシ

10

20

30

40

50

ヨンを形成するインチで表した距離であり、Z距離における輪郭セクションが、互いに滑らかに結合されて完全な翼形部形状を形成し、X、Y及びZ距離は、拡大又は縮小されたバケット翼形部を得るために、同一の定数又は数値の関数として拡大縮小可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

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、タービンロータ17に取付けられる。タービンの第2段12も示されており、該第2段12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。更に、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。

【0012】

バケット、例えば第1段のバケット16は、ロータ17の一部を形成するロータホイール19上に取付けられることが分かるであろう。各バケット16には、図2及び図3に示すように、プラットフォーム30と、シャンク32と、ロータホイール19上の相補形状の嵌合ダブテール(図示せず)に連結される軸方向ダブテール34とが設けられる。各バケット16がバケット翼形部36を有することも分かるであろう。従って、バケット16の各々は、プラットフォーム30の中間点における翼形部根元31(図3)からバケット先端33までの任意の断面において翼形部の形状になっている翼形部断面輪郭を有する。

【0013】

各第1段バケット翼形部の翼形形状を形成するために、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下の要件とを満たす。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1000個の点の組を含む。下記の表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セクションを定める。X及びY座標における座標値は、表Iにはインチで記載されているが、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。Z値は、表Iには0.05スパン～0.95スパンの無次元形式で記載されている。Z値を例えばインチで表したZ座標値に換算するためには、表Iに示した無次元Z値に、インチで表した翼形部36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ほぼ半径方向外向き方向である。

【0014】

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8の輪郭セクション40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40が、決定される。距離Z間の様々な表面位置の翼形部輪郭セクション40は、隣接する輪郭セクションを互いに滑らかに接続して翼形部輪郭全体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セクションを表し、また被膜のない

10

20

30

40

50

翼形部に対するものである。

【0015】

X 及び Y についての表 I の値は、翼形部の輪郭を決定するために小数点以下 4 桁まで作成されかつ示されている。しかしながら、小数点以下第 4 桁は重要なものではなく、切り上げ又は切り捨ててもよい。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 に示す翼形部輪郭の値は、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  $\pm$  製造公差、即ち  $\pm$  値が、下表 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直な方向に  $\pm 0.150$  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。

10

【0016】

下表 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

【0017】

【表1-1】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
-1.3594	-0.5213	0.05	0.8144	-0.5166	0.05
-1.2754	-0.5233	0.05	0.8810	-0.5691	0.05
-1.1942	-0.4993	0.05	0.9450	-0.6246	0.05
-1.1157	-0.4673	0.05	1.0066	-0.6829	0.05
-1.0376	-0.4344	0.05	1.0656	-0.7436	0.05
-0.9588	-0.4030	0.05	1.1223	-0.8067	0.05
-0.8792	-0.3740	0.05	1.1766	-0.8717	0.05
-0.7987	-0.3474	0.05	1.2287	-0.9386	0.05
-0.7176	-0.3227	0.05	1.2787	-1.0071	0.05
-0.6361	-0.2995	0.05	1.3272	-1.0766	0.05
-0.5541	-0.2782	0.05	1.3746	-1.1468	0.05
-0.4715	-0.2592	0.05	1.4284	-1.2110	0.05
-0.3883	-0.2431	0.05	1.5101	-1.2115	0.05
-0.3045	-0.2302	0.05	1.5576	-1.1449	0.05
-0.2202	-0.2208	0.05	1.5383	-1.0633	0.05
-0.1357	-0.2155	0.05	1.5074	-0.9843	0.05
-0.0509	-0.2144	0.05	1.4748	-0.9061	0.05
0.0338	-0.2180	0.05	1.4417	-0.8280	0.05
0.1181	-0.2264	0.05	1.4085	-0.7501	0.05
0.2018	-0.2399	0.05	1.3750	-0.6722	0.05
0.2845	-0.2583	0.05	1.3414	-0.5944	0.05
0.3659	-0.2818	0.05	1.3074	-0.5167	0.05
0.4458	-0.3101	0.05	1.2731	-0.4392	0.05
0.5239	-0.3430	0.05	1.2383	-0.3619	0.05
0.6000	-0.3804	0.05	1.2030	-0.2849	0.05
0.6738	-0.4220	0.05	1.1671	-0.2081	0.05
0.7453	-0.4675	0.05	1.0930	-0.0556	0.05

【表1-2】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
1.1305	-0.1316	0.05	-0.7021	0.7658	0.05
1.0547	0.0200	0.05	-0.7721	0.7180	0.05
1.0154	0.0951	0.05	-0.8390	0.6659	0.05
0.9747	0.1695	0.05	-0.9027	0.6101	0.05
0.9324	0.2429	0.05	-0.9634	0.5509	0.05
0.8884	0.3154	0.05	-1.0211	0.4888	0.05
0.8423	0.3865	0.05	-1.0761	0.4243	0.05
0.7935	0.4558	0.05	-1.1285	0.3577	0.05
0.7415	0.5227	0.05	-1.1785	0.2893	0.05
0.6860	0.5867	0.05	-1.2260	0.2191	0.05
0.6266	0.6472	0.05	-1.2708	0.1471	0.05
0.5633	0.7035	0.05	-1.3123	0.0732	0.05
0.4959	0.7550	0.05	-1.3505	-0.0025	0.05
0.4248	0.8010	0.05	-1.3853	-0.0797	0.05
0.3501	0.8410	0.05	-1.4161	-0.1587	0.05
0.2723	0.8746	0.05	-1.4419	-0.2394	0.05
0.1920	0.9018	0.05	-1.4602	-0.3221	0.05
0.1098	0.9222	0.05	-1.4647	-0.4066	0.05
0.0261	0.9358	0.05	-1.4348	-0.4840	0.05
-0.0583	0.9426	0.05	-1.3488	-0.4782	0.10
-0.1431	0.9427	0.05	-1.2655	-0.4832	0.10
-0.2276	0.9363	0.05	-1.1852	-0.4582	0.10
-0.3113	0.9233	0.05	-1.1085	-0.4232	0.10
-0.3938	0.9039	0.05	-1.0323	-0.3872	0.10
-0.4746	0.8782	0.05	-0.9553	-0.3530	0.10
-0.5531	0.8463	0.05	-0.8769	-0.3219	0.10
-0.6290	0.8087	0.05	-0.7974	-0.2941	0.10

【表1-3】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
-0.7168	-0.2694	0.10	1.2402	-1.0221	0.10
-0.6356	-0.2468	0.10	1.2880	-1.0915	0.10
-0.5538	-0.2266	0.10	1.3356	-1.1611	0.10
-0.4713	-0.2090	0.10	1.3903	-1.2240	0.10
-0.3883	-0.1946	0.10	1.4715	-1.2246	0.10
-0.3047	-0.1839	0.10	1.5193	-1.1588	0.10
-0.2207	-0.1771	0.10	1.5020	-1.0771	0.10
-0.1364	-0.1747	0.10	1.4727	-0.9981	0.10
-0.0522	-0.1770	0.10	1.4409	-0.9200	0.10
0.0318	-0.1842	0.10	1.4085	-0.8422	0.10
0.1151	-0.1966	0.10	1.3760	-0.7644	0.10
0.1976	-0.2143	0.10	1.3434	-0.6867	0.10
0.2787	-0.2370	0.10	1.3105	-0.6091	0.10
0.3583	-0.2647	0.10	1.2775	-0.5315	0.10
0.4360	-0.2973	0.10	1.2441	-0.4541	0.10
0.5117	-0.3344	0.10	1.2103	-0.3769	0.10
0.5852	-0.3757	0.10	1.1760	-0.2999	0.10
0.6563	-0.4209	0.10	1.1412	-0.2232	0.10
0.7250	-0.4697	0.10	1.1057	-0.1467	0.10
0.7913	-0.5217	0.10	1.0695	-0.0706	0.10
0.8552	-0.5767	0.10	1.0324	0.0051	0.10
0.9167	-0.6343	0.10	0.9944	0.0803	0.10
0.9759	-0.6943	0.10	0.9550	0.1549	0.10
1.0329	-0.7564	0.10	0.9141	0.2286	0.10
1.0877	-0.8205	0.10	0.8715	0.3013	0.10
1.1404	-0.8862	0.10	0.8268	0.3728	0.10
1.1912	-0.9535	0.10	0.7795	0.4425	0.10

【表1-4】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
0.7291	0.5101	0.10	-1.1638	0.3431	0.10
0.6755	0.5751	0.10	-1.2101	0.2727	0.10
0.6183	0.6370	0.10	-1.2538	0.2006	0.10
0.5575	0.6954	0.10	-1.2940	0.1265	0.10
0.4930	0.7496	0.10	-1.3305	0.0506	0.10
0.4248	0.7991	0.10	-1.3636	-0.0269	0.10
0.3530	0.8432	0.10	-1.3928	-0.1060	0.10
0.2779	0.8815	0.10	-1.4171	-0.1867	0.10
0.2000	0.9137	0.10	-1.4344	-0.2692	0.10
0.1198	0.9394	0.10	-1.4398	-0.3531	0.10
0.0376	0.9580	0.10	-1.4182	-0.4330	0.10
-0.0459	0.9696	0.10	-1.2786	-0.4146	0.20
-0.1300	0.9741	0.10	-1.1966	-0.4068	0.20
-0.2142	0.9716	0.10	-1.1203	-0.3739	0.20
-0.2980	0.9622	0.10	-1.0475	-0.3337	0.20
-0.3806	0.9458	0.10	-0.9748	-0.2933	0.20
-0.4617	0.9228	0.10	-0.9008	-0.2553	0.20
-0.5406	0.8932	0.10	-0.8252	-0.2207	0.20
-0.6170	0.8576	0.10	-0.7479	-0.1901	0.20
-0.6904	0.8163	0.10	-0.6692	-0.1633	0.20
-0.7607	0.7698	0.10	-0.5894	-0.1400	0.20
-0.8278	0.7188	0.10	-0.5087	-0.1199	0.20
-0.8915	0.6636	0.10	-0.4271	-0.1036	0.20
-0.9519	0.6049	0.10	-0.3448	-0.0919	0.20
-1.0092	0.5430	0.10	-0.2619	-0.0852	0.20
-1.0635	0.4786	0.10	-0.1788	-0.0840	0.20
-1.1150	0.4118	0.10	-0.0958	-0.0887	0.20

【表1-5】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
-0.0133	-0.0994	0.20	1.3872	-0.9606	0.20
0.0682	-0.1161	0.20	1.3558	-0.8836	0.20
0.1482	-0.1387	0.20	1.3241	-0.8067	0.20
0.2264	-0.1668	0.20	1.2924	-0.7299	0.20
0.3026	-0.2001	0.20	1.2604	-0.6531	0.20
0.3766	-0.2380	0.20	1.2282	-0.5764	0.20
0.4483	-0.2801	0.20	1.1956	-0.4999	0.20
0.5176	-0.3262	0.20	1.1626	-0.4235	0.20
0.5844	-0.3757	0.20	1.1292	-0.3474	0.20
0.6488	-0.4282	0.20	1.0953	-0.2715	0.20
0.7110	-0.4834	0.20	1.0607	-0.1958	0.20
0.7710	-0.5411	0.20	1.0255	-0.1205	0.20
0.8288	-0.6008	0.20	0.9895	-0.0455	0.20
0.8847	-0.6624	0.20	0.9526	0.0290	0.20
0.9386	-0.7257	0.20	0.9145	0.1030	0.20
0.9908	-0.7905	0.20	0.8752	0.1762	0.20
1.0413	-0.8565	0.20	0.8344	0.2487	0.20
1.0903	-0.9237	0.20	0.7918	0.3201	0.20
1.1378	-0.9920	0.20	0.7471	0.3902	0.20
1.1839	-1.0612	0.20	0.6998	0.4587	0.20
1.2291	-1.1310	0.20	0.6499	0.5251	0.20
1.2754	-1.2001	0.20	0.5970	0.5894	0.20
1.3309	-1.2610	0.20	0.5410	0.6508	0.20
1.4112	-1.2619	0.20	0.4815	0.7089	0.20
1.4594	-1.1977	0.20	0.4184	0.7630	0.20
1.4454	-1.1164	0.20	0.3517	0.8126	0.20
1.4178	-1.0380	0.20	0.2815	0.8572	0.20

【表1-6】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
0.2080	0.8962	0.20	-1.3830	-0.2211	0.20
0.1315	0.9287	0.20	-1.3829	-0.3041	0.20
0.0524	0.9543	0.20	-1.3527	-0.3803	0.20
-0.0287	0.9724	0.20	-1.2750	-0.3356	0.30
-0.1112	0.9830	0.20	-1.1951	-0.3497	0.30
-0.1943	0.9861	0.20	-1.1168	-0.3255	0.30
-0.2773	0.9817	0.20	-1.0448	-0.2858	0.30
-0.3596	0.9700	0.20	-0.9748	-0.2427	0.30
-0.4406	0.9513	0.20	-0.9043	-0.2004	0.30
-0.5197	0.9257	0.20	-0.8322	-0.1608	0.30
-0.5964	0.8937	0.20	-0.7582	-0.1249	0.30
-0.6703	0.8556	0.20	-0.6823	-0.0932	0.30
-0.7410	0.8118	0.20	-0.6048	-0.0657	0.30
-0.8082	0.7629	0.20	-0.5260	-0.0423	0.30
-0.8719	0.7094	0.20	-0.4459	-0.0233	0.30
-0.9319	0.6518	0.20	-0.3648	-0.0097	0.30
-0.9883	0.5907	0.20	-0.2830	-0.0020	0.30
-1.0414	0.5267	0.20	-0.2007	-0.0011	0.30
-1.0912	0.4601	0.20	-0.1187	-0.0072	0.30
-1.1380	0.3914	0.20	-0.0376	-0.0205	0.30
-1.1822	0.3210	0.20	0.0421	-0.0409	0.30
-1.2235	0.2488	0.20	0.1197	-0.0679	0.30
-1.2609	0.1745	0.20	0.1950	-0.1009	0.30
-1.2944	0.0984	0.20	0.2677	-0.1394	0.30
-1.3242	0.0208	0.20	0.3377	-0.1826	0.30
-1.3498	-0.0584	0.20	0.4051	-0.2297	0.30
-1.3702	-0.1390	0.20	0.4699	-0.2804	0.30

【表1-7】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
0.5322	-0.3341	0.30	1.1193	-0.4798	0.30
0.5922	-0.3904	0.30	1.0864	-0.4044	0.30
0.6499	-0.4489	0.30	1.0530	-0.3293	0.30
0.7057	-0.5094	0.30	1.0190	-0.2544	0.30
0.7596	-0.5715	0.30	0.9844	-0.1798	0.30
0.8118	-0.6351	0.30	0.9491	-0.1055	0.30
0.8624	-0.6999	0.30	0.9130	-0.0316	0.30
0.9115	-0.7659	0.30	0.8759	0.0419	0.30
0.9593	-0.8328	0.30	0.7986	0.1871	0.30
1.0059	-0.9006	0.30	0.8378	0.1148	0.30
1.0514	-0.9691	0.30	0.7580	0.2586	0.30
1.0957	-1.0384	0.30	0.7157	0.3291	0.30
1.1392	-1.1083	0.30	0.6715	0.3985	0.30
1.1826	-1.1781	0.30	0.6251	0.4664	0.30
1.2273	-1.2472	0.30	0.5762	0.5325	0.30
1.2810	-1.3082	0.30	0.5245	0.5965	0.30
1.3604	-1.3096	0.30	0.4696	0.6578	0.30
1.4090	-1.2467	0.30	0.4113	0.7157	0.30
1.3961	-1.1662	0.30	0.3493	0.7698	0.30
1.3700	-1.0882	0.30	0.2838	0.8195	0.30
1.3402	-1.0115	0.30	0.2147	0.8641	0.30
1.3094	-0.9352	0.30	0.1422	0.9028	0.30
1.2784	-0.8591	0.30	0.0664	0.9347	0.30
1.2472	-0.7830	0.30	-0.0121	0.9592	0.30
1.2157	-0.7070	0.30	-0.0925	0.9762	0.30
1.1840	-0.6311	0.30	-0.1742	0.9854	0.30
1.1518	-0.5554	0.30	-0.2564	0.9868	0.30

【表1-8】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
-0.3384	0.9803	0.30	-0.8431	-0.1272	0.40
-0.4194	0.9663	0.30	-0.7723	-0.0874	0.40
-0.4988	0.9448	0.30	-0.6996	-0.0513	0.40
-0.5759	0.9162	0.30	-0.6250	-0.0192	0.40
-0.6501	0.8808	0.30	-0.5486	0.0085	0.40
-0.7209	0.8390	0.30	-0.4707	0.0314	0.40
-0.7880	0.7915	0.30	-0.3913	0.0484	0.40
-0.8512	0.7389	0.30	-0.3108	0.0585	0.40
-0.9105	0.6818	0.30	-0.2296	0.0608	0.40
-0.9658	0.6210	0.30	-0.1486	0.0548	0.40
-1.0175	0.5570	0.30	-0.0688	0.0403	0.40
-1.0657	0.4903	0.30	0.0093	0.0178	0.40
-1.1107	0.4215	0.30	0.0848	-0.0119	0.40
-1.1531	0.3511	0.30	0.1575	-0.0481	0.40
-1.1922	0.2787	0.30	0.2271	-0.0899	0.40
-1.2272	0.2043	0.30	0.2937	-0.1364	0.40
-1.2583	0.1282	0.30	0.3574	-0.1867	0.40
-1.2855	0.0505	0.30	0.4185	-0.2403	0.40
-1.3081	-0.0285	0.30	0.4770	-0.2966	0.40
-1.3249	-0.1090	0.30	0.5332	-0.3552	0.40
-1.3326	-0.1909	0.30	0.5873	-0.4158	0.40
-1.3236	-0.2723	0.30	0.6396	-0.4779	0.40
-1.2050	-0.2886	0.40	0.6902	-0.5415	0.40
-1.1248	-0.2873	0.40	0.7393	-0.6062	0.40
-1.0503	-0.2554	0.40	0.7870	-0.6719	0.40
-0.9807	-0.2135	0.40	0.8334	-0.7386	0.40
-0.9123	-0.1698	0.40	0.8788	-0.8060	0.40

【表1-9】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
0.9231	-0.8740	0.40	0.8028	0.0579	0.40
0.9665	-0.9427	0.40	0.7653	0.1299	0.40
1.0091	-1.0118	0.40	0.7266	0.2014	0.40
1.0510	-1.0814	0.40	0.6866	0.2720	0.40
1.0921	-1.1514	0.40	0.6450	0.3418	0.40
1.1335	-1.2213	0.40	0.6016	0.4105	0.40
1.1765	-1.2902	0.40	0.5562	0.4778	0.40
1.2295	-1.3506	0.40	0.5084	0.5434	0.40
1.3079	-1.3522	0.40	0.4576	0.6068	0.40
1.3566	-1.2906	0.40	0.4037	0.6676	0.40
1.3452	-1.2109	0.40	0.3465	0.7252	0.40
1.3202	-1.1336	0.40	0.2858	0.7792	0.40
1.2913	-1.0577	0.40	0.2216	0.8289	0.40
1.2613	-0.9822	0.40	0.1537	0.8735	0.40
1.2310	-0.9069	0.40	0.0822	0.9119	0.40
1.2006	-0.8316	0.40	0.0075	0.9436	0.40
1.1699	-0.7564	0.40	-0.0700	0.9680	0.40
1.1389	-0.6813	0.40	-0.1495	0.9844	0.40
1.1075	-0.6064	0.40	-0.2303	0.9924	0.40
1.0758	-0.5316	0.40	-0.3115	0.9918	0.40
1.0437	-0.4570	0.40	-0.3921	0.9825	0.40
1.0111	-0.3826	0.40	-0.4713	0.9645	0.40
0.9781	-0.3084	0.40	-0.5481	0.9382	0.40
0.9444	-0.2345	0.40	-0.6217	0.9041	0.40
0.9101	-0.1608	0.40	-0.6917	0.8629	0.40
0.8752	-0.0875	0.40	-0.7577	0.8156	0.40
0.8394	-0.0146	0.40	-0.8195	0.7629	0.40

## 【表1-10】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
-0.8772	0.7057	0.40	-0.2599	0.1061	0.50
-0.9309	0.6448	0.40	-0.1800	0.1014	0.50
-0.9809	0.5809	0.40	-0.1012	0.0871	0.50
-1.0276	0.5144	0.40	-0.0246	0.0636	0.50
-1.0713	0.4459	0.40	0.0490	0.0321	0.50
-1.1124	0.3759	0.40	0.1193	-0.0063	0.50
-1.1503	0.3041	0.40	0.1862	-0.0505	0.50
-1.1845	0.2304	0.40	0.2497	-0.0992	0.50
-1.2149	0.1551	0.40	0.3102	-0.1518	0.50
-1.2413	0.0783	0.40	0.3679	-0.2074	0.50
-1.2629	0.0000	0.40	0.4231	-0.2654	0.50
-1.2782	-0.0797	0.40	0.4761	-0.3255	0.50
-1.2830	-0.1607	0.40	0.5271	-0.3873	0.50
-1.2663	-0.2396	0.40	0.5764	-0.4505	0.50
-1.2115	-0.2017	0.50	0.6241	-0.5149	0.50
-1.1425	-0.2377	0.50	0.6704	-0.5803	0.50
-1.0641	-0.2257	0.50	0.7155	-0.6465	0.50
-0.9921	-0.1906	0.50	0.7595	-0.7135	0.50
-0.9239	-0.1487	0.50	0.8025	-0.7811	0.50
-0.8562	-0.1058	0.50	0.8446	-0.8492	0.50
-0.7877	-0.0642	0.50	0.8860	-0.9178	0.50
-0.7176	-0.0254	0.50	0.9267	-0.9868	0.50
-0.6456	0.0098	0.50	0.9669	-1.0562	0.50
-0.5718	0.0409	0.50	1.0065	-1.1258	0.50
-0.4962	0.0674	0.50	1.0456	-1.1958	0.50
-0.4188	0.0880	0.50	1.0851	-1.2655	0.50
-0.3398	0.1013	0.50	1.1263	-1.3342	0.50

【表1-11】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
1.1782	-1.3939	0.50	0.4954	0.4879	0.50
1.2556	-1.3956	0.50	0.4485	0.5529	0.50
1.3044	-1.3354	0.50	0.3989	0.6158	0.50
1.2942	-1.2566	0.50	0.3464	0.6763	0.50
1.2701	-1.1802	0.50	0.2908	0.7340	0.50
1.2424	-1.1050	0.50	0.2318	0.7882	0.50
1.2133	-1.0304	0.50	0.1692	0.8382	0.50
1.1840	-0.9558	0.50	0.1028	0.8830	0.50
1.1546	-0.8813	0.50	0.0328	0.9218	0.50
1.1249	-0.8069	0.50	-0.0407	0.9537	0.50
1.0950	-0.7325	0.50	-0.1171	0.9777	0.50
1.0647	-0.6583	0.50	-0.1958	0.9928	0.50
1.0341	-0.5843	0.50	-0.2757	0.9985	0.50
1.0032	-0.5104	0.50	-0.3556	0.9943	0.50
0.9718	-0.4366	0.50	-0.4344	0.9801	0.50
0.9400	-0.3631	0.50	-0.5109	0.9564	0.50
0.9077	-0.2898	0.50	-0.5842	0.9240	0.50
0.8748	-0.2167	0.50	-0.6535	0.8839	0.50
0.8413	-0.1439	0.50	-0.7186	0.8372	0.50
0.8072	-0.0714	0.50	-0.7794	0.7850	0.50
0.7723	0.0007	0.50	-0.8360	0.7284	0.50
0.7365	0.0724	0.50	-0.8887	0.6680	0.50
0.6998	0.1436	0.50	-0.9378	0.6047	0.50
0.6619	0.2142	0.50	-0.9836	0.5390	0.50
0.6227	0.2841	0.50	-1.0265	0.4713	0.50
0.5821	0.3531	0.50	-1.0670	0.4022	0.50
0.5397	0.4212	0.50	-1.1046	0.3314	0.50

【0028】

【表1-12】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
-1.1389	0.2590	0.50	0.3321	-0.1827	0.60
-1.1695	0.1850	0.50	0.3843	-0.2422	0.60
-1.1961	0.1094	0.50	0.4343	-0.3036	0.60
-1.2178	0.0323	0.50	0.4823	-0.3665	0.60
-1.2325	-0.0464	0.50	0.5285	-0.4307	0.60
-1.2355	-0.1264	0.50	0.5733	-0.4959	0.60
-1.1511	-0.1583	0.60	0.6168	-0.5620	0.60
-1.0760	-0.1775	0.60	0.6591	-0.6289	0.60
-1.0003	-0.1557	0.60	0.7004	-0.6964	0.60
-0.9305	-0.1185	0.60	0.7408	-0.7644	0.60
-0.8631	-0.0771	0.60	0.7804	-0.8329	0.60
-0.7956	-0.0358	0.60	0.8193	-0.9018	0.60
-0.7269	0.0035	0.60	0.8577	-0.9710	0.60
-0.6565	0.0395	0.60	0.8956	-1.0405	0.60
-0.5841	0.0715	0.60	0.9330	-1.1102	0.60
-0.5099	0.0990	0.60	0.9701	-1.1801	0.60
-0.4339	0.1208	0.60	1.0069	-1.2502	0.60
-0.3562	0.1355	0.60	1.0442	-1.3200	0.60
-0.2773	0.1413	0.60	1.0832	-1.3888	0.60
-0.1983	0.1372	0.60	1.1330	-1.4488	0.60
-0.1206	0.1228	0.60	1.2095	-1.4510	0.60
-0.0453	0.0985	0.60	1.2585	-1.3921	0.60
0.0266	0.0655	0.60	1.2494	-1.3143	0.60
0.0947	0.0254	0.60	1.2258	-1.2388	0.60
0.1591	-0.0206	0.60	1.1991	-1.1643	0.60
0.2199	-0.0712	0.60	1.1711	-1.0903	0.60
0.2775	-0.1255	0.60	1.1430	-1.0163	0.60

## 【表1-13】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
1.1146	-0.9424	0.60	0.0640	0.8845	0.60
1.0861	-0.8686	0.60	-0.0050	0.9231	0.60
1.0573	-0.7949	0.60	-0.0777	0.9541	0.60
1.0283	-0.7213	0.60	-0.1536	0.9766	0.60
0.9990	-0.6478	0.60	-0.2316	0.9893	0.60
0.9693	-0.5744	0.60	-0.3107	0.9917	0.60
0.9393	-0.5012	0.60	-0.3893	0.9834	0.60
0.9089	-0.4282	0.60	-0.4662	0.9649	0.60
0.8780	-0.3553	0.60	-0.5401	0.9368	0.60
0.8467	-0.2826	0.60	-0.6103	0.9003	0.60
0.8147	-0.2102	0.60	-0.6762	0.8566	0.60
0.7822	-0.1381	0.60	-0.7377	0.8069	0.60
0.7491	-0.0663	0.60	-0.7948	0.7522	0.60
0.7152	0.0053	0.60	-0.8479	0.6934	0.60
0.6804	0.0764	0.60	-0.8971	0.6315	0.60
0.6447	0.1470	0.60	-0.9429	0.5670	0.60
0.6078	0.2170	0.60	-0.9857	0.5004	0.60
0.5698	0.2864	0.60	-1.0257	0.4322	0.60
0.5304	0.3550	0.60	-1.0630	0.3624	0.60
0.4892	0.4226	0.60	-1.0971	0.2910	0.60
0.4461	0.4889	0.60	-1.1275	0.2179	0.60
0.4006	0.5536	0.60	-1.1537	0.1433	0.60
0.3525	0.6165	0.60	-1.1748	0.0670	0.60
0.3017	0.6771	0.60	-1.1880	-0.0109	0.60
0.2478	0.7351	0.60	-1.1870	-0.0898	0.60
0.1904	0.7895	0.60	-1.0894	-0.1069	0.70
0.1292	0.8396	0.60	-1.0127	-0.1117	0.70

## 【表1-14】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
-0.9399	-0.0839	0.70	0.6846	-0.7534	0.70
-0.8715	-0.0461	0.70	0.7218	-0.8221	0.70
-0.8044	-0.0061	0.70	0.7584	-0.8911	0.70
-0.7366	0.0327	0.70	0.7945	-0.9605	0.70
-0.6672	0.0686	0.70	0.8301	-1.0300	0.70
-0.5958	0.1003	0.70	0.8654	-1.0997	0.70
-0.5225	0.1273	0.70	0.9003	-1.1696	0.70
-0.4473	0.1486	0.70	0.9351	-1.2396	0.70
-0.3705	0.1628	0.70	0.9698	-1.3096	0.70
-0.2926	0.1682	0.70	1.0050	-1.3794	0.70
-0.2147	0.1635	0.70	1.0415	-1.4484	0.70
-0.1382	0.1481	0.70	1.0900	-1.5081	0.70
-0.0644	0.1226	0.70	1.1654	-1.5109	0.70
0.0058	0.0882	0.70	1.2142	-1.4531	0.70
0.0718	0.0466	0.70	1.2060	-1.3763	0.70
0.1339	-0.0008	0.70	1.1831	-1.3016	0.70
0.1923	-0.0527	0.70	1.1573	-1.2278	0.70
0.2473	-0.1082	0.70	1.1305	-1.1544	0.70
0.2994	-0.1665	0.70	1.1036	-1.0811	0.70
0.3489	-0.2270	0.70	1.0765	-1.0078	0.70
0.3961	-0.2892	0.70	1.0492	-0.9346	0.70
0.4415	-0.3528	0.70	1.0217	-0.8615	0.70
0.4851	-0.4176	0.70	0.9939	-0.7884	0.70
0.5273	-0.4834	0.70	0.9659	-0.7155	0.70
0.5681	-0.5500	0.70	0.9377	-0.6426	0.70
0.6079	-0.6172	0.70	0.9090	-0.5699	0.70
0.6467	-0.6851	0.70	0.8801	-0.4974	0.70

【表1-15】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
0.8507	-0.4250	0.70	-0.4913	0.9462	0.70
0.8209	-0.3527	0.70	-0.5630	0.9152	0.70
0.7906	-0.2807	0.70	-0.6306	0.8760	0.70
0.7598	-0.2089	0.70	-0.6936	0.8300	0.70
0.7284	-0.1373	0.70	-0.7521	0.7782	0.70
0.6964	-0.0661	0.70	-0.8062	0.7218	0.70
0.6636	0.0049	0.70	-0.8562	0.6618	0.70
0.6300	0.0754	0.70	-0.9024	0.5988	0.70
0.5955	0.1455	0.70	-0.9452	0.5334	0.70
0.5600	0.2151	0.70	-0.9849	0.4661	0.70
0.5233	0.2841	0.70	-1.0219	0.3973	0.70
0.4852	0.3523	0.70	-1.0558	0.3269	0.70
0.4455	0.4196	0.70	-1.0859	0.2548	0.70
0.4038	0.4857	0.70	-1.1117	0.1811	0.70
0.3599	0.5503	0.70	-1.1320	0.1057	0.70
0.3137	0.6133	0.70	-1.1435	0.0284	0.70
0.2646	0.6741	0.70	-1.1377	-0.0491	0.70
0.2122	0.7321	0.70	-1.0375	-0.0483	0.80
0.1562	0.7865	0.70	-0.9616	-0.0453	0.80
0.0962	0.8366	0.70	-0.8907	-0.0156	0.80
0.0321	0.8812	0.70	-0.8232	0.0215	0.80
-0.0362	0.9191	0.70	-0.7561	0.0594	0.80
-0.1083	0.9490	0.70	-0.6878	0.0950	0.80
-0.1836	0.9696	0.70	-0.6176	0.1266	0.80
-0.2610	0.9799	0.70	-0.5452	0.1531	0.80
-0.3391	0.9793	0.70	-0.4710	0.1735	0.80
-0.4163	0.9679	0.70	-0.3951	0.1866	0.80

【表1-16】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
-0.3183	0.1906	0.80	0.9277	-1.3653	0.80
-0.2416	0.1842	0.80	0.9615	-1.4345	0.80
-0.1666	0.1671	0.80	0.9966	-1.5030	0.80
-0.0946	0.1398	0.80	1.0441	-1.5620	0.80
-0.0265	0.1038	0.80	1.1186	-1.5651	0.80
0.0372	0.0606	0.80	1.1664	-1.5079	0.80
0.0969	0.0119	0.80	1.1602	-1.4322	0.80
0.1527	-0.0411	0.80	1.1374	-1.3586	0.80
0.2053	-0.0974	0.80	1.1126	-1.2857	0.80
0.2550	-0.1563	0.80	1.0870	-1.2131	0.80
0.3021	-0.2172	0.80	1.0612	-1.1405	0.80
0.3471	-0.2797	0.80	1.0354	-1.0679	0.80
0.3903	-0.3435	0.80	1.0093	-0.9954	0.80
0.4318	-0.4083	0.80	0.9831	-0.9230	0.80
0.4719	-0.4741	0.80	0.9567	-0.8507	0.80
0.5108	-0.5406	0.80	0.9301	-0.7784	0.80
0.5487	-0.6076	0.80	0.9032	-0.7062	0.80
0.5856	-0.6752	0.80	0.8760	-0.6341	0.80
0.6218	-0.7432	0.80	0.8485	-0.5622	0.80
0.6573	-0.8116	0.80	0.8206	-0.4904	0.80
0.6922	-0.8803	0.80	0.7924	-0.4187	0.80
0.7266	-0.9492	0.80	0.7638	-0.3472	0.80
0.7606	-1.0183	0.80	0.7346	-0.2759	0.80
0.7944	-1.0875	0.80	0.7051	-0.2048	0.80
0.8279	-1.1569	0.80	0.6749	-0.1339	0.80
0.8612	-1.2263	0.80	0.6442	-0.0633	0.80
0.8944	-1.2958	0.80	0.6127	0.0070	0.80

【表1-17】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
0.5805	0.0770	0.80	-0.9016	0.5747	0.80
0.5474	0.1466	0.80	-0.9413	0.5087	0.80
0.5133	0.2157	0.80	-0.9782	0.4411	0.80
0.4782	0.2842	0.80	-1.0120	0.3719	0.80
0.4416	0.3520	0.80	-1.0421	0.3010	0.80
0.4035	0.4189	0.80	-1.0681	0.2285	0.80
0.3636	0.4848	0.80	-1.0883	0.1542	0.80
0.3217	0.5494	0.80	-1.0995	0.0781	0.80
0.2773	0.6124	0.80	-1.0914	0.0020	0.80
0.2301	0.6732	0.80	-0.9953	0.0156	0.90
0.1796	0.7313	0.80	-0.9206	0.0214	0.90
0.1252	0.7859	0.80	-0.8509	0.0513	0.90
0.0668	0.8361	0.80	-0.7839	0.0869	0.90
0.0040	0.8806	0.80	-0.7167	0.1220	0.90
-0.0632	0.9182	0.80	-0.6478	0.1538	0.90
-0.1344	0.9474	0.80	-0.5768	0.1803	0.90
-0.2089	0.9667	0.80	-0.5036	0.2002	0.90
-0.2854	0.9751	0.80	-0.4287	0.2125	0.90
-0.3623	0.9723	0.80	-0.3530	0.2153	0.90
-0.4380	0.9583	0.80	-0.2777	0.2067	0.90
-0.5110	0.9339	0.80	-0.2046	0.1867	0.90
-0.5803	0.9004	0.80	-0.1351	0.1563	0.90
-0.6452	0.8589	0.80	-0.0700	0.1174	0.90
-0.7053	0.8109	0.80	-0.0093	0.0719	0.90
-0.7608	0.7575	0.80	0.0473	0.0214	0.90
-0.8117	0.6997	0.80	0.1003	-0.0328	0.90
-0.8586	0.6386	0.80	0.1503	-0.0899	0.90

【0034】

【表1-18】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
0.1976	-0.1492	0.90	1.0661	-1.3396	0.90
0.2426	-0.2103	0.90	1.0417	-1.2677	0.90
0.2856	-0.2728	0.90	1.0171	-1.1960	0.90
0.3270	-0.3364	0.90	0.9924	-1.1242	0.90
0.3670	-0.4009	0.90	0.9677	-1.0525	0.90
0.4057	-0.4661	0.90	0.9427	-0.9808	0.90
0.4433	-0.5320	0.90	0.9176	-0.9092	0.90
0.4799	-0.5985	0.90	0.8923	-0.8377	0.90
0.5157	-0.6654	0.90	0.8668	-0.7662	0.90
0.5509	-0.7326	0.90	0.8411	-0.6949	0.90
0.5854	-0.8002	0.90	0.8151	-0.6236	0.90
0.6194	-0.8680	0.90	0.7888	-0.5524	0.90
0.6529	-0.9361	0.90	0.7621	-0.4814	0.90
0.6861	-1.0043	0.90	0.7351	-0.4105	0.90
0.7190	-1.0727	0.90	0.7077	-0.3397	0.90
0.7517	-1.1411	0.90	0.6799	-0.2692	0.90
0.7842	-1.2097	0.90	0.6516	-0.1988	0.90
0.8166	-1.2783	0.90	0.6228	-0.1286	0.90
0.8490	-1.3469	0.90	0.5934	-0.0586	0.90
0.8813	-1.4155	0.90	0.5633	0.0110	0.90
0.9141	-1.4839	0.90	0.5326	0.0804	0.90
0.9482	-1.5517	0.90	0.5010	0.1494	0.90
0.9953	-1.6095	0.90	0.4685	0.2179	0.90
1.0688	-1.6126	0.90	0.4348	0.2859	0.90
1.1186	-1.5584	0.90	0.3999	0.3533	0.90
1.1127	-1.4840	0.90	0.3636	0.4199	0.90
1.0901	-1.4116	0.90	0.3256	0.4856	0.90

【表1-19】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
0.2857	0.5501	0.90	-1.0498	0.0632	0.90
0.2434	0.6131	0.90	-0.9757	0.0490	0.95
0.1983	0.6741	0.90	-0.9016	0.0557	0.95
0.1499	0.7325	0.90	-0.8324	0.0853	0.95
0.0977	0.7875	0.90	-0.7656	0.1200	0.95
0.0413	0.8382	0.90	-0.6982	0.1537	0.95
-0.0197	0.8834	0.90	-0.6290	0.1833	0.95
-0.0854	0.9213	0.90	-0.5575	0.2069	0.95
-0.1554	0.9504	0.90	-0.4839	0.2230	0.95
-0.2288	0.9692	0.90	-0.4091	0.2308	0.95
-0.3042	0.9764	0.90	-0.3339	0.2280	0.95
-0.3799	0.9718	0.90	-0.2602	0.2127	0.95
-0.4540	0.9557	0.90	-0.1899	0.1858	0.95
-0.5250	0.9292	0.90	-0.1242	0.1490	0.95
-0.5920	0.8937	0.90	-0.0634	0.1047	0.95
-0.6543	0.8504	0.90	-0.0068	0.0550	0.95
-0.7116	0.8008	0.90	0.0460	0.0013	0.95
-0.7640	0.7460	0.90	0.0958	-0.0552	0.95
-0.8119	0.6871	0.90	0.1428	-0.1140	0.95
-0.8556	0.6251	0.90	0.1877	-0.1745	0.95
-0.8956	0.5606	0.90	0.2306	-0.2364	0.95
-0.9325	0.4944	0.90	0.2719	-0.2995	0.95
-0.9664	0.4265	0.90	0.3117	-0.3634	0.95
-0.9969	0.3570	0.90	0.3503	-0.4281	0.95
-1.0233	0.2859	0.90	0.3879	-0.4934	0.95
-1.0444	0.2130	0.90	0.4245	-0.5592	0.95
-1.0566	0.1382	0.90	0.4603	-0.6255	0.95

【表1-20】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
0.4954	-0.6921	0.95	0.8477	-0.7939	0.95
0.5298	-0.7591	0.95	0.8227	-0.7229	0.95
0.5638	-0.8263	0.95	0.7974	-0.6519	0.95
0.5973	-0.8938	0.95	0.7718	-0.5811	0.95
0.6304	-0.9615	0.95	0.7459	-0.5103	0.95
0.6633	-1.0293	0.95	0.7197	-0.4397	0.95
0.6958	-1.0972	0.95	0.6932	-0.3692	0.95
0.7282	-1.1652	0.95	0.6662	-0.2989	0.95
0.7604	-1.2333	0.95	0.6388	-0.2287	0.95
0.7925	-1.3014	0.95	0.6110	-0.1587	0.95
0.8246	-1.3696	0.95	0.5826	-0.0890	0.95
0.8567	-1.4377	0.95	0.5535	-0.0194	0.95
0.8891	-1.5057	0.95	0.5238	0.0498	0.95
0.9227	-1.5731	0.95	0.4934	0.1187	0.95
0.9698	-1.6302	0.95	0.4621	0.1872	0.95
1.0428	-1.6333	0.95	0.4298	0.2552	0.95
1.0942	-1.5817	0.95	0.3963	0.3227	0.95
1.0881	-1.5078	0.95	0.3616	0.3896	0.95
1.0656	-1.4359	0.95	0.3254	0.4556	0.95
1.0421	-1.3643	0.95	0.2875	0.5207	0.95
1.0182	-1.2929	0.95	0.2476	0.5846	0.95
0.9942	-1.2215	0.95	0.2051	0.6468	0.95
0.9701	-1.1501	0.95	0.1596	0.7068	0.95
0.9460	-1.0788	0.95	0.1105	0.7640	0.95
0.9217	-1.0075	0.95	0.0575	0.8174	0.95
0.8972	-0.9362	0.95	-0.0001	0.8660	0.95
0.8726	-0.8650	0.95	-0.0625	0.9081	0.95

【表1-21】

X	Y	Z	X	Y	Z
Inches	Inches	% Span	Inches	Inches	% Span
-0.1297	0.9420	0.95	-0.7882	0.7134	0.95
-0.2010	0.9659	0.95	-0.8323	0.6524	0.95
-0.2752	0.9784	0.95	-0.8726	0.5887	0.95
-0.3505	0.9787	0.95	-0.9095	0.5231	0.95
-0.4248	0.9671	0.95	-0.9435	0.4559	0.95
-0.4966	0.9447	0.95	-0.9742	0.3871	0.95
-0.5647	0.9125	0.95	-1.0010	0.3167	0.95
-0.6281	0.8719	0.95	-1.0225	0.2446	0.95
-0.6864	0.8243	0.95	-1.0355	0.1704	0.95
-0.7397	0.7711	0.95	-1.0299	0.0958	0.95

## 【0038】

この第1段タービンバケットの好ましい実施形態では、92個のバケット翼形部36がある。タービンの好ましい実施形態でのプラットフォームの中間点におけるバケット翼形部の根元31は、タービン中心線、即ちロータ軸線39(図1)からの半径に沿った32.348インチの位置にある。本発明の好ましい実施形態での翼形部36の実際の高さ、即ちバケットの実Z高さは、プラットフォーム30の中間点における根元31から先端33まで7.075インチである。従って、好ましい実施形態でのバケット16の先端33は、タービン中心線39からの半径に沿った39.423インチの位置にある。本発明の一部を構成しないが、各第1段バケット翼形部36は、図示していないが複数の内部空気冷却通路を含み、該空気冷却通路は、図示した翼形部先端33に隣接する出口位置42において高温ガス流路内に冷却空気を排出する。

## 【0039】

上記の表に開示した翼形部は、他の類似のタービン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たい。その結果、表Iに記載した座標値は、翼形部輪郭形状が変化しない状態に維持されて、率に応じて拡大又は縮小することができる。表Iの座標の拡大又は縮小バージョンは、定数により乗算又は除算された、表IのX及びY座標値と任意選択的にインチに変換された場合の無次元Z座標値とによって表されることになる。

## 【0040】

次ぎに図9及び図10を参照すると、これら図には、本発明の翼形部の後縁を符号50で示している。従来公知のバケットの後縁は、符号52で示している。図9を見ると、後縁50は従来のバケットの後縁52から短縮(カットバック)されていることが分かるであろう。カットバックは、後縁50及び52間の距離54で示している。カットバックは、翼形部36の後縁の高さ全体に沿って延びている。

## 【0041】

図10を参照すると、後縁直径56は、翼形部の後縁においてインチで表した下表IIで与えられる。変位量58は、前述したように後縁を従来型のバケット設計から短縮した距離54である。従って、下表は、翼形部36のインチで表したスパンのパーセントとして後縁直径及び変位量を示す。後縁構成をカットバックすることによって、従来の設計と

10

30

40

50

比較して全く新規かつ異なった翼形部構成全体が得られる。例えば、後縁カットバックによって、0 %スパン以上の各スパンにおいて翼形部正接弦 (tangent chord)、即ち前縁及び後縁間の直線距離は、より短くなる。

表 I I

【0 0 4 2】

【表 2】

翼形部

<u>部分高さ</u>	<u>後縁直径</u>	<u>変位量</u>	
0.000	0.0880	0	10
0.707	0.0906	0.0726	
1.416	0.0885	0.1075	
2.123	0.0883	0.1161	
2.830	0.0880	0.1223	
3.538	0.0876	0.1217	20
4.245	0.0870	0.1054	
4.952	0.0882	0.0822	
5.659	0.0878	0.0615	
6.368	0.0863	0.0430	
7.075	0.0866	0.0297	

【0 0 4 3】

30

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】

【0 0 4 4】

30

【図 1】本発明の好ましい実施形態による第 1 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】バケット翼形部がそのプラットフォーム、シャンク及びほぼ軸方向挿入式ダブルテール継手と共に示された状態の、本発明の好ましい実施形態によるバケットの斜視図。

40

【図 3】図 2 のバケットの側面図。

【図 4】図 2 のバケットの反対側の側面図。

【図 5】翼形部の前縁から見たバケットの端面図。

【図 6】翼形部の後縁から見たバケットの端面図。

【図 7】バケットの先端から半径方向内向きに見た上面図。

【図 8】本発明の翼形部のほぼ中間スパンで取った代表的な翼形部輪郭セクションを示す図。

【図 9】従来公知のバケット翼形部と比較する目的で、後縁の短縮を示す概略図。

【図 10】従来公知のバケットと比較してその構成を示す、本発明のバケット翼形部の後縁直径についての概略図。

50

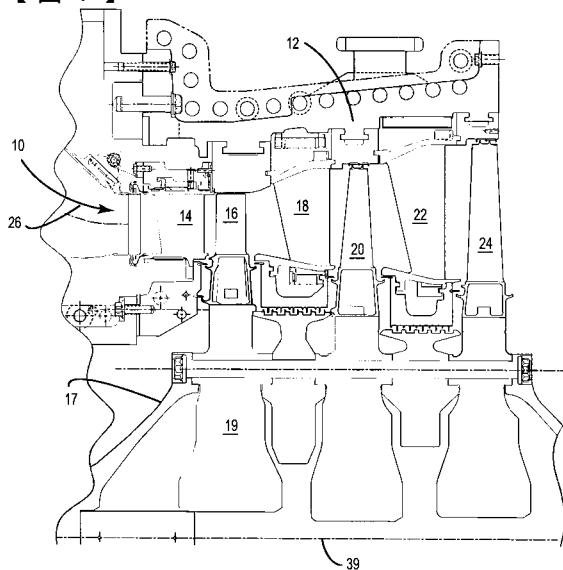
## 【符号の説明】

## 【0045】

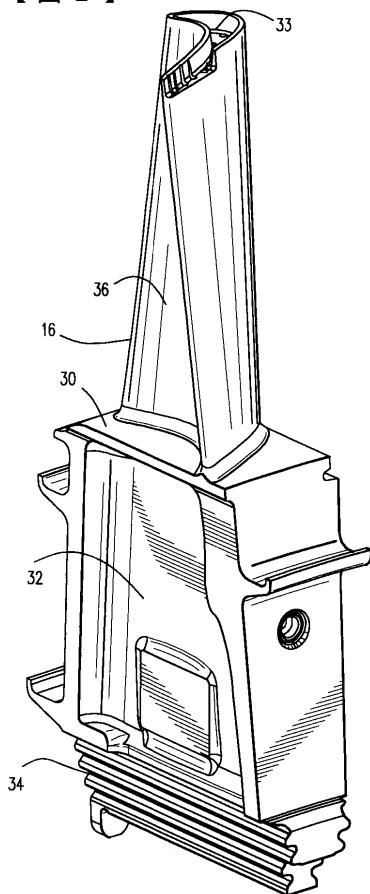
- 16 バケット
- 19 タービンホイール
- 30 プラットフォーム
- 31 翼形部根元
- 32 シャンク
- 33 バケット先端
- 34 ダブテール
- 36 バケット翼形部
- 39 タービン中心線
- 40 翼形部輪郭セクション

10

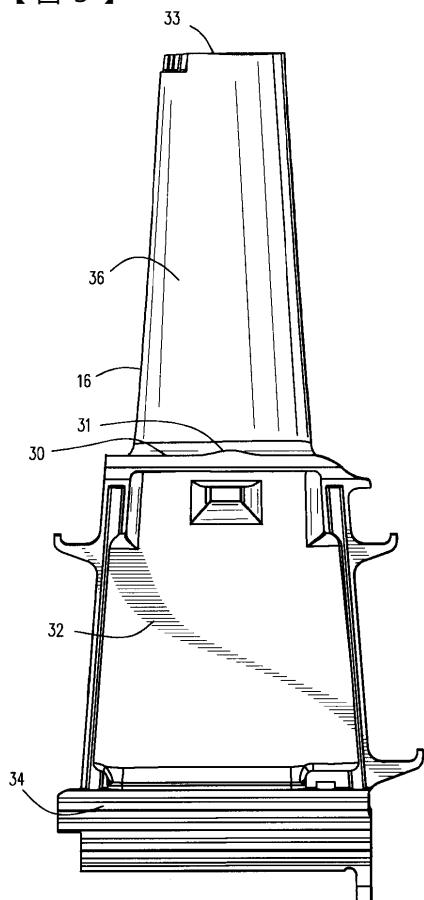
【図1】



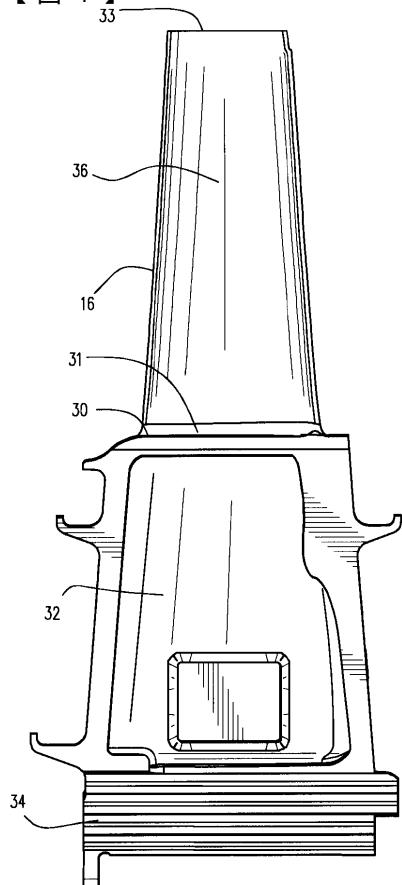
【図2】



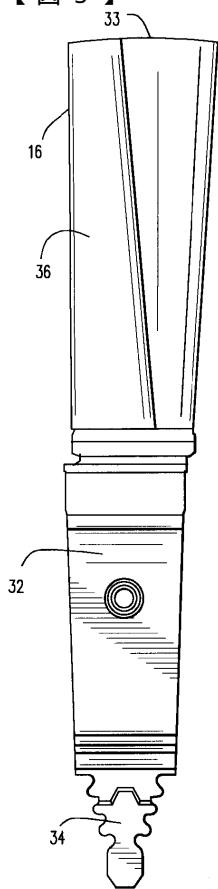
【図3】



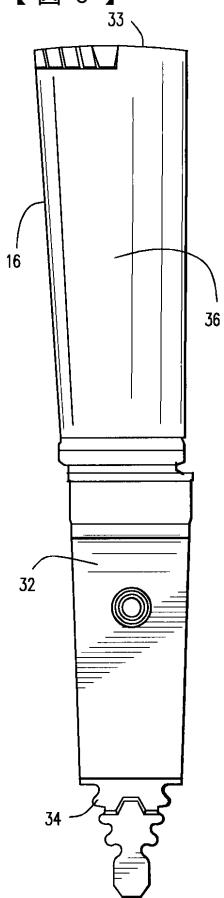
【図4】



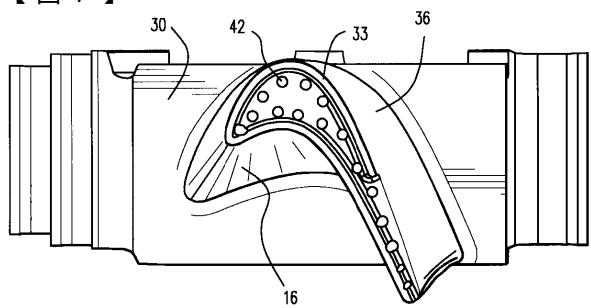
【図5】



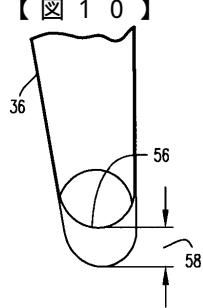
【図6】



【図7】



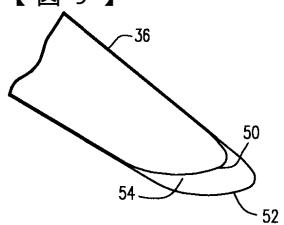
【図10】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (72)発明者 ピーター・ゲーンズ・クリーブランド  
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、グリーンビル、ナンバー 581、ローパー・マウンテン  
・ロード、1409番
- (72)発明者 トマス・ブラッドリー・ベッダード  
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、シンプソンビル、フェアデール・ドライブ、406番
- (72)発明者 スコット・マシュー・スパークス  
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、シンプソンビル、ウィロウ・クリーク・コート、522  
番
- (72)発明者 ジョセフ・アンソニー・ウェーバー  
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、シンプソンビル、イングリッシュ・オーク・ロード、2  
08番
- (72)発明者 ジェームズ・バーナード・フェールベルク  
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、シンプソンビル、ウエスト・オカルーサ・ウェイ、11  
2番

F ターム(参考) 3G002 BA02 BA03 BA06 BB01 BB02