

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4315597号
(P4315597)

(45) 発行日 平成21年8月19日(2009.8.19)

(24) 登録日 平成21年5月29日(2009.5.29)

(51) Int.Cl.

F 1

F 0 1 D 9/02 (2006.01)

F 0 1 D 9/02 1 0 1

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2000-553704 (P2000-553704)	(73) 特許権者	000000239
(86) (22) 出願日	平成11年6月10日 (1999.6.10)		株式会社荏原製作所
(65) 公表番号	特表2002-517666 (P2002-517666A)		東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
(43) 公表日	平成14年6月18日 (2002.6.18)	(74) 代理人	100091498
(86) 国際出願番号	PCT/JP1999/003101		弁理士 渡邊 勇
(87) 国際公開番号	W01999/064725	(74) 代理人	100092406
(87) 国際公開日	平成11年12月16日 (1999.12.16)		弁理士 堀田 信太郎
審査請求日	平成17年12月27日 (2005.12.27)	(74) 代理人	100093942
(31) 優先権主張番号	特願平10-164833		弁理士 小杉 良二
(32) 優先日	平成10年6月12日 (1998.6.12)	(74) 代理人	100109896
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 森 友宏
		(72) 発明者	渡辺 啓悦
			神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株 式会社 荏原総合研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンノズル翼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内輪のハブ側壁と外輪のチップ側壁との間に形成される環状流路内の周方向に列状に配列され、前記ハブ側壁及びチップ側壁に固定されるノズル翼と、

相隣る前記ノズル翼の圧力面と負圧面との間に形成される流路とを備え、

ノズル翼の前縁から子午面方向における所定の領域内の前記流路の断面は、前記ハブ側壁及びチップ側壁から内方に向かう翼高さのそれぞれ20～40%に対応する範囲内における前記圧力面及び前記負圧面上の曲線と、他の範囲における前記圧力面及び前記負圧面上の直線とを含み、

前記圧力面上の曲線はチップ側壁側においては前記チップ側壁に面するように湾曲し、ハブ側壁側においては前記ハブ側壁に面するように湾曲して形成され、かつ、前記負圧面上の曲線はチップ側壁側においては前記ハブ側壁に面するように湾曲し、ハブ側壁側においては前記チップ側壁に面するように湾曲して形成されていることを特徴とするタービンノズル。

【請求項 2】

前記所定の領域が、前記ノズル翼の前記前縁から子午面方向における翼幅の少なくとも30%の位置までの領域である請求項1に記載のタービンノズル。

【請求項 3】

圧力面又は負圧面上の線と前記ハブ側壁との交点から、前記直線の延長線と前記ハブ側壁との交点までの距離、及び、圧力面又は負圧面上の線と前記チップ側壁との交点から、

10

20

前記直線の延長線と前記チップ側壁との交点までの距離が、前記ノズル翼の前縁で最大値を有する請求項1に記載のタービンノズル。

【請求項4】

前記最大値が前記翼高さの5～15%の範囲にある請求項3に記載のタービンノズル。

【請求項5】

前記ノズル翼の前記前縁における前記距離が、前記翼高さの5～15%の範囲にあり、前記ノズル翼の前記前縁から子午面方向における翼幅の少なくとも30%の位置までの領域内において、前記翼高さの少なくとも4%である請求項3に記載のタービンノズル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

技術分野

本発明は、タービンノズルに係り、特にダイヤフラムの内輪と外輪との間に形成される環状流路内に周方向に列状に配列され、ダイヤフラムの内輪と外輪とに固定されるノズル翼を備えたタービンノズルに関するものである。

【0002】

背景技術

近年、機械駆動のためのエネルギー消費を改善するため、或いは、発電プラントの発電効率の改善を図るために、タービン性能の向上が重要な課題であることが認識されている。

【0003】

このタービン性能の向上のためには、各タービン段落の内部損失を低減させる必要がある。ここで、各タービン段落の内部損失には、翼形損失、2次流れ損失、漏れ損失などがある。

20

【0004】

アスペクト比（翼高さ／翼コード）が小さく、且つ、翼高さが低いタービン段落においては、2次流れ損失の割合が大きい。そのため、2次流れ損失を低減することが、タービン性能を向上する上で有効である。

【0005】

この2次流れ発生のメカニズムは次の通りである。

【0006】

添付図面の図15に示すように、ノズル翼1間に流入する流れGは、各ノズル翼1の圧力面Fから負圧面Bに向かう圧力勾配による力を受ける。タービン側壁から離れた主流においては、この圧力勾配による力と流れの転向による遠心力とが釣り合っている。しかし、タービン側壁近くの境界層内の流れは、その運動エネルギーが小さいので、符号Jで示すように圧力勾配による力によって圧力面Fから負圧面Bに運ばれる。更に、流路後半では流れが負圧面Bに衝突して巻き上り、流路渦Wを形成する。この流路渦Wによって側壁境界層の低エネルギー流体が集積し、ノズル翼の下流に不均一なエネルギー分布を発生させる。この不均一なエネルギー分布は、ノズル翼の下流において均一化されるが、その均一化の過程で大きなエネルギー損失が発生する。図15において、Eは半径方向線を示し、Lはハブ側壁を示す。

30

【0007】

従来、上記の2次流れの抑制を目的として、様々な工夫が行われた。

40

【0008】

例えば、添付図面の図16に示すように、翼1を半径方向線Eに対して角度 θ だけ傾けて、翼のハブ側壁近傍の翼間圧力勾配を弱めている。図16において、符号2は外輪を示し、符号3は内輪を示す。また、添付図面の図17及び図18に示すように、ノズル翼1をその両端部で圧力面Fが側壁を向くように湾曲させている。図17において、Uは外径面を示す。図18において、 θ_t はチップ側壁における翼積み重ね線1の接線と半径方向線Eとのなす角、 θ_r はハブ側壁における翼積み重ね線1の接線と半径方向線Eとのなす角、hは翼高さを示している。従来の手法では、翼形は同じであるが、翼積み重ね線の湾曲や傾斜を、側壁近くの翼間圧力勾配を弱める方向に与えて、2次流れを制御して損失を低

50

減している。

【0009】

なお、その他の従来技術としては、特開平10-77801号公報に開示されているように、ノズル翼にその高さ全体に亘って傾斜あるいは湾曲面を設けることによって2次流れを制御する技術がある。

【0010】

上述した従来構成によって圧力勾配を制御するためには、ノズル翼を大きく傾けたり、湾曲させたりしなければならず、このような要求を満足しようとする、ノズル翼の製造工程において、あるいはノズル翼の強度において、不具合が生じるような事態が多い。

【0011】

更に、このような湾曲翼又は傾斜翼では、翼の出口における流れ分布が、湾曲、傾斜のない翼の流れ分布と比べて大きく異なってしまう場合がある。

【0012】

例えば、添付図面の図19は、横軸に翼の高さ方向の位置を、縦軸に周方向速度 V_t 、子午面方向速度 V_m をとったグラフであり、翼の高さ方向の位置は高さ h に対して無次元化した比として表されており、周方向速度 V_t 及び子午面方向速度 V_m は速度絶対値 V ($= (V_t^2 + V_m^2)^{0.5}$) に対して無次元化した比として表されている。図19に示されるグラフは、通常翼（実線で示される）と湾曲翼（破線で示される）との流速分布が、翼の両端で相違していることを表している。

【0013】

ノズル翼を湾曲形状とし、ノズル翼の下流に配置された従来の動翼と組み合わせた場合には、ノズル翼からの流れが動翼にマッチせず、湾曲ノズル翼が効果的でない場合がある。そのような場合には、湾曲ノズル翼の出口からの流れに対応できる動翼が新たに必要となり、広範な用途には適用できない事態が生じてしまう。

【0014】

発明の開示

従って、本発明は、2次流れ損失を低減し、出口流れが通常翼からの出口流れと変わらず、タービンノズルの後流に配置された動翼に悪影響を与えることのないタービンノズルを提供することを目的としている。

【0015】

本発明の一態様によれば、タービンノズルは、ダイヤフラムの内輪と外輪との間に形成される環状流路（4）内の周方向に列状に配列され、上記ダイヤフラムの上記内径面及び外径面に固定されるノズル翼（1）と、相隣る上記ノズル翼の圧力面（F）と負圧面（B）との間に形成される流路とを備え、上記流路の断面は、内径面及び外径面（ハブ側壁及びチップ側壁）から翼高さ方向に沿った所定の範囲においては曲線で形成され、他の範囲においては概略直線で形成されている。

【0016】

圧力面及び負圧面の所定の範囲における流路の断面は、曲線で形成されている領域と概略直線で形成される領域とを含むので、本発明に係るタービンノズルは特開平10-77801号公報に開示されたノズル翼とは構成において明らかに相違する。

【0017】

本発明の他の一態様によれば、タービンノズルは、ダイヤフラムの内輪と外輪との間に形成される環状流路（4）内の周方向に列状に配列され、上記ダイヤフラムの上記内輪及び外輪に固定されるノズル翼（1）を備え、上記各ノズル翼における圧力面（F）が、上記ノズル翼の子午面方向における所定の範囲で、且つ、上記チップ側壁と翼のミッドスパンとの間の所定の範囲において上記タービンダイヤフラムの上記チップ側壁に面し、上記ハブ側壁と上記翼のミッドスパンとの間の所定の範囲において上記タービンダイヤフラムの上記ハブ側壁に面し、上記各ノズル翼における負圧面（B）が、上記ノズル翼の子午面方向における所定の範囲で、且つ、上記チップ側壁と上記翼のミッドスパンとの間の所定の範囲において上記タービンダイヤフラムの上記ハブ側壁に面し、上記ハブ側壁と前記翼の

10

20

30

40

50

ミッドスパンとの間の所定の範囲において上記ダイヤフラムの上記チップ側壁に面している。

【0018】

ここで、上記所定の範囲を、子午面方向（x）において、ノズル翼の前縁（1f）から上記ノズル翼の子午面方向幅（Cx）の少なくとも30%に対応する範囲としてもよい。上記所定の範囲は、ノズル翼（1）のハブ側壁（L）から翼高さ（h）の20～40%に対応する範囲と、ノズル翼（1）のチップ側壁（U）から翼高さ（h）の20～40%に対応する範囲とを含むこととしてもよい。

【0019】

上述した所定の範囲においては、ノズル翼（1）の圧力面（F）を、チップ側壁側ではチップ側壁に面する、即ち、チップ側壁に面するように湾曲するように形成し、ハブ側壁側ではハブ側壁に面する、即ち、ハブ側壁に面するように湾曲するように形成すると共に、ノズル翼（1）の負圧面（B）を、チップ側壁側ではハブ側壁に面する、即ち、ハブ側壁に面するように湾曲するように形成し、ハブ側壁側ではチップ側壁に面する、即ち、チップ側壁に面するように湾曲するように形成する。

【0020】

ノズル翼（1）の高さ方向に沿った圧力面上の線（1p）及び負圧面上の線（1s）は、ノズル翼（1）の高さ（h）方向に沿ってハブ側壁（L）から20～40%に対応する範囲（C1）と、ノズル翼（1）の高さ（h）方向に沿ってチップ側壁（U）から20～40%に対応する範囲（C2）とを除いて、好ましくは概略直線で形成される中央部分（S）を有する。即ち、ノズル翼の子午面方向幅（Cx）に沿ったノズル翼の前縁（1f）から少なくとも30%の範囲において、任意の子午面方向位置における流路の断面における圧力面（F）上の線及び負圧面（B）上の線は、ノズル翼（1）の高さ（h）方向に沿ってハブ側壁（L）から20～40%に対応する範囲（C1）と、ノズル翼（1）の高さ（h）方向に沿ってチップ側壁（U）から20～40%に対応する範囲（C2）とを除いて、好ましくは概略直線で形成される中央部分（S）を有する。

【0021】

流路の断面は、ノズル翼（1）の子午面方向幅（Cx）に沿って、ノズル翼（1）の前縁（1f）から少なくとも30%の範囲内の子午面方向位置においては、圧力面（F）上の線と負圧面（B）上の線とによって形成され、各線はノズル翼の中央領域では概略直線を有する。

【0022】

圧力面又は負圧面上の線（C1）とハブ側壁（L）との交点（Pt1）から、概略直線で形成される圧力面又は負圧面上の中央部分（S）の延長線（SE1）とハブ側壁（L）との交点（Pc1）までの距離（Sh）、及び、圧力面又は負圧面上の線（C2）とチップ側壁（U）との交点（Pt2）から、上記中央部分（S）の延長線（SE2）とチップ側壁（U）との交点（Pc2）までの距離（St）が、ノズル翼の前縁（1f）で最大値を有し、且つ、ノズル翼の前縁から子午面方向幅の30%の位置で翼高さ（h）の少なくとも4%の値である。

【0023】

ノズル翼（1）の前縁（1f）における距離（Sh、St）の最大値は翼高さ（h）の5～15%の範囲にあることが好ましい。

【0024】

ノズル翼の前縁（1f）から子午面方向幅の55～65%の位置までにおける上記交点間の距離をSh又はSt、ノズル高さをh、ノズル翼の前縁（1f）からの子午面方向距離の翼幅（Cx）に対する比を Λ で表すと、次の等式が成立することが好ましい。

$$St/h, Sh/h = \sum A_n \cdot \Lambda^n$$

ここで、 A_n は係数、 n は0以上の整数である。

【0025】

上記等式において、ほとんどゼロとなる高次項は無視する。換言すれば、 n は無視できる

10

20

30

40

50

程度に小さくはない高次項をすべて含む数値となるような0以上の整数となる。

【0026】

本発明の上記及びそれ以外の目的、特徴、効果は、好ましい実施の形態として例示した添付図面と共に以下の説明を読めば明らかになるであろう。

【0027】

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施形態におけるタービンノズルを図面を参照して説明する。

【0028】

図1に示すように、本発明に係るタービンノズルは、ダイヤフラムの内輪3と外輪2との間に形成された環状流路4内の周方向(y)に列状に配列されたノズル翼を備えている。ノズル翼1は、内輪3の外径面(チップ側壁)と外輪2の内径面(ハブ側壁)とにそれぞれ固定されるハブ側壁L及びチップ側壁Uを両端に備えている。なお、図1はタービンノズルの斜視図であり、タービンノズルの上流側から見ている。各ノズル翼1は、その断面が翼形に形成されており、圧力面Fと負圧面Bとを有している。

【0029】

また、相隣るノズル翼1の圧力面Fと負圧面Bとの間に形成される流路は、子午面方向の任意位置において断面4aを有している。断面4aは、圧力面F上の線1pによって形成される側端と、負圧面B上の線1sによって形成される反対側の側端とを有している。各ノズル翼1は、その子午面方向(x)において幅Cxを有している。図1において、zは半径方向を示している。

【0030】

各ノズル翼1において、前縁1fから子午面方向(x)における幅Cxの少なくとも30%の位置までの領域では、ハブ側壁L及びチップ側壁Uから内方に向かって(即ち、ハブ側壁Lからチップ側壁Uに向かう方向及びチップ側壁Uからハブ側壁Lに向かう方向に沿って)翼高さの20~40%に対応する範囲Lh、Lt(図2参照)において、断面4aを形成する圧力面F上の線1p及び負圧面B上の線1sが、それぞれ、ハブ側壁L及びチップ側壁Uに面するような直線又は曲線C1、C2で形成されている。線1p、1sのうち、範囲Lh、Lt以外の部分、即ち線1p、1sの中央部分は、直線Sで形成されている。

【0031】

従って、図2に示すように、相隣るノズル翼1の圧力面Fと負圧面Bとの間の流路4aにおいては、ハブ側壁L及びチップ側壁Uから内方に向かって翼高さhの20~40%に対応する範囲Ln、Ltが、圧力面Fから負圧面Bの方向に端部L、U側に傾いた直線又は曲線C(C1、C2:図示の例では放物線)で形成されている。

【0032】

そして、ハブ側壁L及びチップ側壁Uにおける直線部Sからの移動量、即ち、傾斜線C1とハブ側壁Lとの交点Pt1から、直線部Sの延長線SE1(図2では点線で示す)とハブ側壁Lとの交点Pc1までの距離Sh、及び、傾斜線C2とチップ側壁Uとの交点Pt2から、直線部Sの延長線SE2(図2では点線で示す)と外径面Uとの交点Pc2までの距離Stは、ノズル翼の前縁1fで最大値を有し、ノズル翼の後縁に向かって次第に減少する。

【0033】

次に、傾斜部C1、C2を付加したことによる子午面方向範囲の影響について述べる。

【0034】

図3において、距離St、Shを子午面方向(x)に対して変化させた場合の種々の例が、特性曲線(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、及び(f)で示されている。図3において、横軸は x/Cx を示し、縦軸は Sh/h 、 St/h を示す。ここで、 x/Cx は、前縁からの子午面方向距離を子午面方向翼幅Cxで無次元化したものとして定義される。これらの特性曲線(a)~(f)で示される例においては、前縁1fにおける距離Sh(=St)の翼高さに対する比は、特性曲線(a)の場合を除き、 $Sh/h = 0.09$

となるようにしている。範囲 L_h 、 L_t の翼高さ h に対する比は、 $L_h/h = L_t/h = 0.25$ となるようにしている。

【0035】

特性曲線 (a) に関して、距離 S_h 、 S_t は、ノズル翼の内部全体で $S_h = 0$ 、 $S_t = 0$ となっており、従来のノズル翼形を示している。

【0036】

従来のノズル翼 (特性曲線 (a) で示される) に関して、子午面方向における流路断面の変化は図 4 A 乃至図 4 D に示されている。本発明のノズル翼 (特性曲線 (e) で示される) に関して、子午面方向における流路断面の変化は図 5 A 乃至図 5 D に示されている。

【0037】

図 6 は、特性曲線 (a) ~ (f) で示されるノズル翼の全圧損失を粘性流れ解析で計算した結果を、子午面方向距離 $x/C_x = 0.3$ における距離 S_h に関して、比較して示したものである。

【0038】

図 6 によれば、 $x/C_x = 0.3$ における距離 S_h の値が増加するにつれて、 $S_h/h = 0.046$ まで損失は減少していき、 $S_h/h > 0.046$ である特性曲線 (d)、(e) 及び (f) では損失はほとんど変わらなくなることが分かる。

【0039】

製造上の簡便さを考慮した場合、特性曲線 (f) で示されるように、長手方向幅の全体に亘って S_h が一定であり、傾斜部 C1、C2 が子午面方向幅の全体に亘って存在するようなノズル翼よりも、特性曲線 (d)、(e) で示されるように、図 3 に示される $x/C_x = 0.6$ における距離 S_h がほとんどゼロにまで減少するようなノズル翼の方が、流路がより簡単になるので好ましい。

【0040】

次に、傾斜部 C1、C2 を付加したことによる翼高さの範囲 L_h 、 L_t の影響について述べる。

【0041】

図 7 は、図 3 において特性曲線 (b)、(c)、(d)、(e) で示されるような、距離 S_h 、 S_t の分布が、 $x/C_x = 0.6$ でほとんどゼロにまで減少しており、且つ、ノズル翼の前縁において S_h/h が 0.09 であるようなノズル翼に関して、傾斜部 C1、C2 が付加された翼高さの範囲 L_h 、 L_t の損失に対する影響を示している。

【0042】

図 7 から、本発明に係るノズル翼は、範囲 L_h 、 L_t の大きさに関わらず従来のノズル翼よりも損失が減少し、特に、 $0.2 < L_h/h$ 、 $L_t/h < 0.4$ の範囲では、損失が最小となることが理解できる。

【0043】

次に、ノズル翼の前縁における距離 S_h 、 S_t の影響について述べる。

【0044】

図 8 は、特性曲線 (a) ~ (e) で示され、且つ、ノズル翼の前縁における距離 S_h 、 S_t が異なるノズル翼を示しており、図 9 は、これらのノズル翼の全圧損失を粘性流れ解析により計算した結果を示している。なお、図 9 の横軸は、ノズル翼の入口における $S_h/h (= S_t/h)$ を表している。

【0045】

図 8 から明らかなように、特性曲線 (b) ~ (e) によって示される各ノズルにおいて、meridional 距離における距離 S_h 、 S_t の分布は、 $x/C_x = 0.6$ ではほとんどゼロまで減少している。

【0046】

図 9 から明らかなように、ノズル翼の前縁における S_h/h が 0.16 程度までの、特性曲線 (b) ~ (e) で示されるノズル翼は、すべて従来のノズル翼より損失が減少している。特性曲線 (b) ~ (d) で示されるノズル翼は、特に、 $0.05 < S_h/h < 0.1$

10

20

30

40

50

5の範囲で損失が最小となるので好ましい。

【0047】

図10乃至図13は、従来の通常ノズル翼及び本発明に係るノズル翼の解析計算の詳細な結果を示している。

【0048】

図10は、前縁において $S_h/h=0.09$ 、 $S_t/h=0.106$ 、 $L_h/h=L_t/h=0.25$ であり、且つノズル翼の子午面方向における距離 S_h 、 S_t の分布が $x/C_x=0.6$ でほとんどゼロまで減少しているような従来のノズル翼及び本発明に係るノズル翼の翼出口の断面における損失分布を粘性流れ解析によって計算した結果を比較して示している。

10

【0049】

図10から、通常ノズル翼（実線で示される）においては、ハブ側壁及びチップ側壁の近傍に2次流れによる損失ピークが存在し、翼の下流において混合、拡散されるときに大きな損失を発生する不均一な流れが生じていることが理解でき、また、本発明のノズル翼（破線で示される）においては、ハブ側壁の近傍の2次流れによる損失ピークが通常ノズル翼に対して約30%減少していることが理解できる。

【0050】

図11は翼のミッドスパンにおける翼面の静圧分布を示しており、図12はタービンダイヤフラムのハブ側壁における翼面の静圧分布を示している。図11及び図12において、横軸は x/C_x を表しており、縦軸は P/P_{SO} （面圧をノズル入口の静圧で無次元化したもの）を表している。図11及び図12から、本発明の翼（破線で示される）及び通常翼（実線で示される）の静圧は翼のミッドスパンにおいて同じであるが、本発明の翼のハブ側壁における翼負荷（圧力面と負圧面の圧力差）が翼入口側で小さくなっていることが理解できる。

20

【0051】

次に、このような翼の負荷分布の変化、即ち本発明の翼の翼負荷が従来の翼よりも翼入口側で小さくなっていることをノズルの流路の断面4a内での静圧分布の変化に基づいて説明する。

【0052】

従来のノズル翼及び本発明のノズル翼における流路の断面4aにおける静圧の等高線を図14A及び図14Bに示す。従来のノズル翼では、静圧の等高線は圧力面F上の線1p及び負圧面B上の線1sと略平行に分布している。負圧面B上の線1sの近傍では、翼高さの中央における静圧とハブ側壁L及びチップ側壁Uにおける静圧は、ほぼ同じになっている。

30

【0053】

本発明のノズル翼では、負圧面B上の線1sの近傍の翼高さ方向の静圧分布は、ハブ側壁L及びチップ側壁Uの近傍では、翼高さの中央（図2で示される直線部Sの領域）よりも S_h 、 S_t の分だけ大きくなる。このため、ハブ側壁L及びチップ側壁Uの近傍では、負圧面B上の線1sの近傍で静圧が上昇するので、翼負荷が減少する。

【0054】

図14A及び図14Bにおいて、破線矢印SF1、SF2は、流路の断面4aにおいて圧力面F上の線1pから負圧面B上の線1sに向かう両側壁近傍の2次流れを表している。

40

【0055】

2次流れSF1、SF2は、ハブ側壁L及びチップ側壁Uの近傍における圧力面Fと負圧面Bとの圧力差（翼負荷）によって発生し、2次流れSF1、SF2の強さは翼負荷の大きさに比例する。そのため、ハブ側壁L及びチップ側壁Uの近傍での翼負荷を従来のノズル翼よりも小さくすることができる本発明のノズル翼では、従来のノズル翼に比較して2次流れの発生が抑制され、2次流れによる損失を減少することができる。

【0056】

更に、図15乃至図18に示される従来の2次流れ制御ノズルでは、図19に示されるよ

50

うに、ノズル出口での速度分布が大きく変化してしまう。

【0057】

これに対して、本発明に係るノズル翼では、図13に示されるように、翼出口での速度分布（周方向速度 V_t 、子午面方向速度 V_m 、いずれも速度絶対値 $V = (V_t^2 + V_m^2)^{0.5}$ ）に関して無次元化した比として表されている）は通常ノズル翼とほとんど変わらない。

【0058】

このため、従来のタービン段落においてノズル翼だけを本発明に係るノズル翼に置き換えた場合にも、タービンノズルが、タービン段落の後流に配置された動翼に悪影響を与えることがない。

10

【0059】

以上説明したように、本発明に係るタービンノズルによれば、ノズル翼の端部における2次流れの発生を抑制して、2次流れによる損失を減少させることができる。更に、本発明に係るタービンノズルによれば、ノズル出口の速度分布は通常ノズル翼と変わらない速度分布となって、タービンノズルの後流に配置される動翼に悪影響を与えることがない。

【0060】

産業上の利用可能性

本発明は、発電プラントにおける発電機などの様々な機械を駆動するために用いられるタービンに好適である。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明の一実施形態におけるタービンノズルの斜視図である。

【図2】 図2は、図1に示されるタービンノズルにおける流路の断面図である。

【図3】 図3は、本発明に係るノズル翼の距離 S_h 、 S_t の子午面方向分布を示す図である。

【図4】 図4A乃至図4Dは、従来のタービンノズルのノズル翼における流路の断面の子午面方向における変化の様子を示す図である。

【図5】 図5A乃至図5Dは、本発明の実施形態におけるタービンノズルのノズル翼における流路の断面の子午面方向における変化の様子を示す図である。

【図6】 図6は、 $x/C_x = 0.3$ での距離 S_h 、 S_t と損失との関係を示すグラフである。

30

【図7】 図7は、高さ L_h 、 L_t と損失との関係を示すグラフである。

【図8】 図8は、本発明の実施形態におけるノズル翼の距離 S_h 、 S_t の子午面方向分布を示す図である。

【図9】 図9は、前縁における距離 S_h 、 S_t と損失との関係を示すグラフである。

【図10】 図10は、本発明に係る翼と従来の翼との出口における損失分布を比較して示したグラフである。

【図11】 図11は、翼のミッドスパンでの翼面の静圧の分布を示すグラフである。

【図12】 図12は、タービンダイヤフラムのハブ側壁での翼面の静圧の分布を示すグラフである。

【図13】 図13は、翼出口での速度の分布を示すグラフである。

40

【図14】 図14A及び図14Bは、それぞれ、従来のノズル翼と本発明に係るノズル翼との流路の断面における静圧の等高線の分布を比較して示す図である。

【図15】 図15は、従来のタービンノズルにおける流れを説明する断片斜視図である。

【図16】 図16は、2次流れを低減するための傾斜翼を有する従来のノズルの断片正面図である。

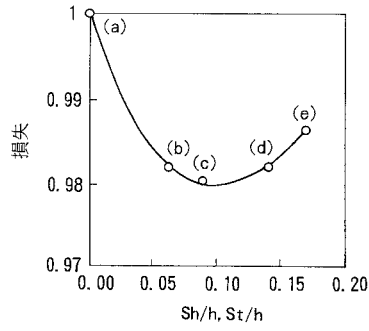
【図17】 図17は、2次流れを低減するための湾曲翼を有する従来のノズルの断片斜視図である。

【図18】 図18は、図17に示されるノズルの断片正面図である。

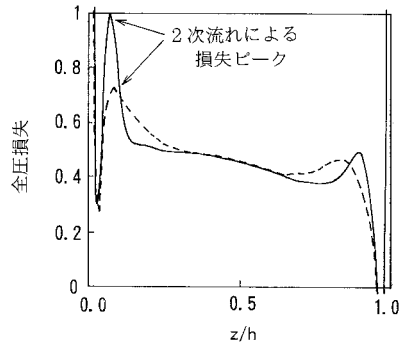
【図19】 図19は、通常翼と湾曲翼との流速分布を比較して示すグラフである。

50

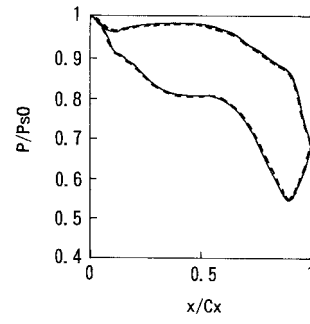
【図 9】



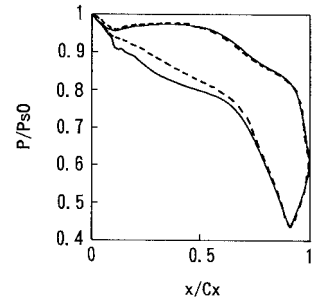
【図 10】



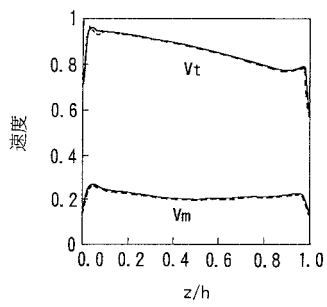
【図 11】



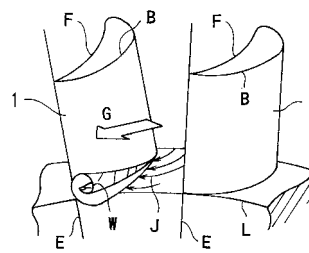
【図 12】



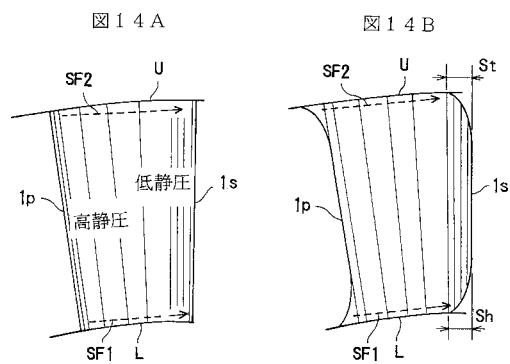
【図 13】



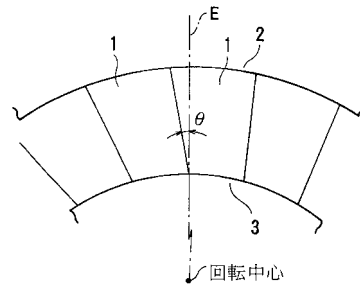
【図 15】



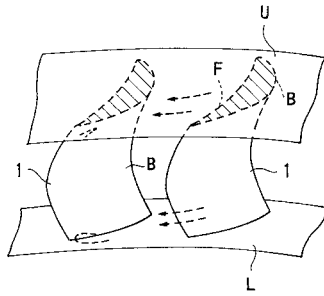
【図 14】



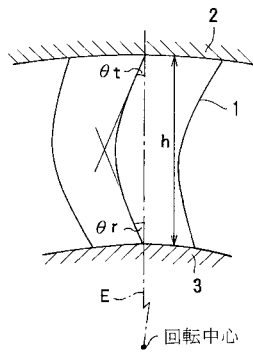
【図 16】



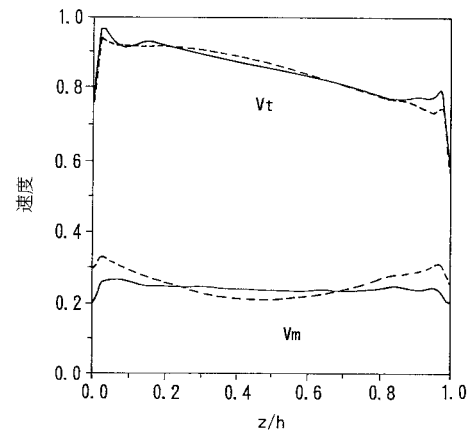
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 原田 英臣

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社 荏原総合研究所内

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 実開昭60-057706 (JP, U)

特開平01-113504 (JP, A)

特開平10-103002 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 1/00-11/10