

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6804265号  
(P6804265)

(45) 発行日 令和2年12月23日(2020.12.23)

(24) 登録日 令和2年12月4日(2020.12.4)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>FO2C</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C	7/00	B
<b>FO1D</b>	<b>25/30</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D	25/30	B

請求項の数 8 外国語出願 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2016-214742 (P2016-214742)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成28年11月2日 (2016.11.2)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2017-89637 (P2017-89637A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公開日	平成29年5月25日 (2017.5.25)		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	令和1年10月23日 (2019.10.23)		番
(31) 優先権主張番号	14/937,992	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成27年11月11日 (2015.11.11)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンの部分を一体化するためのシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービン(10)であって、

タービン(16)であって、

ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第1内側環状壁(54)と、

それぞれが前記第1内側環状壁(54)に連結された近位端を備え、径方向外向きに遠位端に延びる複数の翼形部(100)と、

前記第1内側環状壁(54)の周りに配置され前記複数の翼形部(100)のそれぞれの前記遠位端に連結された第1外側環状壁(66)を備える先端シュラウド(102)と、

前記第1内側環状壁(54)および前記第1外側環状壁(66)の周りに配置された第2外側環状壁(68)を備える固定シュラウド(52)と

を備え、

前記第1内側環状壁(54)は、前記回転軸線(24)に対して第1内側角度平均値(θ<sub>1</sub>)で角度付けされており、前記第1外側環状壁(66)は、最終段翼形部分(88)に沿って前記回転軸線(24)に対して第1外側角度平均値(θ<sub>1</sub>)で角度付けされており、前記第2外側環状壁(68)は、前記最終段翼形部分(88)に沿って前記回転軸線(24)に対して第2外側角度平均値(θ<sub>2</sub>)で角度付けされている

前記最終段翼形部分(88)

10

20

を備えるタービン(16)、  
および、

軸線方向 - 径方向のディフューザ(18)であって、

前記ガスタービン(10)の前記回転軸線(24)の周りに配置された第3内側環状壁(58)と、

前記第3内側環状壁(58)の周りに配置された第3外側環状壁と  
を備え、

第1ディフューザ部分(92)は、前記最終段翼形部分(88)の下流直後に配置されており、前記第3内側環状壁(58)は、前記回転軸線(24)に対して第3内側角度平均値( $\theta_3$ )で角度付けされており、前記第3外側環状壁は、前記第1ディフューザ部分(92)に沿って前記回転軸線(24)に対して第3外側角度平均値( $\theta_3$ )で角度付けされている

10

前記第1ディフューザ部分(92)

を備える軸線方向 - 径方向のディフューザ(18)

を備え、

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )よりも大きく、前記第1内側角度平均値( $\theta_1$ )は、前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )よりも大きく、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は、前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )よりも大きい、

ガスタービン(10)。

【請求項2】

20

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )よりも約2度から約5度大きく、前記第1内側角度平均値( $\theta_1$ )は前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )よりも約3度から約6度大きく、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )よりも約7度から約10度大きい、請求項1に記載のガスタービン(10)。

【請求項3】

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )よりも約4度大きく、前記第1内側角度平均値( $\theta_1$ )は前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )よりも約5度大きく、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )よりも約9度大きく、請求項1に記載のガスタービン(10)。

【請求項4】

30

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は約19度から約20度の間であり、前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )は約6度から約8度の間であり、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は約15度から約16度の間であり、前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )は約2度よりも小さい、請求項1に記載のガスタービン(10)。

【請求項5】

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は約19度であり、前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )は約7度であり、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は約16度であり、前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )は約0度である、請求項1に記載のガスタービン(10)。

【請求項6】

請求項1に記載のガスタービン(10)であって、前記タービン(16)は、  
最終段ノズル部分(84)であって、

40

複数のノズル(96)と、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第4内側環状壁と、

、

前記第4内側環状壁の周りに配置された第4外側環状壁(70)と

を備え、

前記最終段ノズル部分(84)は、前記最終段翼形部分(88)の上流に配置されており、前記第4内側環状壁は、前記回転軸線(24)に対して第4内側角度平均値で角度付けされており、前記第4外側環状壁(70)は、前記最終段ノズル部分(84)に沿って前記回転軸線(24)に対して第4外側角度平均値( $\theta_4$ )で角度付けされている、

50

最終段ノズル部分(84)、および、  
ブレード間隙間部分(86)であって、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第5内側環状壁(62)と、

前記第5内側環状壁(62)の周りに配置された第5外側環状壁(74)と  
を備え、

前記ブレード間隙間部分(86)は、前記最終段ノズル部分(84)の下流直後で前記最終段翼形部分(88)の上流直前に配置され、前記第5内側環状壁(62)は、前記回転軸線(24)に対して第5内側角度平均値(5)で角度付けされており、前記第5外側環状壁(74)は、前記ブレード間隙間部分(86)に沿って前記回転軸線(24) 10  
に対して第5外側角度平均値(5)で角度付けされている、

ブレード間隙間部分(86)

を備え、

前記軸線方向-径方向のディフューザ(18)は、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第6内側環状壁(64)と、

前記第6内側環状壁(64)の周りに配置された第6外側環状壁(76)とを備える  
第2ディフューザ部分(94)

を備え、

前記第2ディフューザ部分(94)は、第1ディフューザ部分(92)の下流直後に配 20  
置されており、前記第6内側環状壁(64)は、前記回転軸線(24)に対して第6内側  
角度平均値(6)で角度付けされており、前記第6外側環状壁(76)は、前記第2デ  
ィフューザ部分(94)に沿って前記回転軸線(24)に対して第6外側角度平均値(  
6)で角度付けされている、

ガスタービン(10)。

#### 【請求項7】

前記第4外側角度平均値(4)は約15度から約17度の間であり、前記第5外側角  
度平均値(5)は約14度から約16度の間であり、前記第6外側角度平均値(6)は  
約7度から約9度の間であり、前記第4内側角度平均値は約4度から約6度の間であり、  
前記第5内側角度平均値(5)は約4度から約5度の間であり、前記第1内側角度平均 30  
値(1)は約4度から約5度の間であり、前記第6内側角度平均値(6)は約2度より  
も小さい、請求項6に記載のガスタービン(10)。

#### 【請求項8】

前記第4外側角度平均値(4)は約16度であり、前記第5外側角度平均値(5)は  
約15度であり、前記第6外側角度平均値(6)は約8度であり、前記第4内側角度平  
均値は約5度であり、前記第5内側角度平均値(5)は約5度であり、前記第1内側角  
度平均値(1)は約5度であり、前記第6内側角度平均値(6)は約0度である、請求  
項6に記載のガスタービン(10)。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、一般に、タービンに関し、より詳細には、タービンの部分を一体化するた  
めのシステムに関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

ガスタービンエンジンのようなターボ機械は、圧縮機、燃焼器、タービン、およびディ  
フューザ部分を含んでもよい。ガスは、圧縮機で圧縮され、燃料と組み合わせられ、次  
いで、燃焼器に供給され、燃焼器でガス/燃料混合物が燃焼される。その後、高温で高エ  
ネルギーの燃焼流体がタービンに供給され、1つまたはそれ以上の固定ノズル段および1つ  
またはそれ以上の回転翼形段は、流体のエネルギーを機械的エネルギーに変換する。その後、 50

排出流体は、タービンを出ていくことができ、ディフューザ部分に入ることができる。ディフューザ部分は、タービンからの排出流体を受け入れ、圧力を徐々に上昇させ、排出流体の速度を低下させる。特定のタービンシステムは、最適な性能のために独立して設計されたタービン部分およびディフューザ部分を含む。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許出願公開第2013/0104550号明細書

【発明の概要】

【0004】

最初に請求された主題を有する範囲に応じた特定の実施形態は、下にまとめられている。これらの実施形態は、請求された主題の範囲を限定することは意図しておらず、むしろ、これらの実施形態は、主題の考えられる形の概要を提供することのみが意図されている。実際には、主題は、下で説明される実施形態と同様であってもよいしまたは異なってもよい様々な形を包含してもよい。

【0005】

第1実施形態では、ガスタービンは、タービンおよび軸線方向 - 径方向のディフューザを含む。タービンは、ガスタービンの回転軸線の周りに配置された第1内側環状壁、それぞれが第1内側環状壁に連結された近位端を有し径方向外向きに遠位端に延びる複数の翼形部、第1内側環状壁の周りに配置され複数の翼形部のそれぞれの遠位端に連結された第1外側環状壁を含む先端シュラウド、および第1内側環状壁および第1外側環状壁の周りに配置された第2外側環状壁を含む固定シュラウドを含む最終段翼形部分を含む。第1内側環状壁は、回転軸線に対して第1内側角度平均値で角度付けされており、第1外側環状壁は、最終段翼形部分に沿って回転軸線に対して第1外側角度平均値で角度付けされており、第2外側環状壁は、最終段翼形部分に沿って回転軸線に対して第2外側角度平均値で角度付けされている。軸線方向 - 径方向のディフューザは、ガスタービンの回転軸線の周りに配置された第3内側環状壁、および第3内側環状壁の周りに配置された第3外側環状壁を含む第1ディフューザ部分を含み、第1ディフューザ部分は、最終段翼形部分の下流直後に配置されており、第3内側環状壁は、回転軸線に対して第3内側角度平均値で角度付けされており、第3外側環状壁は、第1ディフューザ部分に沿って回転軸線に対して第3外側角度平均値で角度付けされている。第1外側角度平均値は、第3外側角度平均値よりも大きく、第1内側角度平均値は、第3内側角度平均値よりも大きく、第3外側角度平均値は、第2外側角度平均値よりも大きい。

【0006】

第2実施形態では、ガスタービンは、タービン、シュラウド部分、および軸線方向 - 径方向のディフューザを含む。タービンは、最終段ノズル部分、ブレード間隙間部分、および最終段翼形部分を含む。最終段ノズル部分は、複数のノズル、ガスタービンの回転軸線の周りに配置された第1内側環状壁、および第1内側環状壁の周りに配置された第1外側環状壁を含み、第1内側環状壁は、回転軸線に対して第1内側角度平均値で角度付けされており、第1外側環状壁は、最終段ノズル部分に沿って回転軸線に対して第1外側角度平均値で角度付けされている。ブレード間隙間部分は、ガスタービンの回転軸線の周りに配置された第2内側環状壁、および第2内側環状壁の周りに配置された第2外側環状壁を含み、ブレード間隙間部分は、最終段ノズル部分の下流直後に配置されており、第2内側環状壁は、回転軸線に対して第2内側角度平均値で角度付けされており、第2外側環状壁は、ブレード間隙間部分に沿って回転軸線に対して第2外側角度平均値で角度付けされている。最終段翼形部分は、ガスタービンの回転軸線の周りに配置された第3内側環状壁、それぞれが第3内側環状壁に連結された近位端を有し径方向外向きに遠位端に延びる複数の翼形部、第3内側環状壁の周りに配置され複数の翼形部のそれぞれの遠位端に連結された第3外側環状壁を備える先端シュラウド、および第3内側環状壁および第3外側環状壁の周りに配置された第4外側環状壁を備える固定シュラウドを含む。最終段翼形部分は、ブ

10

20

30

40

50

レード間隙間部分の下流直後に配置されており、第3内側環状壁は、回転軸線に対して第3内側角度平均値で角度付けされており、第3外側環状壁は、最終段翼形部分に沿って回転軸線に対して第3外側角度平均値で角度付けされており、第4外側環状壁は、最終段翼形部分に沿って回転軸線に対して第4外側角度平均値で角度付けされている。軸線方向 - 径方向のディフューザは、第1ディフューザ部分および第2ディフューザ部分を含む。第1ディフューザ部分は、ガスタービンの回転軸線の周りに配置された第5内側環状壁、および第5内側環状壁の周りに配置された第5外側環状壁を含み、第1ディフューザ部分は、最終段翼形部分の下流直後に配置されており、第5内側環状壁は、回転軸線に対して第5内側角度平均値で角度付けされており、第5外側環状壁は、第1ディフューザ部分に沿って回転軸線に対して第5外側角度平均値で角度付けされている。第2ディフューザ部分  
10  
は、ガスタービンの回転軸線の周りに配置された第6内側環状壁、および第6内側環状壁の周りに配置された第6外側環状壁を含み、第2ディフューザ部分は、第1ディフューザ部分の下流直後に配置されており、第6内側環状壁は、回転軸線に対して第6内側角度平均値で角度付けされており、第6外側環状壁は、第2ディフューザ部分に沿って回転軸線に対して第6外側角度平均値で角度付けされている。第3外側角度平均値は第5外側角度平均値よりも大きく、第3内側角度平均値は第5内側角度平均値よりも大きく、第5外側角度平均値は第4外側角度平均値よりも大きい。

【0007】

第3実施形態では、本方法は、タービンおよび軸線方向 - 径方向のディフューザを設けることを含む。タービンは、ガスタービンの回転軸線の周りに配置された第1内側環状壁  
20  
、それぞれが第1内側環状壁に連結された近位端を有し径方向外向きに遠位端に伸びる複数の翼形部、第1内側環状壁の周りに配置され複数の翼形部のそれぞれの遠位端に連結された第1外側環状壁を含む先端シュラウド、並びに第1内側環状壁および第1外側環状壁の周りに配置された第2外側環状壁を含む固定シュラウドを含む最終段翼形部分を含む。第1内側環状壁は、回転軸線に対して第1内側角度平均値で角度付けされており、第1外側環状壁は、最終段翼形部分に沿って回転軸線に対して第1外側角度平均値で角度付けされており、第2外側環状壁は、最終段翼形部分に沿って回転軸線に対して第2外側角度平均値で角度付けされている。軸線方向 - 径方向のディフューザは、ガスタービンの回転軸線の周りに配置された第3内側環状壁、および第3内側環状壁の周りに配置された第3外側環状壁を含む第1ディフューザ部分を含み、第1ディフューザ部分は、最終段翼形部分  
30  
の下流直後に配置されており、第3内側環状壁は、回転軸線に対して第3内側角度平均値で角度付けされており、第3外側環状壁は、第1ディフューザ部分に沿って回転軸線に対して第3外側角度平均値で角度付けされている。第1外側角度平均値は、第3外側角度平均値よりも大きく、第1内側角度平均値は、第3内側角度平均値よりも大きく、第3外側角度平均値は、第2外側角度平均値よりも大きい。

【0008】

同様の符号が図面全体にわたって同様の部分を示す添付図面を参照して以下の詳細な説明が読まれたとき、本開示のこれらおよび他の特徴、態様、および利点は、より良好に理解されるようになるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本開示の態様に従うターボ機械の1つの実施形態の略図である。

【図2】本開示の態様に従う、タービンおよびディフューザの一体化された最終段の1つの実施形態の側断面図である。

【図3】本開示の態様に従う、図2に示された一体化システムを組み立てるためのプロセスに対するフローチャートである。

【図4】本開示の態様に従う一体化システムの1つの実施形態のための正規化された全絶対圧力(P T A)プロファイルの1つの例のプロットである。

【図5】本開示の態様に従う一体化システムの1つの実施形態のための、渦プロファイルの1つの例のプロットである。

10

20

30

40

50

【図6】本開示の態様に従う一体化システムの1つの実施形態におけるディフューザの圧力回復係数の1つの例のプロットである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本主題の1つまたはそれ以上の具体的な実施形態は、下で説明されるだろう。これらの実施形態の簡潔な説明を提供するための取り組みにおいて、実際の実施の全ての特徴は、明細書で説明されていなくてもよい。エンジニアリングまたは設計のプロジェクトにおけるような前記実際の実施の開発において、1つの実施から別の実施に変更することができる、システムに関連する制約および事業に関連する制約との適合性のような開発者の具体的な目標を達成するために多数の実施の具体的な決定が行われなければならない点が評価されるべきである。さらに、このような開発の取り組みは、複雑であり時間がかかるかもしれないが、この開示の利益を有する当業者のための設計、製造、および加工の所定の取り組みである点が評価されるべきである。

10

【0011】

本開示の様々な実施形態の要素を導入するとき、「a」、「an」、「the」、および「said」という冠詞は、1つまたはそれ以上の要素があることを意味することが意図されている。「備える」、「含む」、および「有する」という用語は、含めることが意図され、リストに記載された要素以外の追加の要素が存在してもよいことを意味する。

【0012】

ガスタービンエンジンにおける燃焼の後、排出流体は、燃焼器を出ていき、タービンを通して流れ、ディフューザに入る。タービン出口の流れのプロファイル（すなわち、全圧および渦の径方向のプロファイル）は、ディフューザ性能（すなわち、圧力回復係数、 $C_p$ ）と相関関係にあってもよい。典型的には、タービンおよびディフューザは、最適な性能のために独立して設計されている。残念なことに、このようなシステムが一体化されたとき、組み合わせられたタービンおよびディフューザは、最適に機能しないかもしれない。下で説明されるように、タービンのハブおよびケーシングは、ディフューザ性能を向上させるのに役立つことができる、ディフューザの入口における全圧（PTA）および渦のプロファイルを作り出すように設計していてもよい。さらに、流れがエネルギーに富んでいるときに、ディフューザの早い所で（例えば、上流で）壁角度が急勾配となり、そして、流れのエネルギーが低いときに分離を回避するために、ディフューザの遅い所で（例えば、

20

30

【0013】

ここで図に移動すると、図1は、ターボ機械10（例えば、ガスタービンエンジン）の1つの実施形態の略図である。図1に示されたターボ機械10は、圧縮機12、燃焼器14、タービン16、およびディフューザ18を含む。酸化剤ガスまたはいくつかの他のガスは、圧縮機12で圧縮され、燃料と混合され、燃焼器14に供給され、その後、燃焼される。燃焼流体は、タービン16に供給され、タービン16で、排出流体からのエネルギーは機械的エネルギーに変換される。タービンは、最終段22を含む複数の段20を含む。各段20は、回転軸線24の周りに回転する、軸線方向に整列された1つの環状配列のブレード、バケットまたは翼形部を有する、回転軸に連結されたロータ、および1つの環状配列のノズルを有するステータを含んでいてもよい。結果的に、最終段22は、最終段ノズル26、および最終段翼形部28を含んでいてもよい。排出流体はタービンを出ていき、排出流体の圧力を上昇させ排出流体の速度を低下させるディフューザ18に入る。径方向のディフューザが図1に示されているが、いくつかの実施形態は、軸線方向のディフューザを含むことができる点が理解されるべきである。明確にするために、図1は、軸線方向30、径方向32、および周方向34を含む座標系を含む。さらに、径方向平面36が示

40

50

されている。径方向平面 36 は、(回転軸線 24 に沿った)軸線方向 30 の 1 方向に延び、径方向外向きに延びている。

【0014】

タービン 16 およびディフューザ 18 が互いに動作するように設計されているとき、ディフューザ 18 の性能が向上してもよい。下で説明されるように、タービン 16 のハブおよびケーシングは、ディフューザ 18 の性能を向上させるのに役立つことができる、ディフューザ 18 の入口における所望の全圧 (PTA) および渦のプロファイルを作り出すように設計していてもよい。流れがエネルギーに富んでいるときに、ディフューザ 18 の早い所で (例えば、上流で) 壁角度が急勾配となり、そして、流れのエネルギーが低いときに分離を回避するために、ディフューザの遅い所で (例えば、下流で) 壁角度が緩勾配となるように、ディフューザのケーシングを設計していてもよい。

10

【0015】

図 2 は、ディフューザ 18 の性能を向上させるために、一緒に一体化されたタービン 16 およびディフューザ 18 の最終段 22 の 1 つの実施形態の側断面図を示す。一体化システム 50 は、一緒に連結されたタービン 16 およびディフューザ 18 を含んでいてもよい。タービン 16 およびディフューザ 18 は、ターボ機械 10 (例えば、ガスタービンエンジン) の一部分であってもよい。しかしながら、他の実施形態では、タービン 16 およびディフューザ 18 は、蒸気タービンエンジンなどのような他のシステムの一部であってもよい。

【0016】

20

一体化システム 50 は、軸線方向 30 に延び回転軸線 24 の周りに周方向 34 に覆う一連の連結された内側環状壁 54、56、58、62、64 を含んでいてもよい。一体化システムは、周方向 34 に包囲し、軸線方向 30 に延び回転軸線 24 の周りに周方向 34 に覆う内側環状壁 54、56、58、62、64 と同軸であってもよい一連の連結された外側環状壁 66、68、70、74、76 を含んでいてもよい。内側環状壁 54、56、58、62、64 および外側環状壁 66、68、70、74、76 は、流体 (例えば、排出流体) が一体化システム 50 の上流端部 80 から下流端部 82 に流れることができる環状流路 78 を規定する。図 2 に示されるように、一体化システム 50、および (内側環状壁 54、56、58、62、64 および外側環状壁 66、68、70、74、76 によって規定されたような) 対応する環状流路 78 は、部分に分割されていてもよい。例えば、図 2 に示された実施形態では、上流端部 80 から下流端部 82 に、部分は、第 1 内側環状壁 54 および第 1 外側環状壁 66 を有する最終段ノズル部分 84 (例えば、最終段ノズル 26)、第 2 内側環状壁 56 および第 2 外側環状壁 68 を有するブレード間隙間部分 86、第 3 内側環状壁 58 および第 3 外側環状壁 70 (例えば、シュラウド 52) を有する最終段翼形部分 88 (例えば、最終段翼形部 28)、第 5 内側環状壁 62 および第 5 外側環状壁 74 を有する第 1 ディフューザ部分 92、並びに第 6 内側環状壁 64 および第 6 外側環状壁 76 を有する第 2 ディフューザ部分 94 を含む。

30

【0017】

排出流体の速度は、一般に、タービンによって増加する。図 2 に示されるように、排出流体の速度が減少し排出流体の圧力が増加するので、環状流路 78 は、一般に、ディフューザによって分岐される。また、図 2 に示されるように、内側環状壁 54、56、58、62、64 (例えば、 ) および外側環状壁 66、68、70、74、76 (例えば、 ) の平均角度は、部分部分で変更してもよい。

40

【0018】

図 2 では、内側環状壁 54、56、58、62、64 の角度は、 $\theta_1$  によって表される。最終段ノズル部分 84 に沿った第 1 内側環状壁 54 の平均角度は、 $\theta_1$  によって表される。図 2 に示された実施形態では、 $\theta_1$  はおよそ -4.7 度である。しかしながら、 $\theta_1$  は、-3.7 度と -5.7 度との間のいかなる値であってもよい。最終ブレード間隙間部分 86 に沿った第 2 内側環状壁 56 の平均角度は、 $\theta_2$  によって表される。図 2 に示された実施形態では、 $\theta_2$  はおよそ -4.7 度である。しかしながら、 $\theta_2$  は、-3.7 度と -5.7

50

7度との間のいかなる値であってもよい。 $\theta_1$ および $\theta_2$ は図2で同一角度であるが他の実施形態では $\theta_1$ および $\theta_2$ は互いに異なってもよい点が理解されるべきである。最終段翼形部分88に沿った第3内側環状壁58の平均角度は、 $\theta_3$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_3$ はおよそ-4.6度である。しかしながら、 $\theta_3$ は、-3.6度と-5.6度との間のいかなる値であってもよい。第1ディフューザ部分92に沿った第5内側環状壁62の平均角度は、 $\theta_5$ によって表される。第2ディフューザ部分94に沿った第6内側環状壁64の平均角度は、 $\theta_6$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_5$ および $\theta_6$ はゼロである。しかしながら、いくつかの実施形態では、 $\theta_5$ および $\theta_6$ は、ゼロでなくてもよく、互いに異なってもよいし、または互いに異なってもよい点が理解されるべきである。

10

## 【0019】

同様に、図2では、外側環状壁66、68、70、74、76の角度は、 $\theta_1$ によって表される。最終段ノズル部分84に沿った第1外側環状壁66の平均角度は、 $\theta_1$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_1$ はおよそ15.9度である。しかしながら、 $\theta_1$ は、14.9度と16.9度との間のいかなる値であってもよい。最終ブレード間隙間部分86に沿った第2外側環状壁68の平均角度は、 $\theta_2$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_2$ はおよそ15度である。しかしながら、 $\theta_2$ は、14度と16度との間のいかなる値であってもよい。最終段翼形部分88は、1つまたはそれ以上の翼形部100を含み、それぞれの翼形部は、シュラウド52（例えば、第4環状外側壁）に包囲された先端102（例えば、第3環状外側壁または先端シュラウド）を有する。翼形部先端102（例えば、第3環状外側壁または先端シュラウド）の平均角度は、 $\theta_3$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_3$ はおよそ19.3度である。しかしながら、 $\theta_3$ は、18.3度と20.3度との間のいかなる値であってもよい。最終段翼形部分88に沿って翼形部100を包囲する第4外側環状壁70（例えば、シュラウド52）の平均角度は、 $\theta_4$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_4$ はおよそ6.9度である。しかしながら、 $\theta_4$ は、5.9度と7.9度との間のいかなる値であってもよい。第1ディフューザ部分92に沿った第5外側環状壁74の平均角度は、 $\theta_5$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_5$ はおよそ15.7度である。しかしながら、 $\theta_5$ は、14.7度と16.7度との間のいかなる値であってもよい。第2ディフューザ部分94に沿った第6外側環状壁76の平均角度は、 $\theta_6$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_6$ はおよそ8.2度である。しかしながら、 $\theta_6$ は、7.2度と9.2度との間のいかなる値であってもよい。

20

30

## 【0020】

しかしながら、図2に示された内側環状壁54、56、58、62、64および外側環状壁66、68、70、74、76の角度が壁の部分に沿った平均角度を表す点が理解されるべきである。いくつかの実施形態では、内側環状壁54、56、58、62、64および外側環状壁66、68、70、74、76の角度は、部分を越えて変更してもよい。いくつかの実施形態では、内側環状壁54、56、58、62、64および/または外側環状壁66、68、70、74、76は、1つの壁が軸線方向30の下流に移動するように、湾曲していてもよい。さらに、図2における1つの部分から別の部分への移行部は、内側環状壁54、56、58、62、64および/または外側環状壁66、68、70、74、76の角度が部分間で直ちに变化する点で「難しい」移行部として知られている。しかしながら、いくつかの実施形態では、内側環状壁54、56、58、62、64および/または外側環状壁66、68、70、74、76の角度の変更は、滑らかな移行部によって達成してもよい。

40

## 【0021】

いくつかの実施形態では、内側環状壁54、56、58、62、64および外側環状壁66、68、70、74、76の形は、個々の角度の値によって規定されていなくてもよく、むしろ、特定の角度（例えば、衝突角）の差または他の角度の値に対するいくつかの角度の値間の差によって規定されていてもよい。例えば、 $\theta_3$ と $\theta_5$ との間の差は、3.6

50



± 2 . 0 度であってもよい。例えば、 $\theta_3$ と $\theta_5$ との間の差は、1 . 6 度、1 . 8 度、2 . 0 度、2 . 2 度、2 . 4 度、2 . 6 度、2 . 8 度、3 . 0 度、3 . 2 度、3 . 4 度、3 . 8 度、4 . 0 度、4 . 2 度、4 . 4 度、4 . 6 度、4 . 8 度、5 . 0 度、5 . 2 度、5 . 4 度、または5 . 6 度であってもよい。同様に、 $\theta_3$ と $\theta_5$ との間の差は、 $4 . 6 \pm 2 . 0$ 度であってもよい。例えば、 $\theta_3$ と $\theta_5$ との間の差は、2 . 6 度、2 . 8 度、3 . 0 度、3 . 2 度、3 . 4 度、3 . 6 度、3 . 8 度、4 . 0 度、4 . 2 度、4 . 4 度、4 . 8 度、5 . 0 度、5 . 2 度、5 . 4 度、5 . 6 度、5 . 8 度、6 . 0 度、6 . 2 度、6 . 4 度、または6 . 6 度であってもよい。同様に、 $\theta_4$ と $\theta_5$ との間の差は、 $8 . 8 \pm 2 . 0$ 度であってもよい。例えば、 $\theta_4$ と $\theta_5$ との間の差は、6 . 8 度、7 . 0 度、7 . 2 度、7 . 4 度、7 . 6 度、7 . 8 度、8 . 0 度、8 . 2 度、8 . 4 度、8 . 6 度、9 . 0 度、9 . 2 度、9 . 4 度、9 . 6 度、9 . 8 度、10 . 0 度、10 . 2 度、10 . 4 度、10 . 6 度、または10 . 8 度であってもよい。

10

#### 【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態では、最終段ノズル26は、第1内側環状壁54の周りに周方向に配置され径方向32に第1外側環状壁66に伸びる複数の翼形の形をしたノズル96を含んでいてもよい。いくつかの実施形態では、ノズル96は、2015年7月1日出願された「二次流れの制御および最適なディフューザ性能のための隆起したノズル」という表題を付けられ全体が参照によって本開示に取り込まれた米国特許出願番号第14/789,507号明細書で説明されたような吸引側隆起部および/または圧力側傾斜部を含んでいてもよい。しかしながら、ここで開示された技術が吸引側隆起部または圧力側傾斜部を有さないノズル96を備えた最終段ノズル26を有するシステムで使用してもよい点が理解されるべきである。

20

#### 【 0 0 2 3 】

前に説明したように、最終段ノズル部分84に沿った第1内側環状壁54の平均角度は、 $\theta_1$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_1$ はおおよそ-4.7度である。しかしながら、 $\theta_1$ は、-3.7度と-5.7度との間のいかなる値であってもよい。例えば、 $\theta_1$ は、-3.7度、-3.9度、-4.1度、-4.3度、-4.5度、-4.9度、-5.0度、-5.1度、-5.3度、-5.5度、または-5.7度であってもよい。最終段ノズル部分84に沿った第1外側環状壁66の平均角度は、 $\theta_1$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_1$ はおおよそ15.9度である。しかしながら、 $\theta_1$ は、14.9度と17度との間のいかなる値であってもよい。例えば、 $\theta_1$ は、14.9度、15.0度、15.1度、15.3度、15.5度、15.7度、16.0度、16.1度、16.3度、16.5度、16.7度、16.9度、または17度であってもよい。

30

#### 【 0 0 2 4 】

最終段ノズル部分84の下流直後には、ブレード間隙間部分86が配置されている。ブレード間隙間部分86は、径方向32の第2内側環状壁56と第2外側環状壁68との間で、軸線方向30の最終段ノズル部分84と最終段翼形部分88との間に配置された環状形状の空間である。ブレード間隙間部分86は、流体が最終段ノズル26と最終段翼形部28との間で流れる空間を提供する。図2が一定の縮尺で描かれておらず、軸線方向30のブレード間隙間部分86の長さが上流直前に位置する最終段ノズル部分84および下流直後に位置する最終段翼形部分88よりも長くてもよいしまたは短くてもよい点が理解されるべきである。

40

#### 【 0 0 2 5 】

最終ブレード間隙間部分86に沿った第2内側環状壁56の平均角度は、 $\theta_2$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_2$ はおおよそ-4.7度である。しかしながら、 $\theta_2$ は、-3.7度と-5.7度との間のいかなる値であってもよい。例えば、 $\theta_2$ は、-3.7度、-3.9度、-4.0度、-4.1度、-4.3度、-4.5度、-4.9度、-5.0度、-5.1度、-5.3度、-5.5度、または-5.7度であってもよい。 $\theta_1$ および $\theta_2$ は図2では同一角度であるが、他の実施形態では $\theta_1$ および $\theta_2$ は互いに

50

異なってもよい点が理解されるべきである。ブレード間隙間部分 8 6 に沿った第 2 外側環状壁 6 8 の平均角度は、 $\alpha_2$  によって表される。図 2 に示された実施形態では、 $\alpha_2$  はおよそ 15 度である。しかしながら、 $\alpha_2$  は、14 度と 16 度との間のいかなる値であってもよい。例えば、 $\alpha_2$  は、14.0 度、14.2 度、14.4 度、14.6 度、14.8 度、15.2 度、15.4 度、15.6 度、または 15.8 度であってもよい。

#### 【0026】

ブレード間隙間部分 8 6 の下流直後には、最終段翼形部分 8 8 が配置されている。いくつかの実施形態では、最終段翼形部 2 8 では、第 3 内側環状壁 5 8 は、ハブ 9 8 の一部分であってもよい。最終段翼形部 2 8 は、さらに、ハブ 9 8 の周りに周方向に配置され先端 1 0 2 に向かって径方向 3 2 の外向きに延びる複数の翼形の形をした翼形部 1 0 0 を含んでいてもよい。先端 1 0 2 は、翼形部 1 0 0 の遠位端に配置され、第 4 外側環状壁 7 0 の内面に近接している。先端は、固定シュラウド 5 2 または第 4 環状壁 7 0 に包囲された先端シュラウドを有していてもよい。いくつかの実施形態では、翼形部 1 0 0 は、2015 年 1 月 9 日に出版された「最適なディフューザ性能のための最終段翼形部構造」という表題を付けられ全体が参照によって本開示に取り込まれた米国特許出願番号第 14/936,253 号明細書で説明されたように、ハブ 9 8 と先端 1 0 2 との間のスパンのおよそ 65% の厚さを厚くして中心に配置するように設計していてもよい。しかしながら、ここで開示された技術は、ハブ 9 8 と先端 1 0 2 との間のスパンのおよそ 65% の厚さを厚くせずに中心に配置された翼形部 1 0 0 を備えた最終段翼形部 2 8 を有するシステムで使用することができる点が理解されるべきである。

#### 【0027】

最終段翼形部分 8 8 に沿った第 3 内側環状壁 5 8 の平均角度は、 $\alpha_3$  によって表される。図 2 に示された実施形態では、 $\alpha_3$  はおよそ -4.6 度である。しかしながら、 $\alpha_3$  は、-3.6 度と -5.6 度との間のいかなる値であってもよい。例えば、 $\alpha_3$  は、-3.6 度、-3.8 度、-4.0 度、-4.2 度、-4.4 度、-4.8 度、-5.0 度、-5.2 度、-5.4 度、または -5.6 度であってもよい。翼形部 1 0 0 に沿った翼形部先端 1 0 2 (例えば、第 3 外側環状壁または先端シュラウド) の平均角度は、 $\alpha_3$  によって表される。図 2 に示された実施形態では、 $\alpha_3$  はおよそ 19.3 度である。しかしながら、 $\alpha_3$  は、18.3 度と 20.3 度との間のいかなる値であってもよい。例えば、 $\alpha_3$  は、18.3 度、18.5 度、18.7 度、18.9 度、19.0 度、19.1 度、19.5 度、19.7 度、19.9 度、20.0 度、20.1 度、または 20.3 度であってもよい。最終段翼形部分 8 8 に沿った第 4 外側環状壁 7 0 (例えば、シュラウド 5 2) の平均角度は、 $\alpha_4$  によって表される。図 2 に示された実施形態では、 $\alpha_4$  はおよそ 6.9 度である。しかしながら、 $\alpha_4$  は、5.9 度と 8.0 度との間のいかなる値であってもよい。例えば、 $\alpha_4$  は、5.9 度、6.0 度、6.1 度、6.3 度、6.5 度、6.7 度、7.0 度、7.1 度、7.3 度、7.5 度、7.7 度、7.9 度、または 8.0 度であってもよい。

#### 【0028】

ディフューザ 1 8 は、最終段翼形部分 8 8 の下流直後に配置してもよい。ディフューザ 1 8 を通って流れる排出流体の流路の容積を増加させることによって、ディフューザは、速度を低下させ、排出流体の圧力を上昇させる。分かりやすくするために、この開示では、ディフューザ 1 8 は、ディフューザストラット 1 0 4 に対する第 1 ディフューザ部分 9 2 および第 2 ディフューザ部分 9 4 の空間関係によって規定された 2 つの部分を含むように説明されるだろう。しかしながら、運転時、ディフューザ 1 8 は、実際に 2 つの部分に分割されていなくてもよい点が理解されるべきである。第 1 ディフューザ部分は、径方向 3 2 の第 5 内側環状壁 6 2 と第 5 外側環状壁 7 4 との間で、軸線方向 3 0 の最終段翼形部分 8 8 と第 2 ディフューザ部分 9 4 との間に配置された環状形状の空間である。第 1 ディフューザ部分 9 2 は、シュラウド 5 2 の下流直後でディフューザストラット 1 0 4 の上流直前に存在するディフューザ 1 8 の一部分である。第 1 ディフューザ部分 9 2 は、排出流体が最終段翼形部分 8 8 と第 2 ディフューザ部分 9 4 との間で流れる空間を提供する。

図2が一定の縮尺で描かれておらず、軸線方向30の第1ディフューザ部分92の長さが図2に示された他の部分84、86、88、94に対して長くてもよいしまたは短くてもよい点が理解されるべきである。

【0029】

第1ディフューザ部分92に沿った第5内側環状壁62の平均角度は、 $\theta_5$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_5$ および $\theta_6$ はゼロである。しかしながら、いくつかの実施形態では、 $\theta_5$ および $\theta_6$ は、ゼロでなくてもよく、互いに異なっていてもよいし、または互いに異ならなくてもよい点が理解されるべきである。第1ディフューザ部分92に沿った第5外側環状壁74の平均角度 $\theta_5$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_5$ はおよそ15.7度である。しかしながら、 $\theta_5$ は、14.7度と16.7度との間のいかなる値であってもよい。例えば、 $\theta_5$ は、14.7度、14.9度、15.0度、15.1度、15.3度、15.5度、15.9度、16.0度、16.1度、16.3度、16.5度、または16.7度であってもよい。

【0030】

第2ディフューザ部分94は、第1ディフューザ部分92の下流直後に配置されている。第2ディフューザ部分94は、径方向32の第6内側環状壁64と第6外側環状壁76との間で、軸線方向30の第1ディフューザ部分92とディフューザ18の下流端部82との間に配置された環状形状の空間である。第2ディフューザ部分94は、ディフューザストラット104の大体前縁からディフューザ18の下流端部82に軸線方向に延びるディフューザ18の一部である。しかしながら、いくつかの実施形態では、ストラット104の軸線方向の範囲は、ディフューザの第1部分92および第2部分94の両方によって共有されていてもよい。第2ディフューザ部分94は、排出流体が第1ディフューザ部分92とディフューザの下流端部82との間で流れる空間を提供する。図2が一定の縮尺で描かれておらず、軸線方向30の第2ディフューザ部分94の長さが図2に示された他の部分84、86、88、92に対して長くてもよいしまたは短くてもよい点が理解されるべきである。

【0031】

第2ディフューザ部分94に沿った第6内側環状壁64の平均角度は、 $\theta_6$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_4$ 、 $\theta_5$ 、および $\theta_6$ はゼロである。しかしながら、いくつかの実施形態では、 $\theta_5$ および $\theta_6$ は、ゼロでなくてもよく、互いに異なっていてもよいし、または互いに異ならなくてもよい点が理解されるべきである。第2ディフューザ部分94に沿った第6外側環状壁76の平均角度は、 $\theta_6$ によって表される。図2に示された実施形態では、 $\theta_6$ はおよそ8.2度である。しかしながら、 $\theta_6$ は、7.0度と9.2度との間のいかなる値であってもよい。例えば、 $\theta_6$ は、7.0度、7.2度、7.4度、7.6度、7.8度、8.0度、8.4度、8.6度、8.8度、9.0度、または9.2度であってもよい。

【0032】

前に説明したように、図2に示され上で説明された内側環状壁54、56、58、62、64および外側環状壁66、68、70、74、76の角度が部分に沿った平均角度を表す点が理解されるべきである。いくつかの実施形態では、内側環状壁54、56、58、62、64および/または外側環状壁66、68、70、74、76の角度は、部分を越えて変更してもよい。いくつかの実施形態では、内側環状壁54、56、58、62、64および/または外側環状壁66、68、70、74、76は、湾曲した形を有していてもよい。さらに、図2における1つの内側環状壁54、56、58、62、64から別の壁への移行部または1つの外側環状壁66、68、70、74、76から別の壁への移行部は、内側環状壁54、56、58、62、64および/または外側環状壁66、68、70、74、76の角度が部分間で直ちに变化する点で「難しい」移行部として示されている。しかしながら、いくつかの実施形態では、内側環状壁54、56、58、62、64および/または外側環状壁66、68、70、74、76の角度の変更は、滑らかな移行部によって達成してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 3 】

いくつかの実施形態では、内側環状壁 5 4、5 6、5 8、6 2、6 4 および外側環状壁 6 6、6 8、7 0、7 4、7 6 の形は、個々の角度の値によって規定されていなくてもよく、むしろ、特定の角度間の差または他の角度の値に対するいくつかの角度の値間の差によって規定されていてもよい。例えば、 $\theta_3$  と  $\theta_5$  との間の差は、 $3.6 \pm 2.0$  度であってもよい。例えば、 $\theta_3$  と  $\theta_5$  との間の差は、1.6 度、1.8 度、2.0 度、2.2 度、2.4 度、2.6 度、2.8 度、3.0 度、3.2 度、3.4 度、3.8 度、4.0 度、4.2 度、4.4 度、4.6 度、4.8 度、5.0 度、5.2 度、5.4 度、または 5.6 度であってもよい。同様に、 $\theta_3$  と  $\theta_5$  との間の差は、 $4.6 \pm 2.0$  度であってもよい。例えば、 $\theta_3$  と  $\theta_5$  との間の差は、2.6 度、2.8 度、3.0 度、3.2 度、3.4 度、3.6 度、3.8 度、4.0 度、4.2 度、4.4 度、4.8 度、5.0 度、5.2 度、5.4 度、5.6 度、5.8 度、6.0 度、6.2 度、6.4 度、または 6.6 度であってもよい。 $\theta_4$  と  $\theta_5$  との間の差は、 $8.8 \pm 2.0$  度であってもよい。例えば、 $\theta_4$  と  $\theta_5$  との間の差は、6.8 度、7.0 度、7.2 度、7.4 度、7.6 度、7.8 度、8.0 度、8.2 度、8.4 度、8.6 度、9.0 度、9.2 度、9.4 度、9.6 度、9.8 度、10.0 度、10.2 度、10.4 度、10.6 度、または 10.8 度であってもよい。

10

## 【 0 0 3 4 】

最終段ノズル部分 8 4、ブレード間隙間部分 8 6、および最終段翼形部分 8 8 にわたる内側環状壁および外側環状壁の角度（例えば、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 、 $\theta_4$ 、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ ）に対して図 2 に関して説明された値は、ディフューザ 1 8 の入口における望ましい P T A および渦のプロファイルを作り出すのに役立つもよい。図 3 および図 4 は、全体が参照によって本開示に取り込まれた、2015 年 7 月 1 日に出願された「二次流れの制御および最適なディフューザ性能のための隆起したノズル」という表題を付けられた米国特許出願番号第 14 / 7 8 9 , 5 0 7 号明細書で説明されたような最終段ノズル構造、および 2015 年 11 月 9 日に提出された「最適なディフューザ性能のための最終段翼形部構造」という表題を付けられた米国特許出願番号第 14 / 9 3 6 , 2 5 3 号明細書で説明されたような最終段バケット構造だけでなく、図 2 に示された一体化システム 5 0 も有するシステムの例の P T A および渦のプロファイルである。しかしながら、図 3 および図 4 は単なる例であることが意図され、一体化システム 5 0 のいくつかの実施形態が、タービンのノズルの形、タービンの翼形部の形などのような複数の異なる要因によって、異なる P T A および渦のプロファイルを作り出してもよい点が理解されるべきである。

20

30

## 【 0 0 3 5 】

図 3 は、一体化システム 5 0 を組み立てるためのプロセス 1 0 6 に対するフローチャートである。ブロック 1 0 8 では、タービン 1 6 が設けられる。タービン 1 6 は、最終段ノズル部分 8 4、ブレード間隙間部分 8 6、最終段翼形部分 8 8、またはこれらをいくつか組み合わせたものを含んでいてもよい。最終段ノズル部分 8 4 は、複数のノズル 9 6、タービン 1 6 の回転軸線 2 4 の周りに配置された第 1 内側環状壁 5 4、および第 1 内側環状壁 5 4 の周りに配置された第 1 外側環状壁 6 6 を含んでいてもよい。第 1 内側環状壁 5 4 は、回転軸線 2 4 に対して第 1 内側角度平均値  $\theta_1$  で角度付けされていてもよく、第 1 外側環状壁 6 6 は、最終段ノズル部分 8 4 に沿って回転軸線 2 4 に対して第 1 外側角度平均値  $\theta_1$  で角度付けされている。

40

## 【 0 0 3 6 】

ブレード間隙間部分 8 6 は、回転軸線 2 4 の周りに配置された第 2 内側環状壁 5 6、および第 2 内側環状壁 5 6 の周りに配置された第 2 外側環状壁 6 8 を含んでいてもよい。ブレード間隙間部分 8 6 は、最終段ノズル部分 8 4 の下流直後に配置してもよい。第 2 内側環状壁 5 6 は、回転軸線 2 4 に対して第 2 内側角度平均値  $\theta_2$  で角度付けされていてもよく、第 2 外側環状壁 6 8 は、ブレード間隙間部分 8 6 に沿って回転軸線 2 4 に対して第 2 外側角度平均値  $\theta_2$  で角度付けされていてもよい。

## 【 0 0 3 7 】

50

最終段翼形部分 88 は、複数の翼形部 100、回転軸線 24 の周りに配置された第 3 内側環状壁 58、翼形部の先端 102 の第 3 外側環状壁（例えば、先端シュラウド）、および第 3 内側環状壁 58 の周りに配置され翼形部 100 を包囲する第 4 外側環状壁 70（例えば、固定シュラウド 52）を含んでいてもよい。最終段翼形部分 88 は、ブレード間隙部分 86 の下流直後に配置してもよい。第 3 内側環状壁 58 は、回転軸線 24 に対して第 3 内側角度平均値  $\theta_3$  で角度付けされていてもよく、第 3 外側環状壁（例えば、先端シュラウド）は、最終段翼形部分 88 に沿って回転軸線 24 に対して第 3 外側角度平均値  $\theta_3$  で角度付けされていてもよい。第 4 外側環状壁 70（例えば、固定シュラウド）は、最終段翼形部分 88 に沿って回転軸線 24 に対して第 4 外側角度平均値  $\theta_4$  で角度付けされていてもよい。

10

#### 【0038】

ブロック 112 では、軸線方向 - 径方向のディフューザ 18 が設けられる。軸線方向 - 径方向のディフューザ 18 は、第 1 ディフューザ部分 92、および第 2 ディフューザ部分 94 を含んでいてもよい。第 1 ディフューザ部分 92 は、回転軸線 24 の周りに配置された第 5 内側環状壁 62、および第 5 内側環状壁 62 の周りに配置された第 5 外側環状壁 74 を含んでいてもよい。第 1 ディフューザ部分 92 は、最終段翼形部分 88 の下流直後に配置してもよい。第 5 内側環状壁 62 は、回転軸線 24 に対して第 5 内側角度平均値  $\theta_5$  で角度付けされていてもよく、第 5 外側環状壁 74 は、第 1 ディフューザ部分 92 に沿って回転軸線 24 に対して第 5 外側角度平均値  $\theta_5$  で角度付けされていてもよい。

#### 【0039】

第 2 ディフューザ部分 94 は、回転軸線 24 の周りに配置された第 6 内側環状壁 64、および第 6 内側環状壁 64 の周りに配置された第 6 外側環状壁 76 を含んでいてもよい。第 2 ディフューザ部分 94 は、第 1 ディフューザ部分 92 の下流直後に配置していてもよい。第 6 内側環状壁 64 は、回転軸線 24 に対して第 6 内側角度平均値  $\theta_6$  で角度付けされていてもよく、第 6 外側環状壁 76 は、第 2 ディフューザ部分 94 に沿って回転軸線 24 に対して第 6 外側角度平均値  $\theta_6$  で角度付けされている。

20

#### 【0040】

様々な内側角度平均値  $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 、 $\theta_5$ 、 $\theta_6$  および外側角度平均値  $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 、 $\theta_4$ 、 $\theta_5$ 、 $\theta_6$  に対する具体的な値および範囲は、図 2 に関して説明された。図 2 に関して説明されたように、第 3 外側角度平均値  $\theta_3$  は、第 5 外側角度平均値  $\theta_5$  よりも大きくてもよく、第 3 内側角度平均値  $\theta_3$  は、第 5 内側角度平均値  $\theta_5$  よりも大きくてもよく、第 5 外側角度平均値  $\theta_5$  は、第 4 外側角度平均値  $\theta_4$  よりも大きくてもよい。これらの差に対する具体的な値および範囲は、図 2 に関して説明された。

30

#### 【0041】

図 4 は、ディフューザ 18 の入口における、正規化された全絶対圧力（PTA）プロファイルのプロット 114 を示す。図 4 に示された具体的なプロット 114 は、2015 年 7 月 1 日に出願された「二次流れの制御および最適なディフューザ性能のための隆起したノズル」という表題を付けられた米国特許出願番号第 14 / 789,507 号明細書で説明されたような最終段ノズル構造、および 2015 年 1 月 9 日に提出された「最適なディフューザ性能のための最終段翼形部構造」という表題を付けられた米国特許出願番号第 14 / 936,253 号明細書で説明されたような最終段翼形部構造だけでなく、図 2 に示された一体化システム 50 も使用するターボ機械 10 の 1 つの実施形態から得られたものである。結果的に、正規化された PTA プロット 114 は単なる 1 つの例であり、異なる実施形態が異なる PTA プロファイルを有することができる点が理解されるべきである。図 4 において、水平軸 116 は、無単位の正規化された全絶対圧力（PTA）を表す。正規化された PTA は、スパン全体にわたって平均 PTA によって分割された、既定のパーセントスパンの PTA として規定される。垂直軸 118 はパーセントスパンを表し、第 5 内側環状壁 62 は 0% のスパンに存在し、第 5 外側環状壁 74 は 100% のスパンに存在する。曲線 124 は、2015 年 7 月 1 日に提出された「二次流れの制御および最適なディフューザ性能のための隆起したノズル」という表題を付けられた米国特許出願番号第

40

50

14/789, 507号明細書で説明されたような最終段ノズル構造、および2015年11月9日に出願された「最適なディフューザ性能のための最終段翼形部構造」という表題を付けられた米国特許出願番号第14/936, 253号明細書で説明されたような最終段翼形部構造だけでなく、図2に示された一体化システム50も使用するシステムの正規化されたPTAプロファイルを表す。一般に、第5内側環状壁62および第5外側環状壁74の近くのPTAのスパイクは、ディフューザ18の性能を向上させる。結果的に、0~30%のスパンから得られる、第1環状壁(例えば、ハブ)の近くの望ましいプロファイルのスパイクと、80~100%のスパンから得られる、第2環状壁(例えば、ケーシング)の近くのスパイクとの間の中央の50%は、比較的平坦である。曲線122は、開示された一体化システム50を使用しない構造のPTAプロファイルを表す。図4で見ることができるよう、曲線122は、第5内側環状壁62および第5外側環状壁74の近くの正規化されたPTAのスパイクが相対的に不足しており、スパンの中央で目標曲線124よりも高いPTAを有する。曲線124は、開示された技術を利用しないシステムに対する曲線122とは違って、第5内側環状壁62および第5外側環状壁74の近くの望ましいスパイクを有する。さらに、正規化されたPTA曲線124は、開示された技術を利用しないシステムに対する曲線122よりも、中央の50%ではるかに平坦である。

#### 【0042】

同様に、図5は、ディフューザ18の入口における渦プロファイルのプロット126を示す。図5のプロット126は、2015年7月1日に開示された「二次流れの制御および最適なディフューザ性能のための隆起したノズル」という表題を付けられた米国特許出願番号第14/789, 507号明細書で説明されたような最終段ノズル構造、および2015年11月9日に開示された「最適なディフューザ性能のための最終段翼形部構造」という表題を付けられた米国特許出願番号第14/936, 253号明細書で説明されたような最終段翼形部構造だけでなく、図2に示された一体化システム50も使用するターボ機械10の1つの実施形態から得られたものである。結果的に、渦プロファイルのプロット126は、単なる1つの例である。異なる実施形態は、異なる渦プロファイルを有していてもよい。図5において、水平軸128は、軸線方向30に対する範囲の渦の角度を表す。垂直軸130は、パーセントスパンを表し、第5内側環状壁62が0%のスパン(すなわち、ベース)に存在し、第5外側環状壁74が100%のスパン(すなわち、先端)に存在する。曲線136は、2015年7月1日に開示された「二次流れの制御および最適なディフューザ性能のための隆起したノズル」という表題を付けられた米国特許出願番号第14/789, 507号明細書で説明されたような最終段ノズル構造、および2015年11月9日に開示された「最適なディフューザ性能のための最終段翼形部構造」という表題を付けられた米国特許出願番号第14/936, 253号明細書で説明されたような最終段翼形部構造だけでなく、図2に示された一体化システム50も使用するシステムの渦のプロファイルを表す。一般に、第1環状壁40の辺りの僅かに負の渦および第2環状壁42の辺りの僅かに正の渦、並びに直線状傾斜面の中央のスパン(例えば、20%のスパンから80%のスパン)は、ディフューザの性能を向上させる。曲線134は、開示された一体化システム50を使用しない構造の渦のプロファイルを表す。図5に示されるように、曲線134は、第5内側環状壁62の近くの僅かに負の渦角度、および第5外側環状壁74の近くの僅かに正の渦角度を有し、スパンの中央の直線状傾斜面を有する。曲線136は、開示された技術を利用しないシステムに対する曲線122よりも望ましい質の多くを有する。

#### 【0043】

図6は、開示された技術を使用しない以前の構造と比較して上昇した、図2に示された一体化システム50を有するディフューザ18の圧力回復係数( $C_p$ )を示すプロット114である。垂直軸140は、0から1までの $C_p$ 値を表す。ディフューザによって回復された圧力の $C_p$ 比は、ディフューザ性能を測定するための1つの方法である。 $C_p$ は、0と1との間で変化する。0の $C_p$ 値は、ディフューザがディフューザを通過する流体の圧力を全く回復しないということを意味する。1の $C_p$ 値は、ディフューザがディフューザ

10

20

30

40

50

を通過する流体の圧力の全てを回復するということを意味する。一般には、高い $C_p$ 値が望ましい。バー142によって示されるように、開示された技術を利用しない構造は、およそ0.5の $C_p$ 値を有する。また、バー144によって示されるように、2015年7月1日出願された「二次流れの制御および最適なディフューザ性能のための隆起したノズル」という表題を付けられた米国特許出願番号第14/789,507号明細書で説明されたような最終段ノズル構造、および2015年11月9日出願された「最適なディフューザ性能のための最終段翼形部構造」という表題を付けられた米国特許出願番号第14/936,253号明細書で説明されたような最終段翼形部構造だけでなく、図2に示された一体化システム50も使用するシステムは、約0.82の $C_p$ 値を有する。図4および図5と同様に、図6に示された $C_p$ プロット114は、単なる1つの例である。開示された技術を使用する他の実施形態は、異なる $C_p$ 値を作り出してもよい。

10

#### 【0044】

ここで説明された一体化システム50は、多数の異なる方法でディフューザ18の性能を向上させるのに役立つ。第1に、最終段ノズル部分84、ブレード間隙間部分86、および最終段翼形（例えば、パケットまたはブレード）部分88にわたる内側環状壁54、56、58および外側環状壁66、68、70の形は、ディフューザ18の入口における望ましい渦およびPTAのプロファイルを作り出す。具体的には、第5内側環状壁62および第5外側環状壁74の辺りのPTAスパイクおよびゼロ付近の渦角度は、ディフューザ18の圧力回復を向上させる。第2に、ディフューザ18（例えば、第1ディフューザ部分92）における早い所での、急勾配の（例えば、14度よりも大きい）第5外側環状壁74角度は、流体の流れがエネルギーに富んでいる、ディフューザ18の上流端部80のタービン16によって取り出されていない、流体の流れの残りの運動エネルギーの回復を向上させる。第3に、緩勾配の第6外側環状壁76は、流体の流れがより弱い場合にディフューザ18の分離を回避するのに役立つことができる、ディフューザ18（例えば、第2ディフューザ部分94）の遅い所で角度付ける。第4に、図2に関して説明された角度の差によって、ディフューザの圧力回復を向上させる第5内側環状壁62および第5外側環状壁74の近くの望ましいPTAスパイクを作り出すことができる衝突効果（例えば、流体がある角度の内側環状壁54、56、58、62、64および/または外側環状壁66、68、70、74、76に衝突する）を作り出してもよい。

20

#### 【0045】

この記載された説明は、ベストモードを含む、本主題を開示するための、いかなる装置またはシステムも作製し使用することおよび組み込まれた方法を実行することを含む例、およびいかなる当業者も本主題を実施することができるようにするためのいかなる装置またはシステムも作製し使用することおよび組み込まれた方法を実行することを含む例を使用する。本主題の特許を受けることができる範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者に想到する他の例を含んでいてもよい。前記他の例が特許請求の範囲の文言と異なる構造的要素を有する場合、または前記他の例が特許請求の範囲の文言に対してごく僅かな差を有する同等の構造的要素を含む場合、前記他の例は、特許請求の範囲内に入ることが意図されている。

30

#### [実施態様1]

ガスタービン(10)であって、

タービン(16)であって、

ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第1内側環状壁(54)と、

40

それぞれが前記第1内側環状壁(54)に連結された近位端を備え、径方向外向きに遠位端に延びる複数の翼形部(100)と、

前記第1内側環状壁(54)の周りに配置され前記複数の翼形部(100)のそれぞれの前記遠位端に連結された第1外側環状壁(66)を備える先端シュラウド(102)と、

前記第1内側環状壁(54)および前記第1外側環状壁(66)の周りに配置され

50

た第2外側環状壁(68)を備える固定シュラウド(52)とを備え、

前記第1内側環状壁(54)は、前記回転軸線(24)に対して第1内側角度平均値( $\theta_1$ )で角度付けされており、前記第1外側環状壁(66)は、最終段翼形部分(88)に沿って前記回転軸線(24)に対して第1外側角度平均値( $\theta_1$ )で角度付けされており、前記第2外側環状壁(68)は、前記最終段翼形部分(88)に沿って前記回転軸線(24)に対して第2外側角度平均値( $\theta_2$ )で角度付けされている

前記最終段翼形部分(88)

を備えるタービン(16)、

および、

軸線方向-径方向のディフューザ(18)であって、

前記ガスタービン(10)の前記回転軸線(24)の周りに配置された第3内側環状壁(58)と、

前記第3内側環状壁(58)の周りに配置された第3外側環状壁とを備え、

第1ディフューザ部分(92)は、前記最終段翼形部分(88)の下流直後に配置されており、前記第3内側環状壁(58)は、前記回転軸線(24)に対して第3内側角度平均値( $\theta_3$ )で角度付けされており、前記第3外側環状壁は、前記第1ディフューザ部分(92)に沿って前記回転軸線(24)に対して第3外側角度平均値( $\theta_3$ )で角度付けされている

前記第1ディフューザ部分(92)

を備える軸線方向-径方向のディフューザ(18)

を備え、

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )よりも大きく、前記第1内側角度平均値( $\theta_1$ )は、前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )よりも大きく、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は、前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )よりも大きい、

ガスタービン(10)。

[実施態様2]

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )よりも約2度から約5度大きく、前記第1内側角度平均値( $\theta_1$ )は前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )よりも約3度から約6度大きく、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )よりも約7度から約10度大きい、実施態様1に記載のガスタービン(10)。

[実施態様3]

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )よりも約4度大きく、前記第1内側角度平均値( $\theta_1$ )は前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )よりも約5度大きく、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )よりも約9度大きい、実施態様1に記載のガスタービン(10)。

[実施態様4]

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は約19度から約20度の間であり、前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )は約6度から約8度の間であり、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は約15度から約16度の間であり、前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )は約2度よりも小さい、実施態様1に記載のガスタービン(10)。

[実施態様5]

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は約19度であり、前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )は約7度であり、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は約16度であり、前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )は約0度である、実施態様1に記載のガスタービン(10)。

[実施態様6]

実施態様1に記載のガスタービン(10)であって、前記タービン(16)は、最終段ノズル部分(84)であって、

複数のノズル(96)と、

10

20

30

40

50



前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第4内側環状壁と

前記第4内側環状壁の周りに配置された第4外側環状壁(70)とを備え、

前記最終段ノズル部分(84)は、前記最終段翼形部分(88)の上流に配置されており、前記第4内側環状壁は、前記回転軸線(24)に対して第4内側角度平均値で角度付けされており、前記第4外側環状壁(70)は、前記最終段ノズル部分(84)に沿って前記回転軸線(24)に対して第4外側角度平均値(4)で角度付けされている、

最終段ノズル部分(84)、および、  
ブレード間隙間部分(86)であって、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第5内側環状壁(62)と、

前記第5内側環状壁(62)の周りに配置された第5外側環状壁(74)とを備え、

前記ブレード間隙間部分(86)は、前記最終段ノズル部分(84)の下流直前で前記最終段翼形部分(88)の上流直前に配置され、前記第5内側環状壁(62)は、前記回転軸線(24)に対して第5内側角度平均値(5)で角度付けされており、前記第5外側環状壁(74)は、前記ブレード間隙間部分(86)に沿って前記回転軸線(24)に対して第5外側角度平均値(5)で角度付けされている、

ブレード間隙間部分(86)

を備え、

前記軸線方向-径方向のディフューザ(18)は、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第6内側環状壁(64)と、

前記第6内側環状壁(64)の周りに配置された第6外側環状壁(76)とを備える第2ディフューザ部分(94)

を備え、

前記第2ディフューザ部分(94)は、第1ディフューザ部分(92)の下流直後に配置されており、前記第6内側環状壁(64)は、前記回転軸線(24)に対して第6内側角度平均値(6)で角度付けされており、前記第6外側環状壁(76)は、前記第2ディフューザ部分(94)に沿って前記回転軸線(24)に対して第6外側角度平均値(6)で角度付けされている、

ガスタービン(10)。

[実施態様7]

前記第4外側角度平均値(4)は約15度から約17度の間であり、前記第5外側角度平均値(5)は約14度から約16度の間であり、前記第6外側角度平均値(6)は約7度から約9度の間であり、前記第4内側角度平均値は約4度から約6度の間であり、前記第5内側角度平均値(5)は約4度から約5度の間であり、前記第1内側角度平均値(1)は約4度から約5度の間であり、前記第6内側角度平均値(6)は約2度よりも小さい、実施態様6に記載のガスタービン(10)。

[実施態様8]

前記第4外側角度平均値(4)は約16度であり、前記第5外側角度平均値(5)は約15度であり、前記第6外側角度平均値(6)は約8度であり、前記第4内側角度平均値は約5度であり、前記第5内側角度平均値(5)は約5度であり、前記第1内側角度平均値(1)は約5度であり、前記第6内側角度平均値(6)は約0度である、実施態様6に記載のガスタービン(10)。

[実施態様9]

最終段ノズル部分(84)であって、

タービン(16)であって、

複数のノズル(96)と、

10

20

30

40

50

ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第1内側環状壁(54)と、

前記第1内側環状壁(54)の周りに配置された第1外側環状壁(66)とを備え、

前記第1内側環状壁(54)は、前記回転軸線(24)に対して第1内側角度平均値( $\theta_1$ )で角度付けされており、前記第1外側環状壁(66)は、最終段翼形部分(88)に沿って前記回転軸線(24)に対して第1外側角度平均値( $\theta_1$ )で角度付けされている

最終段ノズル部分(84)、

ブレード間隙間部分(86)であって、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第2内側環状壁(56)と、

前記第2内側環状壁(56)の周りに配置された第2外側環状壁(68)とを備え、

前記ブレード間隙間部分(86)は、前記最終段ノズル部分(84)の下流直後に配置され、前記第2内側環状壁(56)は、前記回転軸線(24)に対して第2内側角度平均値( $\theta_2$ )で角度付けされており、前記第2外側環状壁(68)は、前記ブレード間隙間部分(86)に沿って前記回転軸線(24)に対して第2外側角度平均値( $\theta_2$ )で角度付けされている

ブレード間隙間部分(86)、および、

前記最終段翼形部分(88)であって、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第3内側環状壁(58)と、

それぞれが前記第3内側環状壁(58)に連結された近位端を備え、径方向外向きに遠位端に延びる複数の翼形部(100)と、

前記第3内側環状壁(58)の周りに配置され前記複数の翼形部(100)のそれぞれの前記遠位端に連結された第3外側環状壁を備える先端シュラウド(102)と、

前記第3内側環状壁(58)および前記第3外側環状壁の周りに配置された第4外側環状壁(70)を備える固定シュラウド(52)と

を備え、

前記最終段翼形部分(88)は、前記ブレード間隙間部分(86)の下流直後に配置されており、前記第3内側環状壁(58)は、前記回転軸線(24)に対して第3内側角度平均値( $\theta_3$ )で角度付けされており、前記第3外側環状壁は、前記最終段翼形部分(88)に沿って回転軸線に対して第3外側角度平均値( $\theta_3$ )で角度付けされており、前記第4外側環状壁(70)は、前記最終段翼形部分(88)に沿って回転軸線に対して第4外側角度平均値( $\theta_4$ )で角度付けされている

前記最終段翼形部分(88)

を備えるタービン(16)、および、

軸線方向-径方向のディフューザ(18)であって、

第1ディフューザ部分(92)であって、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第5内側環状壁(62)と、

前記第5内側環状壁(62)の周りに配置された第5外側環状壁(74)と

を備え、

前記第1ディフューザ部分(92)は、前記最終段翼形部分(88)の下流直後に配置されており、前記第5内側環状壁(62)は、前記回転軸線(24)に対して第5内側角度平均値( $\theta_5$ )で角度付けされており、前記第5外側環状壁(74)は、前記第1ディフューザ部分(92)に沿って前記回転軸線(24)に対して第5外側角度平均値( $\theta_5$ )で角度付けされている

第1ディフューザ部分(92)と、

10

20

30

40

50

第2ディフューザ部分(94)であって、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第6内側環状壁(64)と、

前記第6内側環状壁(64)の周りに配置された第6外側環状壁(76)とを備え、

前記第2ディフューザ部分(94)は、前記第1ディフューザ部分(92)の下流直後に配置されており、前記第6内側環状壁(64)は、前記回転軸線(24)に対して第6内側角度平均値(6)で角度付けされており、前記第6外側環状壁(76)は、前記第2ディフューザ部分(94)に沿って回転軸線に対して第6外側角度平均値(6)で角度付けされている

10

第2ディフューザ部分(94)と

を備える軸線方向-径方向のディフューザ(18)

を備え、

前記第3外側角度平均値(3)は前記第5外側角度平均値(5)よりも大きく、前記第3内側角度平均値(3)は前記第5内側角度平均値(5)よりも大きく、前記第5外側角度平均値(5)は前記第4外側角度平均値(4)よりも大きい、ガスタービン(10)。

[実施態様10]

前記第3外側角度平均値(3)は前記第5外側角度平均値(5)よりも約2度から約5度大きく、前記第3内側角度平均値(3)は前記第5内側角度平均値(5)よりも約3度から約6度大きく、前記第5外側角度平均値(5)は前記第4外側角度平均値(4)よりも約7度から約10度大きい、実施態様9に記載のガスタービン(10)。

20

[実施態様11]

前記第3外側角度平均値(3)は前記第5外側角度平均値(5)よりも約4度大きく、前記第3内側角度平均値(3)は前記第5内側角度平均値(5)よりも約5度大きく、前記第5外側角度平均値(5)は前記第4外側角度平均値(4)よりも約9度大きい、実施態様9に記載のガスタービン(10)。

[実施態様12]

前記第3外側角度平均値(3)は約19度から約20度の間であり、前記第4外側角度平均値(4)は約6度から約8度の間であり、前記第5外側角度平均値(5)は約15度から約16度の間であり、前記第5内側角度平均値(5)は約2度よりも小さい、実施態様9に記載のガスタービン(10)。

30

[実施態様13]

前記第3外側角度平均値(3)は約19度であり、前記第4外側角度平均値(4)は約7度であり、前記第5外側角度平均値(5)は約16度であり、前記第5内側角度平均値(5)は約0度である、実施態様9に記載のガスタービン(10)。

[実施態様14]

前記第1外側角度平均値(1)は約15度から約17度の間であり、前記第2外側角度平均値(2)は約14度から約16度の間であり、前記第6外側角度平均値(6)は約7度から約9度の間であり、前記第1内側角度平均値(1)は約4度から約5度の間であり、前記第2内側角度平均値(2)は約4度から約5度の間であり、前記第3内側角度平均値(3)は約4度から約5度の間であり、前記第6内側角度平均値(6)は約2度よりも小さい、実施態様9に記載のガスタービン(10)。

40

[実施態様15]

前記第1外側角度平均値(1)は約16度であり、前記第2外側角度平均値(2)は約15度であり、前記第6外側角度平均値(6)は約8度であり、前記第1内側角度平均値(1)は約5度であり、前記第2内側角度平均値(2)は約5度であり、前記第3内側角度平均値(3)は約5度であり、前記第6内側角度平均値(6)は約0度である、実施態様9に記載のガスタービン(10)。

[実施態様16]

50

ターボ機械(10)であって、  
 圧縮機(12)と、  
 燃焼器(14)と、  
 タービン(16)であって、

ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第1内側環状壁(54)と、

それぞれが前記第1内側環状壁(54)に連結された近位端を備え、径方向外向きに遠位端に延びる複数の翼形部(100)と、

前記第1内側環状壁(54)の周りに配置され前記複数の翼形部(100)のそれぞれの前記遠位端に連結された第1外側環状壁(66)を備える先端シュラウド(102)と、

前記第1内側環状壁(54)および前記第1外側環状壁(66)の周りに配置された第2外側環状壁(68)を備える固定シュラウド(52)と

を備え、

前記第1内側環状壁(54)は、前記回転軸線(24)に対して第1内側角度平均値( $\theta_1$ )で角度付けされており、前記第1外側環状壁(66)は、最終段翼形部分(88)に沿って前記回転軸線(24)に対して第1外側角度平均値( $\theta_1$ )で角度付けされており、前記第2外側環状壁(68)は、前記最終段翼形部分(88)に沿って前記回転軸線(24)に対して第2外側角度平均値( $\theta_2$ )で角度付けされている

前記最終段翼形部分(88)

を備えるタービン(16)、および、

軸線方向-径方向のディフューザ(18)であって、

第1ディフューザ部分(92)を備え、前記第1ディフューザ部分(92)は、

前記ガスタービン(10)の前記回転軸線(24)の周りに配置された第3内側環状壁(58)と、

前記第3内側環状壁(58)の周りに配置された第3外側環状壁と

を備え、

前記第1ディフューザ部分(92)は、前記最終段翼形部分(88)の下流直後に配置されており、前記第3内側環状壁(58)は、前記回転軸線(24)に対して第3内側角度平均値( $\theta_3$ )で角度付けされており、前記第3外側環状壁は、前記第1ディフューザ部分(92)に沿って前記回転軸線(24)に対して第3外側角度平均値( $\theta_3$ )で角度付けされている前記第1ディフューザ部分(92)を備える

軸線方向-径方向のディフューザ(18)

を備え、

前記第1外側角度平均値( $\theta_1$ )は、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )よりも大きく、前記第1内側角度平均値( $\theta_1$ )は、前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )よりも大きく、前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は、前記第2外側角度平均値( $\theta_2$ )よりも大きい、ターボ機械(10)。

[実施態様17]

前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は第5外側角度平均値( $\theta_5$ )よりも約2度から約5度大きく、前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )は第5内側角度平均値( $\theta_5$ )よりも約3度から約6度大きく、前記第5外側角度平均値( $\theta_5$ )は第4外側角度平均値( $\theta_4$ )よりも約7度から約10度大きい、実施態様16に記載のターボ機械(10)。

[実施態様18]

前記第3外側角度平均値( $\theta_3$ )は第5外側角度平均値( $\theta_5$ )よりも約4度大きく、前記第3内側角度平均値( $\theta_3$ )は第5内側角度平均値( $\theta_5$ )よりも約5度大きく、前記第5外側角度平均値( $\theta_5$ )は第4外側角度平均値( $\theta_4$ )よりも約9度大きい、実施態様16に記載のターボ機械(10)。

[実施態様19]

実施態様16に記載のターボ機械(10)であって、前記タービン(16)は、

10

20

30

40

50

最終段ノズル部分(84)であって、

複数のノズル(96)と、

ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第4内側環状壁と、

前記第4内側環状壁の周りに配置された第4外側環状壁(70)と

を備え、

前記最終段ノズル部分(84)は、前記最終段翼形部分(88)の上流に配置されており、前記第4内側環状壁は、前記回転軸線(24)に対して第4内側角度平均値で角度付けされており、前記第4外側環状壁(70)は、前記最終段ノズル部分(84)に沿って前記回転軸線(24)に対して第4外側角度平均値(4)で角度付けされている

最終段ノズル部分(84)、および、

ブレード間隙間部分(86)であって、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第5内側環状壁(62)と、

前記第5内側環状壁(62)の周りに配置された第5外側環状壁(74)と

を備え、

前記ブレード間隙間部分(86)は、前記最終段ノズル部分(84)の下流直前で前記最終段翼形部分(88)の上流直前に配置され、前記第5内側環状壁(62)は、前記回転軸線(24)に対して第5内側角度平均値(5)で角度付けされており、前記第5外側環状壁(74)は、前記ブレード間隙間部分(86)に沿って前記回転軸線(24)に対して第5外側角度平均値(5)で角度付けされている

ブレード間隙間部分(86)

を備え、

前記軸線方向-径方向のディフューザ(18)は、

前記ガスタービン(10)の回転軸線(24)の周りに配置された第6内側環状壁(64)と、

前記第6内側環状壁(64)の周りに配置された第6外側環状壁(76)と

を備える第2ディフューザ部分(94)

を備え、

前記第2ディフューザ部分(94)は、前記第1ディフューザ部分(92)の下流直後に配置されており、前記第6内側環状壁(64)は、前記回転軸線(24)に対して第6内側角度平均値(6)で角度付けされており、前記第6外側環状壁(76)は、前記第2ディフューザ部分(94)に沿って前記回転軸線(24)に対して第6外側角度平均値(6)で角度付けされている、ターボ機械(10)。

[実施態様20]

前記第1外側角度平均値(1)は約15度から約17度の間であり、前記第2外側角度平均値(2)は約14度から約16度の間であり、前記第3外側角度平均値(3)は約19度から約20度の間であり、前記第4外側角度平均値(4)は約6度から約7度の間であり、前記第5外側角度平均値(5)は約15度から約16度の間であり、前記第6外側角度平均値(6)は約7度から約9度の間であり、前記第1内側角度平均値(1)は約3度から約5度の間であり、第2内側角度平均値(2)は約4度から約6度の間であり、前記第3内側角度平均値(3)は約4度から約5度の間であり、前記第5内側角度平均値(5)は約2度よりも小さく、前記第6内側角度平均値(6)は約2度よりも小さい、実施態様19に記載のターボ機械(10)。

【符号の説明】

【0046】

10 ターボ機械

12 圧縮機

14 燃焼器

16 タービン

18 ディフューザ

10

20

30

40

50

2 0	段	
2 2	最終段	
2 4	回転軸線	
2 6	最終段ノズル	
2 8	最終段翼形部	
3 0	軸線方向	
3 2	径方向	
3 4	周方向	
3 6	径方向平面	
5 0	一体化システム	10
5 2	固定シュラウド	
5 4	第1内側環状壁	
5 6	第2内側環状壁	
5 8	第3内側環状壁	
6 2	第5内側環状壁	
6 4	第6内側環状壁	
6 6	第1外側環状壁	
6 8	第2外側環状壁	
7 0	第4外側環状壁	
7 4	第5外側環状壁	20
7 6	第6外側環状壁	
7 8	環状流路	
8 0	上流端部	
8 2	下流端部	
8 4	最終段ノズル部分	
8 6	ブレード間隙間部分	
8 8	最終段翼形部分	
9 2	第1ディフューザ部分	
9 4	第2ディフューザ部分	
9 6	ノズル	30
9 8	ハブ	
1 0 0	翼形部	
1 0 2	翼形部先端	
1 0 4	ディフューザストラット	
1 0 6	プロセス	
1 0 8	ブロック	
1 1 2	ブロック	
1 1 4	$C_p$ プロット	
1 1 6	水平軸	
1 1 8	垂直軸	40
1 2 4	目標曲線	
1 2 6	渦プロファイルのプロット	
1 2 8	水平軸	
1 3 0	垂直軸	
1 4 0	垂直軸	
1 4 2	バー	
1 4 4	バー	
1	第1内側角度平均値	
2	第2内側角度平均値	
3	第3内側角度平均値	50

- 5 第5 内側角度平均值
- 6 第6 内側角度平均值
- 1 第1 外側角度平均值
- 2 第2 外側角度平均值
- 3 第3 外側角度平均值
- 4 第4 外側角度平均值
- 5 第5 外側角度平均值
- 6 第6 外側角度平均值

【 図 1 】

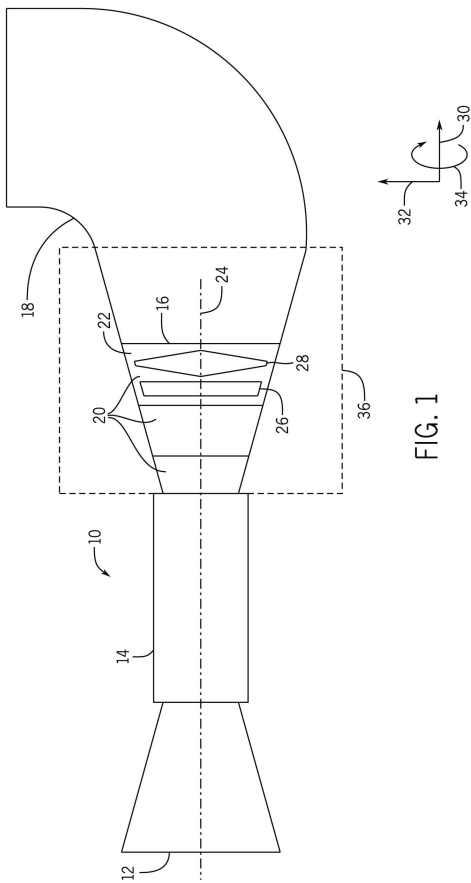


FIG. 1

【 図 2 】

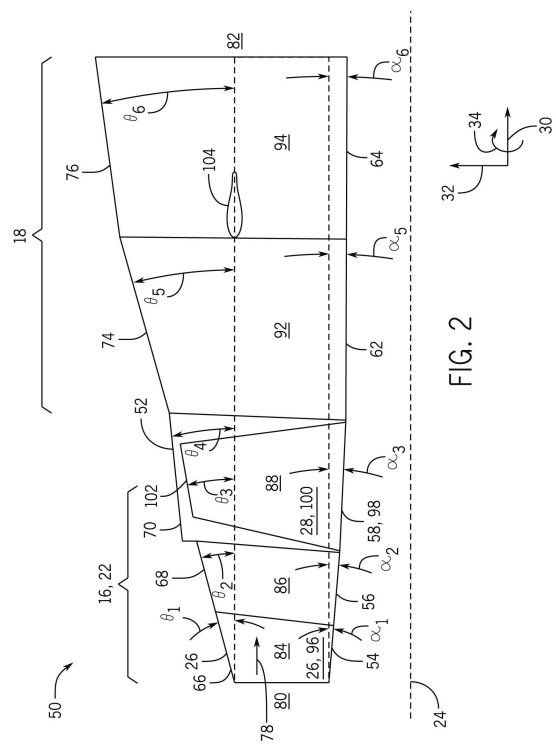


FIG. 2

【 図 3 】

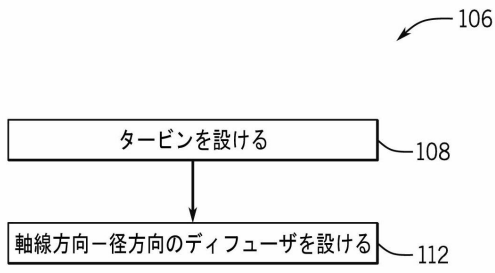


FIG. 3

【 図 4 】

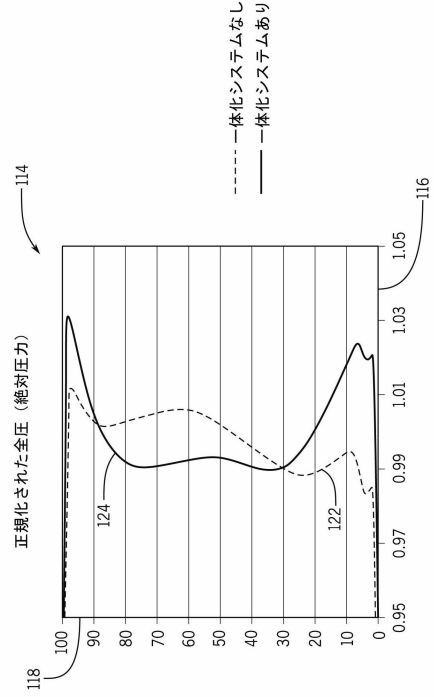


FIG. 4

【 図 5 】

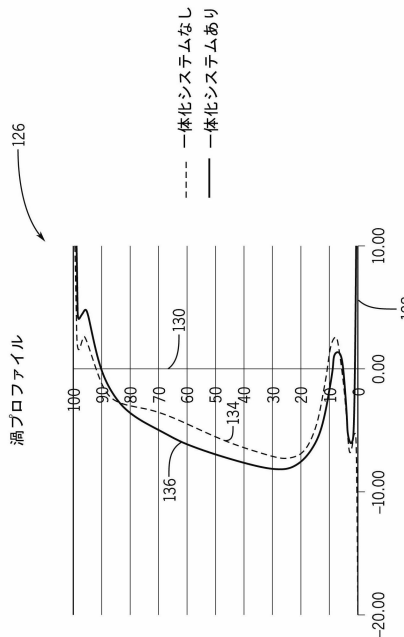


FIG. 5

【 図 6 】

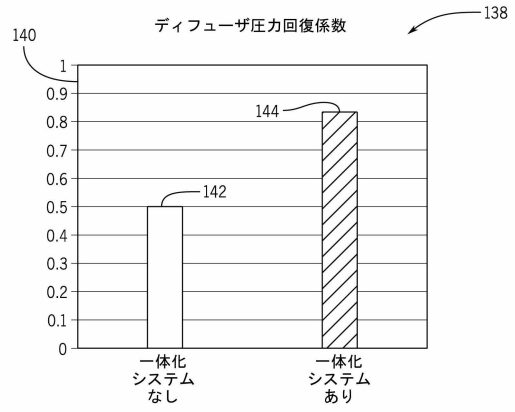


FIG. 6



## フロントページの続き

- (72)発明者 ショウミック・クマール・ボウミク  
インド、カルナータカ・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディビ  
レッジ、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター・ホワイトフィールド・ロード
- (72)発明者 ガンナー・レイフ・シデン  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、  
300番
- (72)発明者 ディーパシュ・ナランダ  
インド、カルナータカ州・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ  
ビレッジ、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター・ホワイトフィールド・ロード
- (72)発明者 ロヒト・チョウハン  
インド、カルナータカ州・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディ  
ビレッジ、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター・ホワイトフィールド・ロード

審査官 所村 陽一

(56)参考文献 特開2012-92837(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/00

F01D 25/30