

(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2018-96329

(P2018-96329A)

(43) 公開日 平成30年6月21日(2018.6.21)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>FO4D</b>	<b>29/44</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4D	29/44	S	3G202		
<b>FO1D</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO4D	29/44	W	3H130		
<b>FO2C</b>	<b>7/18</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D	9/02	102			
			FO2C	7/18	A			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-243697 (P2016-243697)  
 (22) 出願日 平成28年12月15日 (2016.12.15)

(71) 出願人 000006208  
 三菱重工工業株式会社  
 東京都港区港南二丁目16番5号  
 (74) 代理人 100134544  
 弁理士 森 隆一郎  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (74) 代理人 100126893  
 弁理士 山崎 哲男  
 (74) 代理人 100149548  
 弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転機械

(57) 【要約】

【課題】 静翼を冷却するための冷却通路を有する回転機械において、冷却通路に導入される流体の旋回成分を低減して、圧力損失を低減する。

【解決手段】 回転軸と、流体を径方向外側に圧送するインペラ30と、インペラ30から排出される流体を径方向外側に流通させる排出流路36と、排出流路36を流通した流体が流通する冷却通路が形成された静翼5と、排出流路36に設けられて、周方向に間隔をあけて複数配置されたディフューザ翼50を有するディフューザ41と、を備え、ディフューザ翼50は、径方向内側から外側に向かうにしたがって、インペラの回転方向に延びる第一ディフューザ翼51と、第一ディフューザ翼51の径方向外側に設けられて、内周端部が第一ディフューザ翼51の外周端部に沿い、外周端部が径方向に対して周方向に±10°となるように傾斜している第二ディフューザ翼52と、を有する回転機械を提供する。

【選択図】 図4

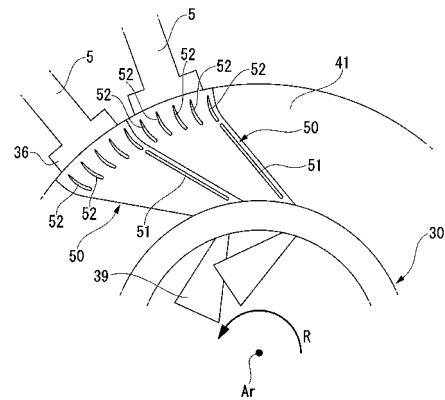


図4

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

軸線回りに回転する回転軸と、

前記回転軸に固定されて、前記回転軸の回転に伴って回転することで前記軸線方向から流入する流体を径方向外側に圧送するインペラと、

前記インペラから排出される流体を径方向外側に流通させる排出流路と、

前記排出流路の径方向外側で、径方向に延びるとともに周方向に間隔をあけて複数配置され、前記排出流路を流通した流体が流通する冷却通路が形成された静翼と、

前記排出流路に設けられて、周方向に間隔をあけて複数配置されたディフューザ翼を有するディフューザと、

を備え、

前記ディフューザ翼は、径方向内側から外側に向かうにしたがって、前記インペラの回転方向に延びる第一ディフューザ翼と、前記第一ディフューザ翼の径方向外側に設けられて、内周端部が前記第一ディフューザ翼の外周端部に沿い、外周端部が前記径方向に対して周方向に $\pm 10^\circ$ となるように傾斜している第二ディフューザ翼と、を有する回転機械。

10

## 【請求項 2】

前記第一ディフューザ翼と前記第二ディフューザ翼とが接続されている請求項 1 に記載の回転機械。

## 【請求項 3】

S を前記静翼の枚数、D 1 を前記第一ディフューザ翼の枚数、D 2 を前記第二ディフューザ翼の枚数、n を整数とすると、

前記第一ディフューザ翼の枚数 D 1、及び前記第二ディフューザ翼の枚数 D 2 は、以下の数式 ( 1 )、( 2 )、又は、( 3 )、( 4 ) を満たす請求項 1 に記載の回転機械。

$$D 2 = n \times S \cdots ( 1 )$$

$$D 1 = n \cdots ( 2 )$$

$$D 2 = S \cdots ( 3 )$$

$$D 1 = S / n \cdots ( 4 )$$

20

## 【請求項 4】

前記ディフューザは、軸線方向下流側を向く第一壁と軸線方向上流側を向く第二壁とを有し、前記ディフューザは、前記第一壁と前記第二壁との間隔が径方向外側に向かうにしたがって漸次小さくなるように形成されている請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の回転機械。

30

## 【請求項 5】

前記排出流路と前記冷却通路との間に設けられている多孔板を有する請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の回転機械。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、回転機械に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

例えば、ガスタービンを構成するタービンのような回転機械において、タービン静翼等の翼の内部に冷却用空気を流して翼を冷却する手法が知られている。このような翼は、翼の内部に冷却用空気を流すための冷却通路を備え、冷却通路に多数の孔を有するインサートなどを配置し、翼壁を冷却用空気でインピンジメント冷却している（例えば、特許文献 1 参照。）。

## 【0003】

また、翼に供給される冷却用空気を昇圧するために、翼の内側に空気昇圧装置が設けられた回転機械も知られている。空気昇圧装置は、回転機械のロータとともに回転するイン

50

ペラを有している遠心圧縮機である。

このような空気昇圧装置においては、インペラから吐出される圧縮された冷却用空気の運動エネルギーは、ディフューザによって効率良く圧力に回復されている。また、この空気昇圧装置に使用されているディフューザは、高圧力比や高効率を達成するために、ディフューザ翼が設けられた羽根付きディフューザ（ベンドディフューザ）とすることが一般的である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4087586号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記従来回転機械においては、ディフューザから吐出される冷却用空気の流れ方向に、旋回成分（周方向に沿う成分）が残っているため、冷却を要する翼の入口における圧力損失が大きくなるという課題がある。

【0006】

この発明は、静翼を冷却するための冷却通路を有する回転機械において、冷却通路に導入される流体の旋回成分を低減して、圧力損失を低減することができる回転機械を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第一の態様によれば、回転機械は、軸線回りに回転する回転軸と、前記回転軸に固定されて、前記回転軸の回転に伴って回転することで前記軸線方向から流入する流体を径方向外側に圧送するインペラと、前記インペラから排出される流体を径方向外側に流通させる排出流路と、前記排出流路の径方向外側で、径方向に延びるとともに周方向に間隔をあけて複数配置され、前記排出流路を流通した流体が流通する冷却通路が形成された静翼と、前記排出流路に設けられて、周方向に間隔をあけて複数配置されたディフューザ翼を有するディフューザと、を備え、前記ディフューザ翼は、径方向内側から外側に向かうにしたがって、前記インペラの回転方向に延びる第一ディフューザ翼と、前記第一ディフューザ翼の径方向外側に設けられて、内周端部が前記第一ディフューザ翼の外周端部に沿い、外周端部が前記径方向に対して周方向に $\pm 10^\circ$ となるように傾斜している第二ディフューザ翼と、を有する。

30

【0008】

このような構成によれば、インペラから吐出される流体の流れをより径方向に転向させることができる。これにより、静翼へ流れる流体の圧力損失を低減することができる。即ち、外周端部が径方向に沿うように形成されている第二ディフューザ翼によって、流体が径方向に沿うように流れて旋回成分が抑制されることによって、静翼の冷却通路に流入する流体の圧力損失を低減することができる。

【0009】

上記回転機械において、前記第一ディフューザ翼と前記第二ディフューザ翼とが接続されてよい。

40

【0010】

このような構成によれば、第一ディフューザ翼と第二ディフューザ翼との間の隙間による流れの乱れを抑制することができる。

【0011】

上記回転機械において、 $S$ を前記静翼の枚数、 $D1$ を前記第一ディフューザ翼の枚数、 $D2$ を前記第二ディフューザ翼の枚数、 $n$ を整数とすると、前記第一ディフューザ翼の枚数 $D1$ 、及び前記第二ディフューザ翼の枚数 $D2$ は、以下の数式(1)、(2)、又は、(3)、(4)を満たしてよい。

50

$$D 2 = n \times S \cdots (1)$$

$$D 1 = S \cdots (2)$$

$$D 2 = S \cdots (3)$$

$$D 1 = S / n \cdots (4)$$

【0012】

このような構成によれば、第一ディフューザによる摩擦損失を低減しながら、流体の流れを転向させることができる。

【0013】

上記回転機械において、前記ディフューザは、軸線方向下流側を向く第一壁と軸線方向上流側を向く第二壁とを有し、前記ディフューザは、前記第一壁と前記第二壁との間隔が径方向外側に向かうにしたがって漸次小さくなるように形成されてよい。

10

【0014】

このような構成によれば、ディフューザの面積拡大率を抑えて、ディフューザを流れる流体の剥離を抑制することができる。

【0015】

上記回転機械において、前記排出流路と前記冷却通路との間に設けられている多孔板を有してよい。

【0016】

このような構成によれば、軸線方向の流体の流速の分布を均一にすることができる。

【発明の効果】

20

【0017】

本発明によれば、インペラから吐出される流体の流れをより径方向に転向させることができる。これにより、静翼へ流れる流体の圧力損失を低減することができる。即ち、外周端部が径方向に沿うように形成されている第二ディフューザ翼によって、流体が径方向に沿うように流れて旋回成分が抑制されることによって、静翼の冷却通路に流入する流体の圧力損失を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第一実施形態のガスタービンの模式的全体側面図である。

【図2】本発明の第一実施形態のガスタービンの燃焼器周辺の拡大断面図である。

30

【図3】本発明の第一実施形態のガスタービンの排出流路周辺の拡大断面図である。

【図4】本発明の第一実施形態のガスタービンの空気昇圧装置の軸線方向から見た概略図である。

【図5】本発明の第一実施形態のガスタービンの空気昇圧装置のディフューザ翼の詳細形状を説明する概略図である。

【図6】本発明の第二実施形態のガスタービンの空気昇圧装置のディフューザ翼の詳細形状を説明する概略図である。

【図7】本発明の第三実施形態のガスタービンの排出流路の拡大断面図である。

【図8】本発明の第四実施形態のガスタービンの排出流路周辺の拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0019】

〔第一実施形態〕

以下、本発明の第一実施形態の回転機械であるガスタービンについて図面を参照して詳細に説明する。

図1に示すように、本実施形態のガスタービン1は、外気A<sub>0</sub>を圧縮して圧縮空気Aを生成する圧縮機2と、圧縮空気A中で燃料を燃焼させて燃焼ガスGを生成する複数の燃焼器3と、燃焼ガスGにより駆動するタービン4と、を備えている。

【0020】

圧縮機2は、ガスタービン軸線A<sub>r</sub>を中心として回転する圧縮機ロータ6と、圧縮機ロータ6を回転可能に覆う圧縮機車室7と、複数の圧縮機静翼列8と、を有している。

50

なお、以下では、ガスタービン軸線 A r が延びる方向を軸線方向 D a とする。また、ガスタービン軸線 A r を中心とした周方向を単に周方向 D c とし、ガスタービン軸線 A r に対して垂直な方向を径方向 D r とする。径方向 D r で、ガスタービン軸線 A r から遠ざかる側を径方向外側とし、ガスタービン軸線 A r に近づく側を径方向内側とする。

【 0 0 2 1 】

圧縮機ロータ 6 は、ガスタービン軸線 A r に沿って軸線方向 D a に延びる圧縮機ロータ軸 9 と、圧縮機ロータ軸 9 に取り付けられている複数の圧縮機動翼列 1 0 と、を有している。複数の圧縮機動翼列 1 0 は、軸線方向 D a に並んでいる。各々の圧縮機動翼列 1 0 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の動翼で構成される。複数の圧縮機動翼列 1 0 の各下流側には、圧縮機静翼列 8 が配置されている。各々の圧縮機静翼列 8 は、いずれも、圧縮機車室 7 の内側に固定されている。各々の圧縮機静翼列 8 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の静翼で構成される。

10

【 0 0 2 2 】

タービン 4 は、ガスタービン軸線 A r を中心として回転するタービンロータ 1 1 と、タービンロータ 1 1 を回転可能に覆うタービン車室 1 2 と、複数のタービン静翼列 1 3 と、を有している。タービンロータ 1 1 は、ガスタービン軸線 A r に沿って軸線方向 D a に延びるタービンロータ軸 1 4 と、タービンロータ軸 1 4 に取り付けられている複数のタービン動翼列 1 5 と、を有している。

【 0 0 2 3 】

複数のタービン動翼列 1 5 は、軸線方向 D a に並んでいる。各々のタービン動翼列 1 5 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の動翼で構成される。複数のタービン動翼列 1 5 の各上流側には、タービン静翼列 1 3 が配置されている。各々のタービン静翼列 1 3 は、タービン車室 1 2 の内側に固定されている。各々のタービン静翼列 1 3 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数のタービン静翼 5 で構成されている。

20

【 0 0 2 4 】

ガスタービン 1 は、さらに、ガスタービン軸線 A r を中心として筒状の中間車室 1 6 を備えている。中間車室 1 6 は、軸線方向 D a で、圧縮機車室 7 とタービン車室 1 2 との間に配置されている。圧縮機車室 7、中間車室 1 6、タービン車室 1 2 は、互いに接続されてガスタービン車室 2 1 を成している。圧縮機ロータ 6 とタービンロータ 1 1 とは、同一ガスタービン軸線 A r 上に位置し、互いに接続されてガスタービンロータ 2 0 (回転軸) を成している。ガスタービンロータ 2 0 には、例えば、発電機 G E N のロータが接続されている。

30

【 0 0 2 5 】

燃焼器 3 は、圧縮機 2 で圧縮された圧縮空気 A に対して燃料を供給することで、高温・高圧の燃焼ガス G を生成するものである。

複数の燃焼器 3 は、周方向 D c に互いの間隔をあけて、中間車室 1 6 に固定されている。燃焼器 3 は、圧縮空気 A と燃料を混合して燃焼させる燃焼筒 1 7 と、燃焼筒 1 7 から燃焼ガス G をタービン 4 に導く尾筒 1 8 とを有している。燃焼筒 1 7 は、圧縮機 2 に対して圧縮機ディフューザ 1 9 を介して接続されている。圧縮機ディフューザ 1 9 は、圧縮機 2 からの圧縮空気 A を燃焼筒 1 7 に導く空気通路をなす筒体である。

40

図 2 に示すように、各々の燃焼器 3 の燃焼筒 1 7 は、筒型に形成され、その内部の中心にパイロット燃焼バーナ 3 1 が配置されている。燃焼筒 1 7 は、その内周面に沿ってパイロット燃焼バーナ 3 1 を取り囲むように複数のメイン燃焼バーナ 3 2 が配置されている。

【 0 0 2 6 】

ガスタービン 1 は、圧縮機 2 に取り込まれた外気 A o が、複数の圧縮機静翼列 8 と圧縮機動翼列 1 0 とを通過して圧縮されることで高温・高圧の圧縮空気 A となる。この圧縮空気 A に対し、燃焼器 3 において燃料が混合されて燃焼されることで高温・高圧の燃焼ガス G が生成される。そして、燃焼ガス G がタービン 4 のタービン静翼列 1 3 とタービン動翼列 1 5 とを通過することでタービンロータ軸 1 4 が回転駆動され、ガスタービンロータ 2 0 に連結された発電機 G E N に回転動力を付与することで発電を行う。

50

## 【 0 0 2 7 】

図 2 に示すように、圧縮機ディフューザ 1 9 は、抽気部 2 3 を有している。抽気部 2 3 は、圧縮機ディフューザ 1 9 から圧縮空気 A を抽気するための孔である。抽気部 2 3 により、圧縮機ディフューザ 1 9 を介して圧縮機 2 から燃焼筒 1 7 に送られる圧縮空気 A の一部が、中間車室 1 6 内に取り出される。

## 【 0 0 2 8 】

抽気部 2 3 に関連し、ガスタービン 1 は、ガスタービンロータ 2 0 の径方向外側に、周方向 D c に沿ってリング形状をなす中間軸カバー 2 4 が装着されている。

また、ガスタービン 1 は、冷却装置 2 5 を有している。冷却装置 2 5 は、中間車室 1 6 の下流側に設けられた排気管 2 6 と、中間車室 1 6 の上流側に設けられた給気管 3 3 と、排気管 2 6 と給気管 3 3 とを連通する冷却管 2 7 と、冷却管 2 7 の途中に設けられた熱交換器 2 8 ( T C A クーラ ) と、中間軸カバー 2 4 の内部に設けられている空気昇圧装置 2 9 と、を有している。給気管 3 3 は、中間車室 1 6 を貫通して中間軸カバー 2 4 の内部に設けられている中間軸カバー流路 3 4 に連通している。中間軸カバー流路 3 4 は、軸線方向 D a に延在している環状の流路である。

10

## 【 0 0 2 9 】

抽気部 2 3 により中間車室 1 6 の内部空間に取り出された圧縮空気 A は、排気管 2 6 から中間車室 1 6 の外部の冷却管 2 7 に排気され熱交換器 2 8 にて冷媒と熱交換されて給気管を介して中間軸カバー流路 3 4 の内部に供給される。そして、冷却された圧縮空気 A である冷却用空気 C A により、タービン静翼 5 を冷却することができる。

20

## 【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、空気昇圧装置 2 9 は、遠心圧縮機であり、ガスタービンロータ 2 0 に固定されているインペラ 3 0 を有している。インペラ 3 0 は、ガスタービンロータ 2 0 の回転に伴って回転方向 R ( 図 4 参照 ) に回転することで中間軸カバー流路 3 4 を介して軸線方向 D a から流入する流体である冷却用空気 C A を径方向外側に圧送する。

## 【 0 0 3 1 】

空気昇圧装置 2 9 の圧縮段は、冷却用空気 C A を圧縮する圧縮流路 3 5 ( インペラ 3 0 ) と、圧縮された冷却用空気 C A を径方向内側から径方向外側に案内する排出流路 3 6 と、を備えている。

インペラ 3 0 は、軸線方向 D a から見て略円形の断面を有するディスク 3 8 と、ディスク 3 8 の上流側の面に設けられた複数の羽根 3 9 と、これら複数の羽根 3 9 を上流側から覆うシュラウド 4 0 と、を有している。

30

なお、各々のインペラ 3 0 は、シュラウドを有していないオープンインペラであってもよい。

## 【 0 0 3 2 】

圧縮流路 3 5 は、インペラ 3 0 のディスク 3 8 の上流側の面、シュラウド 4 0 の下流側の面、及び周方向 D c に隣り合う一対の羽根 3 9 によって囲まれた流路である。圧縮流路 3 5 は、径方向内側から径方向外側に向かうに従って、その断面積が次第に減少している。これにより、インペラ 3 0 が回転している状態で圧縮流路 3 5 中を流通する冷却用空気 C A は、徐々に圧縮されて高圧となる。

40

## 【 0 0 3 3 】

排出流路 3 6 は、径方向内側から外側に向かって延びる流路である。排出流路 3 6 における径方向内側の端部は、圧縮流路 3 5 の径方向外側の端部に連通されている。

排出流路 3 6 は、径方向内側に配置されたディフューザ 4 1 と、ディフューザ 4 1 の径方向外側に配置されたマニホールド 4 2 と、を有している。

## 【 0 0 3 4 】

ディフューザ 4 1 は、軸線方向 D a に対向する第一ディフューザプレート 4 3 a ( 第一壁 ) 及び第二ディフューザプレート 4 3 b ( 第二壁 ) によって形成されている。第一ディフューザプレート 4 3 a と第二ディフューザプレート 4 3 b の軸線方向 D a の間隔は、圧縮流路 3 5 の径方向外側の端部の軸線方向 D a の間隔と略等しい。

50

マニホールド 4 2 は、ディフューザ 4 1 に対して軸線方向 D a の幅を拡大させた部位である。マニホールド 4 2 の軸線方向 D a の幅は、後述する内側シュラウド 6 4 の軸線方向 D a の幅と略等しい。

ディフューザ 4 1 には、周方向 D c に間隔をあけて複数配置されたディフューザ翼 5 0 が設けられている。

【 0 0 3 5 】

次に、冷却空気によって冷却されるタービン静翼 5 について説明する。

タービン静翼 5 は、燃焼ガス G の圧力を下降させてその流速を増加させる。図 3 に示すように、タービン静翼 5 は、ガスタービンロータ 2 0 の径方向 D r に相当する翼高さ方向に延設される翼本体 5 4 と、翼本体 5 4 の径方向外側に設けられた外側シュラウド 5 8 と、翼本体 5 4 の径方向内側に設けられた内側シュラウド 6 4 と、を有している。

10

【 0 0 3 6 】

外側シュラウド 5 8 は、周方向 D c に複数設けられたタービン静翼 5 をその先端部において互いに連結する。外側シュラウド 5 8 は、径方向外側が開口された筐体である本体部 5 9 と、本体部 5 9 の開口を封止する蓋体 6 0 と、本体部 5 9 の内部に設けられたインピンジメントプレート 6 1 と、蓋体 6 0 に形成された排出口 6 2 と、を有している。排出口 6 2 は、外側シュラウド 5 8 の内部空間から冷却用空気 C A を排出する配管である。本体部 5 9 の底面には、翼本体 5 4 が接続されている。

【 0 0 3 7 】

インピンジメントプレート 6 1 は、本体部 5 9 をインピンジメント冷却する役割を果たすものである。インピンジメントプレート 6 1 には、複数の冷却孔 6 3 が形成されている。

20

【 0 0 3 8 】

内側シュラウド 6 4 は、周方向 D c に複数設けられたタービン静翼 5 をその基端部において互いに連結する。内側シュラウド 6 4 は、下面が開口された筐体である本体部 6 5 と、本体部 6 5 の内部に設けられたインピンジメントプレート 6 6 と、を有している。インピンジメントプレート 6 6 には、複数の冷却孔 6 7 が形成されている。

【 0 0 3 9 】

翼本体 5 4 は、翼形の外形を成し内部が空洞の外フレーム 5 5 と、外フレーム 5 5 の内部を区画するように設けられた複数の区画フレーム 5 6 と、外フレーム 5 5 の内部に挿入された複数の挿入部材 5 7 と、を備えている。

30

【 0 0 4 0 】

翼本体 5 4 の内部には、外フレーム 5 5 と区画フレーム 5 6 とによって冷却通路 4 5 が複数形成されている。区画フレーム 5 6 は、外フレーム 5 5 と一体的に構成してもよいし、別部材として構成してもよい。

【 0 0 4 1 】

挿入部材 5 7 は、冷却通路 4 5 に流入した冷却用空気 C A を翼壁である外フレーム 5 5 に向かって噴出させるための部材である。挿入部材 5 7 の径方向内側には、供給用開口 6 8 が形成されている。

挿入部材 5 7 は、区画フレーム 5 6 に面接触する第一面 6 9 と外フレーム 5 5 と区画フレーム 5 6 との間に配置される第二面 7 0 と、を有している。挿入部材 5 7 の第二面 7 0 には、複数の噴出孔 7 1 が形成されている。複数の噴出孔 7 1 は、第二面 7 0 の全面にわたって形成されている。

40

挿入部材 5 7 は、供給用開口 6 8 を径方向内側に向けた状態で、冷却通路 4 5 に対して径方向内側から挿入されている。挿入部材 5 7 は、供給用開口 6 8 の縁部が外フレーム 5 5 及び区画フレーム 5 6 に対して溶接部 W を介して固定されている。

【 0 0 4 2 】

高温環境下に曝されるタービン静翼 5 を冷却すべく、圧縮機 2 で圧縮した圧縮空気 A を冷却装置 2 5 で冷却することによって冷却用空気 C A が生成され、この冷却用空気 C A がタービン静翼 5 に供給される。

50

## 【 0 0 4 3 】

より詳細に説明すると、圧縮空気 A を冷却して生成した冷却用空気 C A は、空気昇圧装置 2 9 によって昇圧された後、タービン静翼 5 の内側シュラウド 6 4 に供給される。冷却用空気 C A は、インピンジメントプレート 6 6 に形成された冷却孔 6 7 から径方向外側に噴射される。これにより、内側シュラウド 6 4 の本体部 6 5 がインピンジメント冷却される。

## 【 0 0 4 4 】

次いで、冷却用空気 C A は、供給用開口 6 8 から挿入部材 5 7 の内部に流入する。冷却用空気 C A は、挿入部材 5 7 の内部を径方向外側へ流通しながら、第二面 7 0 の噴出孔 7 1 から外フレーム 5 5 の内面へ噴射されることにより、外フレーム 5 5 をインピンジメント冷却する。このように、外フレーム 5 5 の冷却にインピンジメント冷却方式を用いることにより、対流冷却方式を用いる場合と比較してより効率的な冷却が可能となる。

## 【 0 0 4 5 】

次いで、冷却用空気 C A は、外フレーム 5 5 の内面に沿って径方向外側へ流れて外側シュラウド 5 8 に供給される。冷却用空気 C A は、インピンジメントプレート 6 1 に形成された冷却孔 6 3 から径方向内側に噴射される。これにより、外側シュラウド 5 8 の本体部 5 9 がインピンジメント冷却される。

その後、冷却用空気 C A は、排出口 6 2 を介してタービン静翼 5 の外部へ回収される。

## 【 0 0 4 6 】

次に、本実施形態のディフューザ 4 1 に設けられているディフューザ翼 5 0 について説明する。ディフューザ翼 5 0 は、ディフューザ 4 1 を形成する第一ディフューザプレート 4 3 a と第二ディフューザプレート 4 3 b の間に、第一ディフューザプレート 4 3 a と第二ディフューザプレート 4 3 b 同士を接続するように、配置されている。ディフューザ翼 5 0 は、周方向 D c に等間隔に配置されている。

## 【 0 0 4 7 】

図 4 及び図 5 に示すように、ディフューザ翼 5 0 は、第一ディフューザ翼 5 1 と、第一ディフューザ翼 5 1 の径方向外側に配置された第二ディフューザ翼 5 2 と、を有している。

第一ディフューザ翼 5 1 は、径方向内側から外側に向かうにしたがって、インペラ 3 0 の回転方向 R に延びるように形成されている。第一ディフューザ翼 5 1 の転向角は、第二ディフューザ翼 5 2 の転向角よりも小さい。ここで、転向角とは、周方向に沿う流れを径方向に向けるための角度である。

## 【 0 0 4 8 】

第二ディフューザ翼 5 2 は、径方向内側の端部 5 2 a (内周端部) が第一ディフューザ翼 5 1 に沿うように形成され、径方向外側の端部 5 2 b (外周端部) が径方向 D r に沿うように形成されている。

具体的には、第二ディフューザ翼 5 2 の径方向外側の端部 5 2 b は、径方向 D r に対する周方向 D c の角度  $\theta$  が  $\pm 10^\circ$  となるように傾斜している。第二ディフューザ翼 5 2 は、円弧状に形成されており、第一ディフューザ翼 5 1 を経てインペラ 3 0 の回転方向 R (周方向) に沿うような冷却用空気 C A の流れ方向が、径方向 D r に転向するように形成されている。第二ディフューザ翼 5 2 は、圧力面 7 2 負圧面 7 3 とを有し、負圧面 7 3 が回転方向 R に向かって凸となるような形状に形成されている。

## 【 0 0 4 9 】

S をタービン静翼 5 の枚数、D 1 を第一ディフューザ翼 5 1 の枚数、D 2 を第二ディフューザ翼 5 2 の枚数、n を整数とすると、第一ディフューザ翼 5 1 の枚数 D 1、及び第二ディフューザ翼 5 2 の枚数 D 2 は、以下の数式 (1)、(2)、又は、(3)、(4) を満たしてよい。

$$D 2 = n \times S \cdots (1)$$

$$D 1 = S \cdots (2)$$

$$D 2 = S \cdots (3)$$

10

20

30

40

50



$$D1 = S / n \cdots (4)$$

【0050】

即ち、第二ディフューザ翼52の枚数D2は、タービン静翼5の枚数Sと同数か、その整数倍である。また、第一ディフューザ翼51の枚数D1は、第二ディフューザ翼52の枚数D2の整数分の一である。

本実施形態の第二ディフューザ翼52の枚数D2は、タービン静翼5の枚数Sの5倍である。

また、複数のディフューザ翼50によって構成される複数の第二ディフューザ翼52は、等間隔に配置されていることが好ましい。

【0051】

本実施形態のタービン4は、周方向Dcに等間隔に配置された16枚のタービン静翼5を有している。本実施形態のディフューザ41には、1枚の第一ディフューザ翼51と5枚の第二ディフューザ翼52とからなる、ディフューザ翼50が周方向Dcに等間隔に16組配置されている。

【0052】

次に、本実施形態の空気昇圧装置29の作用について説明する。

インペラ30によって圧縮された冷却用空気CAは、ディフューザ41によって減速される。その際、冷却用空気CAの流れ方向は、ディフューザ翼50によって径方向Drに転向される。これにより、冷却用空気CAの流れが効率よく減速される。

【0053】

上記実施形態によれば、空気昇圧装置29のインペラ30から吐出される冷却用空気CAの流れをより径方向Drに転向させることができる。これにより、タービン静翼5へ流れる冷却用空気CAの圧力損失を低減することができる。即ち、径方向外側の端部52bが径方向Drに沿うように形成されている第二ディフューザ翼52によって、冷却用空気CAが径方向Drに沿うように流れて旋回成分が抑制されることによって、タービン静翼5の冷却通路45に流入する冷却用空気CAの圧力損失を低減することができる。

【0054】

また、第一ディフューザ翼51の枚数D1を第二ディフューザ翼52の枚数D2の整数分の一とすることによって、第一ディフューザ翼による摩擦損失を低減しながら、冷却用空気CAの流れを転向させることができる。

また、ディフューザ翼50を第一ディフューザ翼51と第二ディフューザ翼52とに分割して製造することができる。これにより、製造コストを低くすることができる。

【0055】

なお、上記実施形態では、ディフューザ翼50として、1枚の第一ディフューザ翼51と5枚の第二ディフューザ翼52とを有するものとしたが、これに限ることはなく、それぞれの枚数は適宜変更することができる。

また、第一ディフューザ翼51と第二ディフューザ翼52の位置は、周方向に異なる位置としてもよい。

【0056】

〔第二実施形態〕

以下、本発明の第二実施形態の回転機械について図面を参照して詳細に説明する。なお、本実施形態では、上述した第一実施形態との相違点を中心に述べ、同様の部分についてはその説明を省略する。

図6に示すように、第二実施形態のディフューザ翼50は、複数の第二ディフューザ翼52のうち一つの第二ディフューザ翼52と第一ディフューザ翼51とが接続されている。

【0057】

上記実施形態によれば、ディフューザ翼50を構成する第一ディフューザ翼51と第二ディフューザ翼52との間の隙間による流れの乱れを抑制することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 8 】

## 〔 第三実施形態 〕

以下、本発明の第二実施形態の回転機械について図面を参照して詳細に説明する。なお、本実施形態では、上述した第一実施形態との相違点を中心に述べ、同様の部分についてはその説明を省略する。

## 【 0 0 5 9 】

図 7 に示すように、第三実施形態のディフューザ 4 1 は、軸線方向 D a の幅が径方向外側に向かうにしたがって漸次小さくなるように形成されている。換言すれば、ディフューザ 4 1 は、軸線方向 D a の下流側を向く第一ディフューザプレート 4 3 a と軸線方向 D a の上流側を向く第二ディフューザプレート 4 3 b の間隔が径方向外側に向かうにしたがって漸次小さくなるように形成されている。

10

## 【 0 0 6 0 】

具体的には、ディフューザ 4 1 は、第一ディフューザ翼 5 1 の径方向内側の端部 5 1 a におけるディフューザ 4 1 の幅を W 1、第一ディフューザ翼 5 1 の径方向外側の端部 5 1 b、及び第二ディフューザ翼 5 2 の径方向内側の端部 5 2 a におけるディフューザ 4 1 の幅を W 2、第二ディフューザ翼 5 2 の径方向外側の端部 5 2 b におけるディフューザ 4 1 の幅を W 3 とすると、以下の数式 ( 5 ) を満たすように形成されている。

$$W 1 > W 2 > W 3 \cdots ( 5 )$$

## 【 0 0 6 1 】

上記実施形態によれば、ディフューザ 4 1 の面積拡大率を抑えて、ディフューザ 4 1 を流れる冷却用空気 C A の剥離を抑制することができる。これにより、タービン静翼 5 に流入する冷却用空気 C A の圧力損失をより低減することができる。

20

## 【 0 0 6 2 】

## 〔 第四実施形態 〕

以下、本発明の第二実施形態の回転機械について図面を参照して詳細に説明する。なお、本実施形態では、上述した第一実施形態との相違点を中心に述べ、同様の部分についてはその説明を省略する。

図 8 に示すように、本実施形態の排出流路 3 6 ( ディフューザ 4 1 ) と冷却通路 4 5 ( タービン静翼 5 ) との間には、多孔板 7 5 が設けられている。多孔板 7 5 は、複数の貫通孔 7 6 を有する板状の部材である。

30

## 【 0 0 6 3 】

上記実施形態によれば、軸線方向 D a の冷却用空気 C A の流速の分布を均一にすることができる。

なお、上記実施形態において、内側シュラウド 6 4 のインピンジメントプレート 6 6 を多孔板としてもよい。このような構成とすることによって、圧力損失を低減することができる。

## 【 0 0 6 4 】

以上、本発明の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

40

なお、上記実施形態では、空気昇圧装置 2 9 は一段の圧縮段を備えているが、これに限ることはなく、圧縮段の段数を複数の圧縮段を有する空気昇圧装置 2 9 としてもよい。

## 【 符号の説明 〕

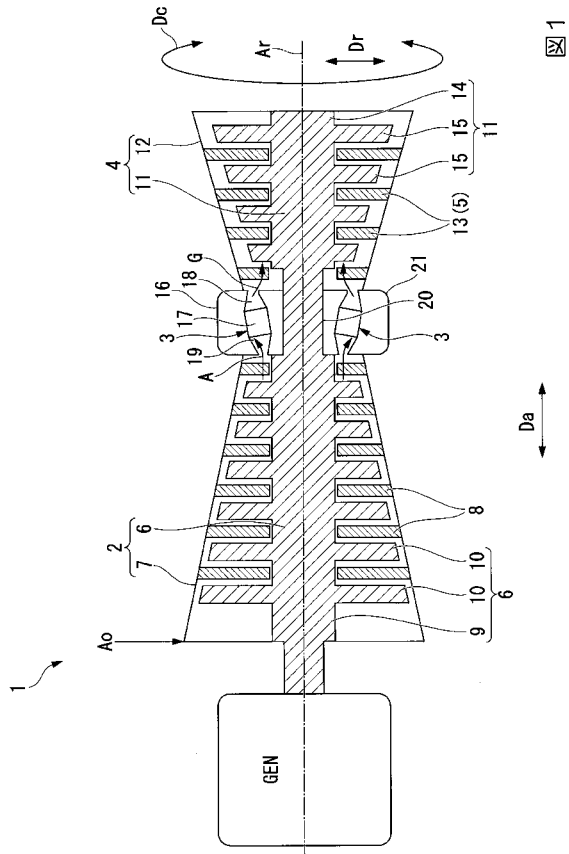
## 【 0 0 6 5 】

- 1 ガスタービン
- 2 圧縮機
- 3 燃焼器
- 4 タービン
- 5 タービン静翼
- 1 1 タービンロータ

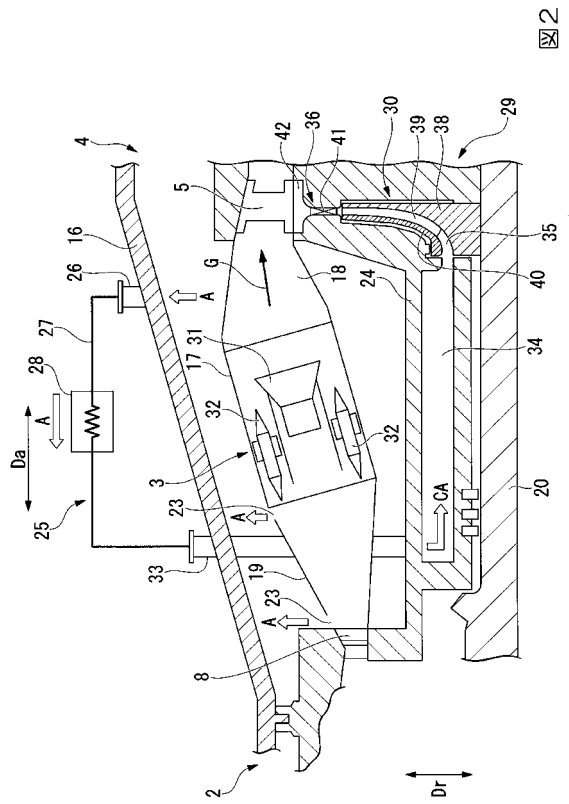
50

1 2	タービン車室	
1 3	タービン静翼列	
1 4	タービンロータ軸	
1 5	タービン動翼列	
1 6	中間車室	
2 0	ガスタービンロータ（回転軸）	
2 1	ガスタービン車室	
2 4	中間軸カバー	
2 5	冷却装置	
2 8	熱交換器	10
2 9	空気昇圧装置	
3 0	インペラ	
3 4	中間軸カバー流路	
3 5	圧縮流路	
3 6	排出流路	
3 8	ディスク	
3 9	羽根	
4 0	シュラウド	
4 1	ディフューザ	
4 2	マニホールド	20
4 3 a	第一ディフューザプレート（第一壁）	
4 3 b	第二ディフューザプレート（第二壁）	
4 5	冷却通路	
5 0	ディフューザ翼	
5 1	第一ディフューザ翼	
5 2	第二ディフューザ翼	
5 4	翼本体	
5 7	挿入部材	
5 8	外側シュラウド	
6 1	インピンジメントプレート	30
6 3	冷却孔	
6 4	内側シュラウド	
6 5	本体部	
6 6	インピンジメントプレート	
7 5	多孔板	
A	圧縮空気	
A r	ガスタービン軸線	
D a	軸線方向	
D c	周方向	
D r	径方向	40
R	回転方向	

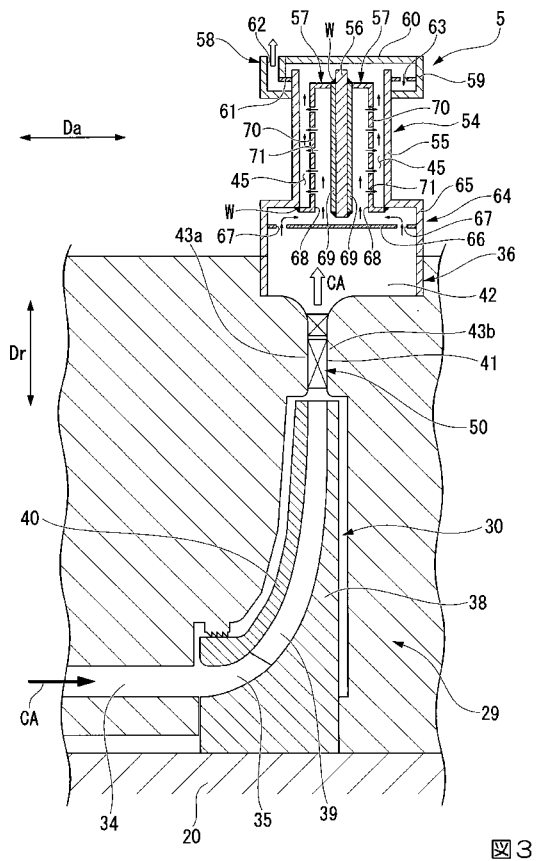
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

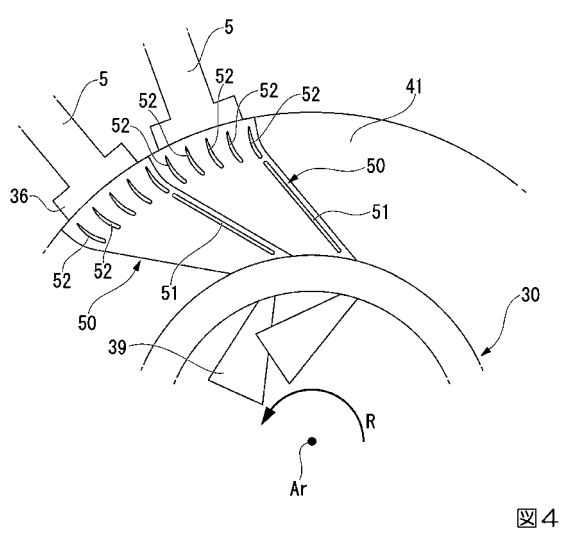


図 3

図 4

【 図 5 】

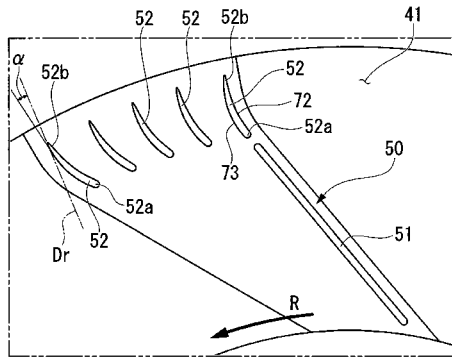


図 5

【 図 6 】

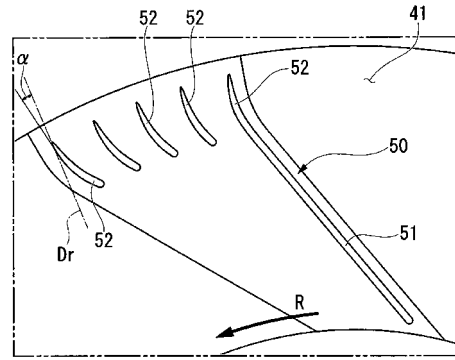


図 6

【 図 7 】

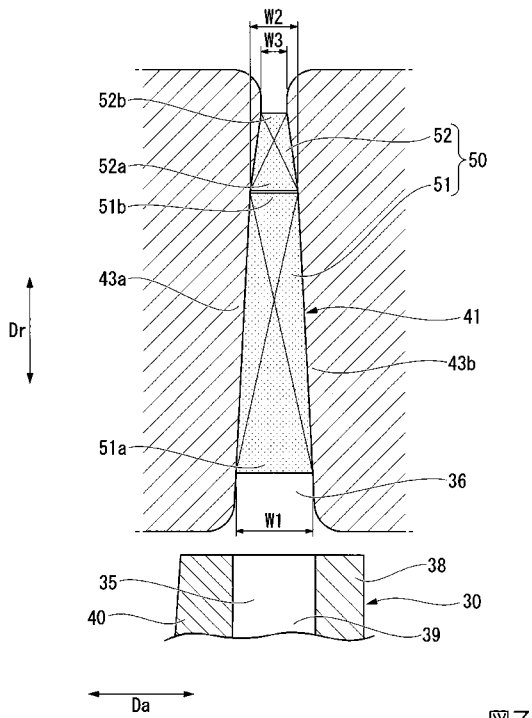


図 7

【 図 8 】

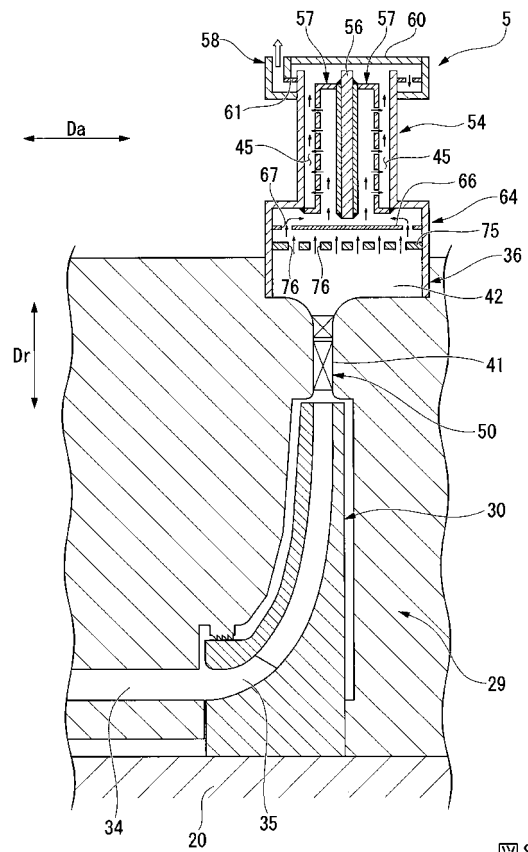


図 8

---

フロントページの続き

(72)発明者 青山 邦明

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 枅谷 穰

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

Fターム(参考) 3G202 GA08 GB01 JJ02 JJ16

3H130 AA13 AB12 AB27 AB43 AB47 AC17 BA33B BA68B BA72B CA08

DA02Z DC12Z DD09X DG03X EA06B EA07B EB05B