

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4982476号
(P4982476)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 1 D 11/04 (2006. 01)

F O 1 D 11/04

F O 4 D 29/10 (2006. 01)

F O 4 D 29/10

A

F O 1 D 1/06 (2006. 01)

F O 1 D 1/06

F O 1 D 15/08 (2006. 01)

F O 1 D 15/08

C

F 1 6 J 15/447 (2006. 01)

F 1 6 J 15/447

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-333294 (P2008-333294)
 (22) 出願日 平成20年12月26日 (2008. 12. 26)
 (65) 公開番号 特開2010-156204 (P2010-156204A)
 (43) 公開日 平成22年7月15日 (2010. 7. 15)
 審査請求日 平成22年12月14日 (2010. 12. 14)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (73) 特許権者 000233044
 株式会社日立エンジニアリング・アンド・
 サービス
 茨城県日立市幸町3丁目2番2号
 (74) 代理人 100077816
 弁理士 春日 譲
 (72) 発明者 中野 晋
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
 株式会社日立製作所
 エネルギー・環境システム研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半径流形流体機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半径流形の翼車と、
 該翼車に接続された回転軸と、
 該回転軸を支持する軸受と、
 前記翼車上の翼が配置され、作動流体が流通する主流路と、
 前記回転軸の外周側に設けられた軸封装置と、
 前記翼車の径方向外側端部が位置する部分で前記主流路と接続され、前記軸封装置に作
 動流体を導く作動流体供給流路とを備え、
 前記作動流体供給流路における前記軸封装置側の端部は、前記軸封装置の設置位置に開
 口しており、

前記軸封装置に導かれた作動流体の一部は、前記翼車の背面に沿って前記主流路と前記
 作動流体供給流路との接続部分に導かれ、前記作動流体供給流路を介して前記軸封装置に
 再度導かれることを特徴とする半径流形流体機械。

【請求項 2】

請求項 1 記載の半径流形流体機械において、
 前記回転軸の外周側において、前記軸封装置よりも前記軸受側に設けられた他の軸封装
 置と、
 該他の軸封装置に空気を導く空気供給流路と、
 前記軸封装置と前記他の軸封装置との間に設けられ、作動流体と空気を外部に排出する

10

20

排気流路とをさらに備えることを特徴とする半径流形流体機械。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の半径流形流体機械において、

前記軸封装置は、前記回転軸の外周に設けられたラビリンスシールであることを特徴とする半径流形流体機械。

【請求項 4】

請求項 3 記載の半径流形流体機械において、

前記作動流体供給流路における前記軸封装置側の端部は、前記ラビリンスシールを形成する複数の歯の間に開口していることを特徴とする半径流形流体機械。

【請求項 5】

請求項 2 記載の半径流形流体機械において、

前記主流路を流通する作動流体は蒸気であり、

前記排気流路に接続された復水器室と、

前記排気流路における前記復水器室の上流側に設けられた排気圧力調整容器と、

前記排気流路における前記排気圧力調整容器の上流側に設けられ、前記排気圧力調整容器の圧力を調整する圧力調整手段とをさらに備えることを特徴とする半径流形流体機械。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の半径流形流体機械において、

前記主流路において前記翼車の径方向外側に設けられた静翼をさらに備え、

前記作動流体供給流路は、前記静翼と前記翼車の間において前記主流路と接続されていることを特徴とする半径流形流体機械。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の半径流形流体機械において、

前記翼車は、作動流体によって回転されるタービン翼車であることを特徴とする半径流形流体機械。

【請求項 8】

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の半径流形流体機械において、

前記翼車は、作動流体を圧縮する圧縮機インペラであることを特徴とする半径流形流体機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半径流形流体機械に関する。

【背景技術】

【0002】

半径流形流体機械（例えば、半径流形タービンや、遠心型圧縮機）は、単段での圧力比が比較的大きく取れることから、産業用の小形タービンに広く用いられている。半径流形流体機械では、翼車の近傍にその回転軸を支持する軸受が設置されるため、軸受潤滑剤の翼車側への侵入を防止する軸封装置（シール）が翼車と軸受の間に設置されている。

【0003】

この種の軸封装置は、通常、ラビリンスシール等によって構成されており、翼車と軸受の間の軸方向における 2 箇所に設置される。軸受側のラビリンスシールには、軸受潤滑剤の混入を防止するための第 1 のシール流体（例えば空気）が供給されている。一方、翼車側のラビリンスシールには、軸受潤滑剤混入防止用に供給した第 1 のシール流体の翼車側への侵入を防止するための第 2 のシール流体（例えば作動流体）が供給されている。そして、これら 2 個のラビリンスシール間には上記 2 つのシール流体を排気するための排出流路が接続されており、当該排出流路は復水器等の低圧源と繋がれている（特許文献 1 等参照）。

【0004】

【特許文献 1】特開 2008-57452 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで上記技術を蒸気を作動流体とする半径流形タービンに適用した場合について考える。この場合、第2のシール流体としては、タービン上流側の膨張前の蒸気を使用される。この供給蒸気は、比較的高圧なため、軸受潤滑剤のタービン翼車側への混入は防止できる。しかし、供給蒸気の一部は、ラビリンスシールから回転軸を伝ってタービン翼車に向かって流れ、タービン翼車の背面を伝って径方向外側に向かい、タービン翼車における径方向外側の端部から再びタービン流路に流入してしまう。

【0006】

このように再度タービン流路に流入した蒸気は、タービン流路部内圧力よりも圧力が高いので、タービン翼車の径方向外側端部からタービン流路内に向かって勢い良く噴出する。このようにタービン流路内に噴出したシール蒸気は、タービン入口での流れを乱し、混合損失を発生させる。また、タービンに流入する流れと干渉するため、タービン流入角度に影響を与え、設計流入角度を大きく偏向させる。これらは結果として損失の増加を招き、タービン性能に大きな影響を及ぼす。また、このようにシール蒸気の供給圧力が高いと、排出流路への排気量も増大して蒸気損失が増加するので、タービン性能が低下する傾向がある。そして、さらに復水器の真空排気ポンプの容量が増加するので、補機容量の増加によりシステムの全体効率の低下にも繋がる。

【0007】

本発明の目的は、シール流体として作動流体を利用したときに生じる性能低下を抑制できる半径流形流体機械を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、半径流形の翼車と、該翼車に接続された回転軸と、該回転軸を支持する軸受と、前記翼車上の翼が配置され、作動流体が流通する主流路と、前記回転軸の外周側に設けられた軸封装置と、前記翼車の径方向外側端部が位置する部分で前記主流路と接続され、前記軸封装置に作動流体を導く作動流体供給流路とを備え、前記作動流体供給流路における前記軸封装置側の端部を、前記軸封装置の設置位置に開口しており、前記軸封装置に導かれた作動流体の一部は、前記翼車の背面に沿って前記主流路と前記作動流体供給流路との接続部分に導かれ、前記作動流体供給流路を介して前記軸封装置に再度導かれるものとする。

【0009】

(2) 上記(1)において、好ましくは、前記回転軸の外周側において、前記軸封装置よりも前記軸受側に設けられた他の軸封装置と、該他の軸封装置に空気を導く空気供給流路と、前記軸封装置と前記他の軸封装置との間に設けられ、作動流体と空気を外部に排出する排気流路とをさらに備えるものとする。

【0011】

(3) 上記(1)又は(2)において、好ましくは、前記軸封装置は、前記回転軸の外周に設けられたラビリンスシールであるものとする。

【0012】

(4) 上記(3)において、好ましくは、前記作動流体供給流路における前記軸封装置側の端部は、前記ラビリンスシールを形成する複数の歯の間に開口しているものとする。

【0013】

(5) 上記(2)において、好ましくは、前記主流路を流通する作動流体は蒸気であり、前記排気流路に接続された復水器室と、前記排気流路における前記復水器室の上流側に設けられた排気圧力調整容器と、前記排気流路における前記排気圧力調整容器の上流側に設けられ、前記排気圧力調整容器の圧力を調整する圧力調整手段とをさらに備えるものとする。

【0014】

(6) 上記(1)から(5)のいずれかにおいて、好ましくは、前記主流路において前記翼車の径方向外側に設けられた静翼をさらに備え、前記作動流体供給流路は、前記静翼と前記翼車の間において前記主流路と接続されているものとする。

【0015】

(7) 上記(1)から(6)のいずれかにおいて、前記翼車は、作動流体によって回転されるタービン翼車であるものとする。

【0016】

(8) 上記(1)から(6)のいずれかにおいて、前記翼車は、作動流体を圧縮する圧縮機インペラであるものとする。

【発明の効果】

10

【0017】

本発明によれば、作動流体をシール流体として利用しても、半径流形流体機械の性能低下を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【0019】

図1は本発明の第1の実施の形態である半径流形蒸気タービンの概略断面図である。

【0020】

この図に示す蒸気タービンは、タービン翼車2と、タービンノズル1と、回転軸5と、軸受6と、内側ケーシング8と、外ケーシング9と、シールブラケット10と、第1ラビリンスシール(第1軸封装置)31と、第2ラビリンスシール(第2軸封装置)32と、作動流体供給流路41と、空気供給流路42と、排気流路43を主に備えている。

20

【0021】

半径流形のタービン翼車2は、複数の動翼35を備えており、タービン翼車2の背面側から突出した回転軸5に接続されている。回転軸5は、タービン翼車2から間隔を介して設置された軸受6によって支持されている。タービンノズル(静翼)1は、内側ケーシング8に取り付けられており、タービン翼車2と共に外ケーシング9によって覆われている。内側ケーシング8と外ケーシング9の間には、タービン翼車2上の動翼35が配置されており、蒸気(作動流体)が流通する主流路(本体流路)36が形成されている。また、内側ケーシング8におけるタービン翼車2の背面側には、シールブラケット10が設置されている。

30

【0022】

シールブラケット10の内周側(すなわち回転軸5の外周側)には、第1ラビリンスシール(第1軸封装置)31と、第2ラビリンスシール(第2軸封装置)32と、排出溝13が設けられている。

【0023】

第1ラビリンスシール(第1軸封装置)31は、タービン翼車2の背面側に設けられており、第2ラビリンスシール(第2軸封装置)32は、第1ラビリンスシール31よりも軸受6側に設けられている。本実施の形態におけるシールブラケット10の内周(回転軸5側)と回転軸5の外周には凸状に突出した複数の歯11が加工されており、この歯11によって回転軸5の外周側における2箇所にラビリンスシール31、32が形成されている。

40

【0024】

シールブラケット10には、第1ラビリンスシール31に作動流体を導くシール蒸気供給孔16が回転軸5の径方向に沿って設けられている。シール蒸気供給孔16における上流側の端部は内側ケーシング8に設けられた翼車端部圧導通孔18に接続されており、シール蒸気供給孔16における下流側の端部は第1ラビリンスシール31の設置位置に開口している。本実施の形態のシール蒸気供給孔16における下流側の開口部は、第1ラビリンスシール31を形成する複数の歯11の間(歯間)に開口しており、さらに具体的には

50

第1ラビリンスシール31の中央部分に開口している。

【0025】

翼車端部圧導通孔18は、タービン翼車2における径方向の外側端部17（以下において「タービン翼車の径方向外側端部」と称することがある）における圧力をシール蒸気供給孔16に導くもので、タービン翼車2の径方向外側端部17が位置する部分において主流路36と接続されている。また、図1に示すように、翼車端部圧導通孔18と主流路36の接続部分は、タービンノズル1とタービン翼車2の径方向外側端部17の間に位置している。本実施の形態における翼車端部圧導通孔18は、シール蒸気供給孔16に対して回転軸5の径方向における外側に位置し、内側ケーシング8の内周側に環状に設けられている。

10

【0026】

そして、上記のシール蒸気供給孔16と翼車端部圧導通孔18によって、第1ラビリンスシール31にシール蒸気（作動流体）を導く作動流体供給流路41が形成されている。この作動流体供給流路41によって、シール蒸気供給孔16の第1ラビリンスシール31への開口部には、タービン翼車2の径方向外側端部17における静圧が導かれている。

【0027】

ところで、タービン稼働中におけるタービン翼車2の背面（回転軸5側）では、タービン翼車2の回転による遠心力効果で、タービン翼車の根元部19の圧力がシール蒸気供給孔16の開口部の圧力よりも低下し、回転軸5の軸方向における圧力差を生じさせる。そして、この圧力差によって、シール蒸気供給孔16を介して回転軸5の径方向から第1ラ
20
ビリンスシール31に導入されたシール蒸気の一部は、タービン翼車2の根元部19に向かって流れる。また、タービン翼車2の回転による遠心力効果は、タービン翼車の根元部19の圧力を外側端部17の静圧よりも低下させる。このため、タービン翼車2の背面には、根元部19から外側端部17に向かってタービン翼車2の背面を伝わる流れが生じる。

【0028】

すなわち、上記のようにシール蒸気供給孔16と翼車端部圧導通孔18を繋げることで、主流路36内を流れる蒸気の一部は、タービン翼車2の外側端部17から翼車端部圧導通孔18に導かれ、（1）翼車端部圧導通孔18→（2）シール蒸気供給孔16→（3）第1ラビリンスシール31→（4）タービン翼車2の根元部19→（5）タービン翼車2
30
の外側端部17→（6）翼車端部圧導通孔18の順に流れるので、蒸気の循環流が発生する。ここで、翼車2の背面を伝わってタービン翼車2の外側端部17（翼車端部圧導通孔18）に再び戻される蒸気の圧力は、翼車端部圧導通孔18との接続部分における主流路36の静圧と同じになるため、翼車端部圧導通孔18を介して主流路36に蒸気が噴出することはない。また、このようにシール蒸気を循環利用することにより、排気流路43からシール空気と一緒に排出される蒸気量が低減されるので、蒸気損失によるタービン性能の低下を防止することができる。さらに、本実施の形態におけるシール蒸気供給孔16とタービン翼車2の根元部19の間には第1ラビリンスシール31の歯11が数枚設置されているため、そのラビリンスシール効果によりシール蒸気の流量をさらに少量に抑えるこ
40
とができる。

【0029】

一方、シール蒸気供給孔16から第1ラビリンスシール31に噴出された蒸気の一部は、復水器室21（後述）との圧力差によって、タービン翼車2とは逆方向である軸受6側に流れ、排出溝13でシール空気と混合されて復水器室21に排出される。このように排出溝13に向かって流れるシール蒸気は、シール空気またはシール空気に混入した軸受6の潤滑剤（軸受潤滑剤）がタービン翼車2側に侵入するのを防ぐ。

【0030】

ところで、シールブラケット10には、軸受6における雰囲気圧以上の圧力に保持されたシール空気を第2ラビリンスシール32に導くシール空気供給孔12が設けられている。シール空気供給孔12における上流側の端部は空気源（図示せず）と接続されており、
50

シール空気供給孔 1 2 における下流側の端部は第 2 ラビリンスシール 3 2 の設置位置に開口している（本実施の形態では、第 2 ラビリンスシール 3 2 の歯間に開口しており、さらに具体的には第 2 ラビリンスシール 3 2 の中央部分に開口している）。このようにシール空気供給孔 1 2 によって、第 2 ラビリンスシール 3 2 にシール空気を導く空気供給流路 4 2 が形成されている。シール空気供給孔 1 2 から第 2 ラビリンスシール 3 2 に導入されたシール空気は、回転軸 5 に向かって噴出され、軸受潤滑剤がタービン翼車 2 側へ侵入することを防止している。なお、軸受潤滑剤の侵入を効果的に防止する観点からは、シール蒸気供給孔 1 6 及びシール空気供給孔 1 2 はシールブラケット 1 0 に対して複数設けることが好ましい。

【0031】

排出溝 1 3 は、シールブラケット 1 0 の内周側に環状に掘られた溝であり、第 1 ラビリンスシール 3 1 と第 2 ラビリンスシール 3 2 の間に位置している。排出溝 1 3 は、シールブラケット 1 0 内に設けられた溝であって、鉛直方向下側に向かって設けられた排出孔 1 4 と接続されている。排出孔 1 4 は、内側ケーシング内 8 内に設けられた排出流路 1 5 と接続され、さらに外部排気管 2 3 を介して復水器室 2 1 に接続されている。すなわち、上記の排出溝 1 3、排出孔 1 4、排出流路 1 5、及び外部排気管 2 3 によって、ラビリンスシール 3 1、3 2 に導かれた作動流体及び空気を外部に排出する排気流路 4 3 が形成されている。シール蒸気供給孔 1 6 及びシール空気供給孔 1 2 から噴出された作動流体及び空気の一部は、復水器室 2 1（通常は大気圧以下に保持されている）との圧力差で排気流路 4 3 を介して復水器室 2 1 に導かれる。これにより、シール空気及び軸受潤滑剤がタービン翼車 2 側に侵入することを防止できる。また、外部排気管 2 3 における復水器室 2 1 の上流側にはバルブ 2 4 が設置されている。タービン停止中にはバルブ 2 4 によって復水器室 2 1 との連通をカットできる。

【0032】

上記のように構成された蒸気タービンにおいて、タービン作動流体である蒸気は蒸気供給源（図示せず）からタービンノズル 1 の上流に流入される。タービンノズル 1 を通過した蒸気は、タービン翼車 2 の翼間 3 で膨張してタービン翼車 2 を回転させ、タービン下流域 4 に流出する。

【0033】

次に本実施の形態の効果について説明する。

上記で説明したように、本実施の形態に係る蒸気タービンは、タービン翼車 2 の径方向外側端部 1 7 が位置する部分で主流路 3 6 と接続され、第 1 ラビリンスシール 3 1 にシール蒸気を導く作動流体供給流路 4 1 を備えており、その作動流体供給流路 4 1 における第 1 ラビリンスシール 3 1 側の端部をラビリンスシール 3 1 の設置位置に開口させている。

【0034】

このように蒸気タービンを構成すると、タービン翼車の外側端部 1 7 から引き込んだシール蒸気をタービン翼車 2 の背面を介して循環させることができ、さらに、タービン翼車 2 の背面を伝わってタービン翼車 2 の外側端部 1 7 に戻されるシール蒸気の圧力は、作動流体供給流路 4 1 の入口部分（翼車端部圧導通孔 1 8 と主流路 3 6 との接続部分）の静圧と同じになる。これにより、外側端部 1 7 に戻されるシール蒸気（戻りシール蒸気）が主流路 3 6 に噴出することがないので、タービン作動流体と戻りシール蒸気との混合による圧力損失の発生を抑制できる。

【0035】

また、本実施の形態においてタービン翼車 2 の外側端部 1 7 から取り込まれたシール蒸気は、作動流体供給流路 4 1 を循環して流れる中で第 1 ラビリンスシール 3 1 を通過するため、そのラビリンスシール効果によりシール蒸気の循環量を低減できる。これにより、シールとして使用する蒸気の引き込み量を低減できるので、蒸気損失によるタービン効率の低下を防止できる。なお、本実施の形態における第 1 ラビリンスシール 3 1 は、シール効果を高めるためにシールブラケット 1 0 側と回転軸 5 側の両方に歯 1 1 を設置したが、回転軸 5 側又はシールブラケット 1 0 側のいずれか一方のみに歯 1 1 を設置してラビリンス

スシールを構成しても蒸気損失の低減効果が得られる。

【0036】

以上のように、本実施の形態によれば、シール蒸気が主流路36に混入して生じる損失（混合損失）を低減できるとともに、シール蒸気の引き込み量を低減できるので、シール蒸気によるタービン性能の低下を抑制することができる。

【0037】

図2は本発明の第2の実施の形態である半径流形蒸気タービンの概略断面図である。なお、先の図と同じ部分には同じ符号を付して説明は省略する（後の図も同様とする）。

【0038】

この図に示す蒸気タービンは、排気圧力調整容器22と、圧力調整バルブ（圧力調整手段）25を備えている点で第1の実施の形態の蒸気タービンと異なる。

10

【0039】

排気圧力調整容器22は、外部排気管23上における復水器室21の上流側に設置されている。圧力調整バルブ25は、外部排気管23上における排気圧力調整容器22の上流側（排気圧力調整容器22の入口側）に設置されている。圧力調整バルブ25の開度を変更すると、排気圧力調整容器22内の圧力が変更されるので、シール蒸気とシール空気の排出圧力を調整することができる。

【0040】

このように構成した本実施の形態によれば、圧力調整バルブ25によってシール蒸気及びシール空気の排気圧力を調整できるので、例えば、排気圧力調整容器22内の圧力をタービン翼車2の根元部19における静圧と同等の圧力に調節することで、排気流路43から排出されるシール蒸気量を著しく低減できる。これにより、シールのために抽気する蒸気量を第1の実施の形態よりも低減できるので、タービン性能の低下をさらに防止することができる。

20

【0041】

図3は本発明の第3の実施の形態である遠心型圧縮機の概略断面図である。

【0042】

第1及び第2の実施の形態では、蒸気を供給して半径流形の翼車を作動させる蒸気タービンの例について説明したが、本実施の形態では、圧縮機のインペラとして翼車を利用する場合について説明する。

30

【0043】

この図に示す遠心型圧縮機は、第1の実施の形態におけるタービン翼車2及びタービンノズル1に換えて、圧縮機インペラ（翼車）7及び圧縮機ディフューザ（静翼）26を備えており、作動流体である蒸気の流れが第1の実施の形態と逆になっている。このように構成した圧縮機において、圧縮機インペラ7をモータ等の駆動装置で回転させると、圧縮機入口部27から吸引された蒸気（作動流体）は、圧縮機インペラ7の翼間3を通過する間で圧縮され、ディフューザ26で減速される。圧縮機インペラ7の径方向外側端部17における圧力をシール蒸気としてラビリンスシール31に引き込む手段と、その手段によるシール蒸気の循環状態は、第1の実施の形態と同じとなる。

【0044】

このように本発明を圧縮機に適用しても、圧縮機インペラ7の径方向外側端部17でのシール蒸気の混合損失の発生を抑制することができるのと同時に、シール蒸気の引き込み量を低減できるので、シール蒸気による圧縮機性能の低下を抑制することができる。

40

【0045】

また、本実施の形態においても、第2の実施の形態のように排気圧力調整容器22及び圧力調整バルブ25を外部排気管23上に追設すれば、圧力調整バルブ25によってシール蒸気及びシール空気の排気圧力を調整できるので、タービン性能の低下をさらに防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

50

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態である半径流形蒸気タービンの概略断面図。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態である半径流形蒸気タービンの概略断面図。

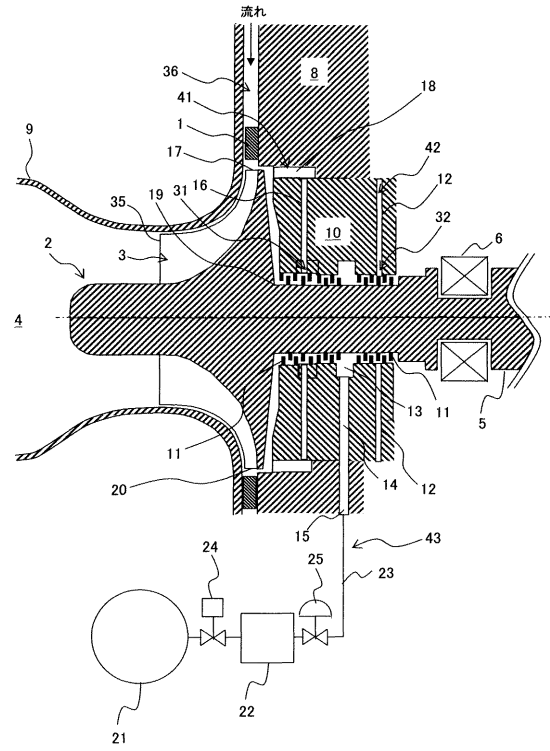
【図 3】本発明の第 3 の実施の形態である遠心型圧縮機の概略断面図。

【符号の説明】

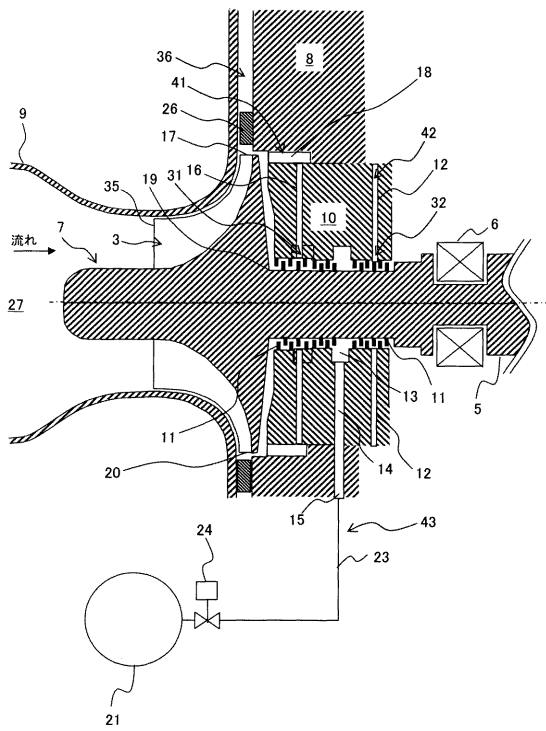
【0047】

1	タービンノズル（静翼）	
2	タービン翼車	
5	回転軸	
6	軸受	
7	圧縮機インペラ	10
8	内側ケーシング	
10	シールブラケット	
11	歯	
12	シール空気供給孔	
13	排出溝	
14	排出孔	
15	排出流路	
16	シール蒸気供給孔	
17	翼車における径方向の外側端部	
18	翼車端部圧導通孔	20
19	根元部	
21	復水器室	
26	圧縮機ディフューザ（静翼）	
31	第 1 ラビリンスシール	
32	第 2 ラビリンスシール	
35	動翼	
36	主流路	
41	作動流体供給流路	
42	空気供給流路	
43	排気流路	30

【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 野田 雅美

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
・環境システム研究所内

株式会社日立製作所 エネルギー

(72)発明者 柴田 貴範

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
・環境システム研究所内

株式会社日立製作所 エネルギー

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 実開昭56-085034 (JP, U)

特開2008-057452 (JP, A)

特開2000-346201 (JP, A)

実開昭62-137303 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/12-16

F01D 11/00-10

F02B 39/14

F04D 29/10