

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6810168号
(P6810168)

(45) 発行日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月14日(2020.12.14)

(51) Int.Cl. F I
FO4D 29/56 (2006.01) F O 4 D 29/56 C
FO4D 29/10 (2006.01) F O 4 D 29/10 A

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2018-565218 (P2018-565218)	(73) 特許権者	310010564
(86) (22) 出願日	平成29年2月6日(2017.2.6)		三菱重工コンプレッサ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/004184		東京都港区芝五丁目34番6号
(87) 国際公開番号	W02018/142606	(74) 代理人	100149548
(87) 国際公開日	平成30年8月9日(2018.8.9)		弁理士 松沼 泰史
審査請求日	令和1年6月28日(2019.6.28)	(74) 代理人	100162868
			弁理士 伊藤 英輔
		(74) 代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		(74) 代理人	100189348
			弁理士 古部 智
		(74) 代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎
		(74) 代理人	100210572
			弁理士 長谷川 太一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インレットガイドベーン及び圧縮機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

翼本体、及び前記翼本体の端部に設けられた軸部を有する可動翼と、
 前記軸部が挿入される挿入孔が形成されたフレームと、
 前記挿入孔の内部で前記軸部の中心軸方向に間隔をあけて複数設けられ、前記フレーム
 に対して前記中心軸周りに回転可能に前記軸部を支持する軸受部と、
 前記挿入孔の内部で前記中心軸方向における複数の前記軸受部の間に配置され、前記挿
 入孔と前記軸部との間をシールするシール部と、を備え、
 前記シール部は、前記中心軸方向に間隔をあけて配置された第一シール部材と第二シ
 ール部材とを備え、
 前記第一シール部材と前記第二シール部材とは、互いに異なるシール構造を有し、
 前記シール部は、
前記軸部の径方向外側で周方向に連続する環状をなし、前記フレームに対して前記翼本
 体が配置されている側に向かって開口する溝が形成された弾性リング部と、
前記溝に設けられ、前記弾性リング部の内周面を前記軸部に向かって径方向内側に付勢
 する付勢部材と、を備えるインレットガイドベーン。

【請求項2】

前記第一シール部材は、
 前記第二シール部材よりも前記翼本体に近い位置に配置され、
 前記第二シール部材よりも高いシール性を有する請求項1に記載のインレットガイドベ

ーン。

【請求項 3】

前記第一シール部材と前記第二シール部材との間に、前記挿入孔の内周面に形成されて径方向外側に窪む孔側凹部、及び前記軸部の外周面に形成されて径方向内側に窪む軸側凹部の少なくとも一方が形成されている請求項 1 又は 2 に記載のインレットガイドベーン。

【請求項 4】

前記第一シール部材と前記第二シール部材との間に設けられ、前記挿入孔の内周面と前記軸部の外周面との隙間に流体が侵入したことを検知するセンサをさらに備える請求項 1 から 3 の何れか一項に記載のインレットガイドベーン。

【請求項 5】

前記第一シール部材と前記第二シール部材との間において、前記挿入孔の内周面と前記軸部の外周面との隙間に、外部からシール用流体を供給するシール用流体供給部をさらに備える請求項 1 から 4 の何れか一項に記載のインレットガイドベーン。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 の何れか一項に記載のインレットガイドベーンを備える圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、インレットガイドベーン及び圧縮機に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、遠心圧縮機は、回転するインペラの内部に流体を流通させ、インペラが回転する際に発生する遠心力を利用してガス状態の流体を圧縮する。このような遠心圧縮機には運転範囲を広くするために入口案内翼(インレットガイドベーン)の角度を変え外部から導入する流体の流量を調整することができる可変式のインレットガイドベーン(Inlet Guide Vane: IGV)を備えたものがある。

【0003】

インレットガイドベーンは、外部から遠心圧縮機のハウジング内に流体を導入する入口流路に設けられる。インレットガイドベーンは、入口流路に固定されるベーンケース(Vane case)と、ベーンケースに支持されて開度が調整可能な複数枚の可動翼を備えている。各可動翼は、翼本体と、翼本体と一体に形成される軸部と、を有している。可動翼は、軸部が、ベーンケースに形成された軸孔に、ブッシュ等の軸受を介して回動自在に支持されている。

【0004】

ところで、可動翼の軸部が軸孔内で回動自在となるよう、軸受と軸部との間には微小なクリアランスが形成されている。この微小なクリアランスを通して、流体が外部に漏れ出してしまう。

【0005】

そこで、例えば特許文献 1 には、可動翼の軸部のクリアランスを通しての流体の漏出を抑えるため、シール部材を設ける構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2015 - 21477 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、流路内の流体が高圧で、流路外の雰囲気との差圧が大きい場合、その差圧によってシール部材におけるシール性が損なわれる場合がある。そのため、可動翼の軸部におけるシール性を高めることが望まれている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

本発明は、可動翼の軸部におけるシール性を高めることが可能なインレットガイドベーン及び圧縮機を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の第一の態様に係るインレットガイドベーンは、翼本体、及び前記翼本体の端部に設けられた軸部を有する可動翼と、前記軸部が挿入される挿入孔が形成されたフレームと、前記挿入孔の内部で前記軸部の中心軸方向に間隔をあけて複数設けられ、前記フレームに対して前記中心軸周りに回転可能に前記軸部を支持する軸受部と、前記挿入孔の内部で前記中心軸方向における複数の前記軸受部の間に配置され、前記挿入孔と前記軸部との間をシールするシール部と、を備え、前記シール部は、前記中心軸方向に間隔をあけて配置された第一シール部材と第二シール部材とを備え、前記第一シール部材と前記第二シール部材とは、互いに異なるシール構造を有し、前記シール部は、前記軸部の径方向外側で周方向に連続する環状をなし、前記フレームに対して前記翼本体が配置されている側に向かって開口する溝が形成された弾性リング部と、前記溝に設けられ、前記弾性リング部の内周面を前記軸部に向かって径方向内側に付勢する付勢部材と、を備える。

10

【 0 0 1 0 】

このような構成によれば、複数の軸受部の間に配置されたシール部によって、挿入孔の内周面と軸部の外周面との間を流路内の流体が漏れることを抑える。シール部には、軸受部と軸部の外周面との間の隙間を通り抜けた流体のみが到達する。そのため、シール部は、流体に曝されにくくなり、流体の影響を受けにくくなる。したがって、シール部の劣化を抑えて、高いシール性を継続して発揮させることができる。

20

また、第一シール部材と第二シール部材とによってシール部を二重の構成とすることで、シール性を高めることができる。

また、第一シール部材と第二シール部材とでシール構造を互いに異ならせることで、複数種のシール特性を有したシール部が構成される。その結果、高いシール性が確保される。

また、付勢部材によって弾性リング部の内周面を径方向内側に付勢することで、シール部と軸部との間のシール性を高めることができる。また、弾性リング部の溝が、流体の流路側である翼本体が配置されている側に開口しているため、流路側から流体が漏れてきたときに、この流体が溝内に入り込む。流体が溝内に入り込むことによって、弾性リング部の内周面が径方向内側に押圧され、シール部と軸部との間のシール性を高めることができる。

30

【 0 0 1 5 】

本発明の第二の態様に係るインレットガイドベーンでは、第一の態様において、前記第一シール部材は、前記第二シール部材よりも前記翼本体に近い位置に配置され、前記第二シール部材よりも高いシール性を有していてもよい。

【 0 0 1 6 】

このような構成によれば、翼本体側からの流体の漏れを、シール性の高い第一シール部材によって有効に抑えることができる。さらに、第一シール部材を通り抜けた流体のみをシールするバックアップとして第二シール部材を機能させることで、第二シール部材のシール性を抑えても、シール部全体としてのシール性を確保できる。その結果、第二シール部材のコストを抑えることができる。

40

【 0 0 1 7 】

本発明の第三の態様に係るインレットガイドベーンでは、第一又は第二の態様において、前記第一シール部材と前記第二シール部材との間に、前記挿入孔の内周面に形成されて径方向外側に窪む孔側凹部、及び前記軸部の外周面に形成されて径方向内側に窪む軸側凹部の少なくとも一方が形成されていてもよい。

【 0 0 1 8 】

このような構成によれば、第一シール部材と第二シール部材との間に、孔側凹部及び軸

50

側凹部の少なくとも一方によって、挿入孔の内周面と軸部の外周面との間の隙間の断面積が拡大された空間が形成される。そのため、仮に流路側から流体が漏れた場合であっても、この空間に流体が貯留され、流体の漏出を抑えることができる。これによって、例えば第一シール部材側から流体が流入してきて、第一シール部材におけるシール性が損なわれても、シール部としてのシール性が損なわれることが抑えられる。

【0019】

本発明の第四の態様に係るインレットガイドベーンでは、第一から第三の態様のいずれか一つにおいて、前記第一シール部材と前記第二シール部材との間に設けられ、前記挿入孔の内周面と前記軸部の外周面との隙間に流体が侵入したことを検知するセンサをさらに備えていてもよい。

10

【0020】

このような構成によれば、流路側から流体が漏れてきたことを、センサで検知することができる。

【0021】

本発明の第五の態様に係るインレットガイドベーンでは、第二から第四の態様のいずれか一つにおいて、前記第一シール部材と前記第二シール部材との間において、前記挿入孔の内周面と前記軸部の外周面との隙間に、外部からシール用流体を供給するシール用流体供給部をさらに備えていてもよい。

【0022】

このような構成によれば、第一シール部材と第二シール部材との間に外部からシール用流体が送り込まれることで、流路内の流体が第一シール部材と第二シール部材との間に流れ込むことを抑える。

20

【0024】

このような構成によれば、付勢部材によって弾性リング部の内周面を径方向内側に付勢することで、シール部と軸部との間のシール性を高めることができる。また、弾性リング部の溝が、流体の流路側である翼本体が配置されている側に開口しているため、流路側から流体が漏れてきたときに、この流体が溝内に入り込む。流体が溝内に入り込むことによって、弾性リング部の内周面が径方向内側に押圧され、シール部と軸部との間のシール性を高めることができる。

【0025】

本発明の第六の態様に係る圧縮機は、上記したようなインレットガイドベーンを備える。

30

【0026】

このような構成によれば、複数の軸受部の間に配置されたシール部によって、挿入孔の内周面と軸部の外周面との間を通して流路内の流体が漏れることを抑える。これによって、流体として、可燃性ガス等を取り扱う圧縮機においても、インレットガイドベーンを有効に適用することが可能となる。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、可動翼の軸部におけるシール性を高めることが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】この発明の実施形態における圧縮機システムの概略構成を示す図である。

【図2】この発明の実施形態におけるインレットガイドベーンを中心軸方向から見た図である。

【図3】この発明の実施形態におけるインレットガイドベーンの中心軸方向に沿った半断面図である。

【図4】この発明の第一実施形態におけるインレットガイドベーンの要部を示す断面図である。

【図5】図5の一部を示す拡大断面図である。

50

【図 6】第二実施形態におけるインレットガイドベーンの要部を示す断面図である。

【図 7】第三実施形態におけるインレットガイドベーンの要部を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

《第一実施形態》

以下、図面を参照して、本発明のインレットガイドベーン及び圧縮機を説明する。図 1 に示すように、遠心圧縮機システム 1 は、動力を発生させる駆動源 19 と、駆動軸 2 と、従動軸 3 と、圧縮部 4 と、増速機 10 と、を備える。

【0030】

駆動軸 2 は、駆動源 19 によって、その中心軸回りに回転駆動される。駆動源 19 としては、例えば、蒸気タービン、モータ等を用いることができる。

10

【0031】

従動軸 3 は、増速機 10 から伝達された動力により、その中心軸回りに回転駆動される。従動軸 3 は、駆動軸 2 を挟んで両側に配置されている。従動軸 3 は、それぞれ駆動軸 2 と平行に延びている第一従動軸 5 及び第二従動軸 6 を有する。

【0032】

増速機 10 は、駆動軸 2 の回転を増速し、第一従動軸 5 と第二従動軸 6 とに伝達させる。増速機 10 は、ケーシング 20 内に、駆動歯車 11 と、第一従動歯車 12 及び第二従動歯車 13 と、第一中間歯車 14 及び第二中間歯車 15 と、を備える。

【0033】

20

駆動歯車 11 は、ケーシング 20 を貫通してケーシング 20 内に挿入された駆動軸 2 の先端部に設けられ、駆動軸 2 と一体に回転する。ここで、駆動軸 2 は、ケーシング 20 に軸受（図示無し）を介して支持されている。

【0034】

第一従動歯車 12 は、第一従動軸 5 の中心軸方向の中間部に、第一従動軸 5 と一体に設けられている。第二従動歯車 13 は、第二従動軸 6 の中心軸方向の中間部に、第二従動軸 6 と一体に設けられている。第一従動軸 5 及び第二従動軸 6 は、ケーシング 20 に軸受（図示無し）を介して支持されている。これら第一従動歯車 12 及び第二従動歯車 13 は、駆動歯車 11 を挟んだ両側に、それぞれ間隔を空けて配置されている。

【0035】

30

第一中間歯車 14 は、駆動歯車 11 と第一従動歯車 12 との間に配置され、駆動歯車 11 と第一従動歯車 12 とに噛み合っている。第二中間歯車 15 は、駆動歯車 11 と第二従動歯車 13 との間に配置され、駆動歯車 11 と第二従動歯車 13 とに噛み合っている。これらの第一中間歯車 14 及び第二中間歯車 15 は、いわゆるアイドル歯車である。第一中間歯車 14 は、ケーシング 20 に軸受（図示無し）を介して回転自在に支持された第一中間軸 17 と一体に設けられている。第二中間歯車 15 は、ケーシング 20 に軸受（図示無し）を介して回転自在に支持された第二中間軸 18 と一体に設けられている。

【0036】

このような増速機 10 は、駆動源 19 の駆動力によって駆動軸 2 が回転すると、駆動歯車 11 が駆動軸 2 と一体に回転する。駆動歯車 11 の回転は、第一中間歯車 14 及び第二中間歯車 15 を介して第一従動歯車 12 及び第二従動歯車 13 に伝達される。これにより、第一従動歯車 12 及び第二従動歯車 13 が回転する。この第一従動歯車 12 の回転に伴って第一従動軸 5 が回転し、第二従動歯車 13 の回転に伴って第二従動軸 6 が回転する。すなわち、駆動軸 2 が駆動されることによって、第一従動軸 5 及び第二従動軸 6 が回転する。

40

【0037】

圧縮部 4 は、駆動軸 2 から増速機 10 を介して従動軸 3 に伝達された動力により駆動される。圧縮部 4 は、二つの第一段圧縮部（圧縮機）7a, 7b と、第二段圧縮部 8 と、第三段圧縮部 9 と、を備える。

【0038】

50

第一段圧縮部 7 a , 7 b は、遠心圧縮機システム 1 において、流体 G が最初に流入する圧縮部である。第一段圧縮部 7 a , 7 b は、第一従動軸 5 の中心軸方向両側の端部にそれぞれ設けられている。二つの第一段圧縮部 7 a , 7 b は、同一の構成を有している。本実施形態の第一段圧縮部 7 a , 7 b は、ガス導入部 2 3 と、インレットガイドベーン 2 4 と、インペラ 2 5 と、それぞれを備えている。

【 0 0 3 9 】

ガス導入部 2 3 は、筒状に連続をなしている。ガス導入部 2 3 は、圧縮対象となる流体 G を外部から導入する入口流路を内部に形成している。

【 0 0 4 0 】

インペラ 2 5 は、第一従動軸 5 に取り付けられ、ガス導入部 2 3 から供給された流体 G を圧縮する。

【 0 0 4 1 】

インレットガイドベーン 2 4 は、ガス導入部 2 3 に設けられている。インレットガイドベーン 2 4 は、ガス導入部 2 3 を通過する流体 G の流量を制御する。

【 0 0 4 2 】

第二段圧縮部 8 は、第二従動軸 6 において駆動源 1 9 が設けられた側とは反対側の端部に設けられている。第二段圧縮部 8 は、流体 G を圧縮するインペラ 3 7 を有している。

【 0 0 4 3 】

第三段圧縮部 9 は、第二従動軸 6 において駆動源 1 9 が設けられた側と同じ側に設けられている。第三段圧縮部 9 は、流体 G を圧縮するインペラ 3 8 を有している。

【 0 0 4 4 】

次に、圧縮部同士の接続構成について説明する。

二つの第一段圧縮部 7 a , 7 b は、第一段配管 3 0 を介して第二段圧縮部 8 と接続されている。第一段配管 3 0 は、2 つの第一段圧縮部吐出配管 3 1 a , 3 1 b と第二段圧縮部吸込配管 3 2 とから構成されている。

【 0 0 4 5 】

第一段圧縮部吐出配管 3 1 a , 3 1 b と第二段圧縮部吸込配管 3 2 との間には、第一段熱交換器 2 7 が介設されている。第一段熱交換器 2 7 は、2 つの入口ノズル 2 7 a と 1 つの出口ノズル 2 7 b を備えている。2 つの入口ノズル 2 7 a は、それぞれ第一段圧縮部吐出配管 3 1 a , 3 1 b が接続されている。出口ノズル 2 7 b は、第二段圧縮部吸込配管 3 2 が接続されている。即ち、第一段熱交換器 2 7 は、第一段圧縮部 7 a , 7 b を構成する二つの第一段圧縮部 7 a , 7 b から吐出される二系統の流体 G を冷却するとともに、二系統の流体 G を合流させ、一系統の流体 G とする機能を有している。第一段熱交換器 2 7 で、圧縮過程での流体 G を中間的に冷却することによって、遠心圧縮機システム 1 の駆動に必要なとされる動力が低減される。

【 0 0 4 6 】

第二段圧縮部 8 は、第二段配管 3 3 を介して第三段圧縮部 9 と接続されている。第二段配管 3 3 は、第二段圧縮部吐出配管 3 4 と第三段圧縮部吸込配管 3 5 とから構成されている。

【 0 0 4 7 】

第二段圧縮部吐出配管 3 4 と第三段圧縮部吸込配管 3 5 との間には、第二段圧縮部 8 から吐出される流体 G を冷却する第二段熱交換器 2 8 が設けられている。第二段熱交換器 2 8 で、圧縮過程での流体 G を中間的に冷却することによって、遠心圧縮機システム 1 の駆動に必要なとされる動力が低減される。

【 0 0 4 8 】

第三段圧縮部 9 のインペラ 3 8 には、第三段圧縮部吐出配管 3 6 が接続されている。第三段圧縮部吐出配管 3 6 は、流体 G の供給先である所定のプラント P に接続されている。

【 0 0 4 9 】

上記したような遠心圧縮機システム 1 においては、圧縮すべき流体 G は、第一段圧縮部 7 a , 7 b を構成する二つのガス導入部 2 3 , 2 3 より導入され、二つの第一段圧縮部 7

10

20

30

40

50

a, 7 bにおいて圧縮される。

【0050】

第一段圧縮部7 a, 7 bで圧縮された流体Gは、第一段圧縮部吐出配管3 1 a, 3 1 bを通り、第一段熱交換器2 7に導入されて合流する。合流した流体Gは、第一段熱交換器2 7で中間冷却された後、第二段圧縮部吸込配管3 2を通過して第二段圧縮部8に導入される。

【0051】

流体Gは、第二段圧縮部8において圧縮された後、第二段圧縮部吐出配管3 4を通して第二段熱交換器2 8に送り込まれる。第二段熱交換器2 8では、送り込まれた流体Gを中間冷却する。中間冷却された流体Gは、第三段圧縮部吸込配管3 5を通して第三段圧縮部9に導入される。

10

【0052】

流体Gは、第三段圧縮部9において圧縮された後、第三段圧縮部吐出配管3 6を通し、圧縮された流体Gの需要先である所定のプラントPに供給される。

【0053】

次に、インレットガイドベーン2 4について詳述する。

図2から図4に示すように、インレットガイドベーン2 4は、フレーム5 0と、複数の可動翼4 0と、軸受部6 0と、シール部7 0とを備えている。

【0054】

フレーム5 0は、図2に示すように、円筒状をなしているベーンケースである。フレーム5 0は、ガス導入部2 3(図1参照)を構成する筒状体に接続される。これにより、ガス導入部2 3の内側を流れる流体Gの流路1 0 0の一部を形成する。フレーム5 0は、その外周部に、翼保持部5 1を有している。翼保持部5 1には、フレーム5 0の径方向D rに貫通する挿入孔5 1 hが複数形成されている。挿入孔5 1 hは、周方向に間隔をあけて形成されている。挿入孔5 1 hは、可動翼4 0が取付可能とされている。具体的には、挿入孔5 1 hは、後述する可動翼4 0の軸部4 2が挿入可能とされている。

20

【0055】

可動翼4 0は、フレーム5 0に対して回転可能に設けられている。可動翼4 0は、周方向に間隔をあけて複数設けられている。各可動翼4 0は、翼本体4 1と、軸部4 2と、を有する。

30

【0056】

翼本体4 1は、フレーム5 0に対して径方向D r内側(第一側)に設けられている。翼本体4 1は、その翼長方向を、フレーム5 0の径方向D rと一致させて配置されている。翼本体4 1は、径方向D r内側に位置する端部4 1 bが、フレーム5 0の中央部に設けられたセンターハブ4 4に対して隙間を空けた状態で、軸部4 2の中心軸C s周りに回動可能とされている。

【0057】

軸部4 2は、翼本体4 1に対して、径方向D r外側(第二側)に位置する翼長方向の端部4 1 aに一体に設けられている。軸部4 2は、その中心軸C sの延びる中心軸C s方向に沿って延びる略円柱状をなしている。なお、本実施形態では、中心軸C s方向は、径方向D rであり、翼長方向でもある。この軸部4 2は、フレーム5 0に形成された挿入孔5 1 hに回転可能な状態で挿入されている。

40

【0058】

図3に示すように、軸部4 2は、その先端部4 2 sが、翼保持部5 1よりも径方向D r外側に向かって突出している。この軸部4 2の先端部4 2 sには、リンクプレート6 5の端部6 5 aが、中心軸C s周りに回動不能に固定されている。リンクプレート6 5の端部6 5 bには、ドライブピン6 6が連結されている。このドライブピン6 6は、フレーム5 0の径方向D r外側に設けられ、フレーム5 0の周方向に旋回可能に設けられた旋回リング6 7に、ドライブピン6 6の中心軸周りに回動自在に支持されている。この旋回リング6 7は、アクチュエータ2 6(図1参照)によりフレーム5 0の中心軸C f(図2参照)

50

周りに回動可能とされている。旋回リング67が、アクチュエータ26によって、中心軸Cf周りに旋回されると、リンクプレート65が軸部42を中心として揺動し、これによって軸部42がその中心軸Cs周りに回転する。これによって、フレーム50の内側の流路100における流体Gの流れ中において、翼本体41の角度(開度)が変わり、ガス導入部23を通過する流体Gの流量を制御する。

【0059】

図4に示すように、軸受部60は、各可動翼40を支持するために、挿入孔51hの内部に設けられている。軸受部60は、フレーム50に形成された挿入孔51hに対して、その中心軸Cs周りに回転可能に軸部42を支持している。本実施形態の軸受部60は、軸部42の中心軸Cs方向に間隔をあけて複数設けられている。軸受部60は、筒状をなしている。本実施形態では、軸受部60として、第一軸受部60Aと第二軸受部60Bとの二つが設けられている。

10

【0060】

軸部42を中心軸Cs周りに回動自在に支持する翼保持部51は、ベース部52と、複数のシール保持部材55と、中間部材56と、シール押さえ部材57と、を備える。

【0061】

ベース部52は、フレーム50の外周面50fから径方向Dr外側に突出するよう形成されている。ベース部52は、フレーム50の径方向Dr外側を向くベース部52の外周面52fに、径方向Dr内側に窪んだ外周凹部(凹部)53を有している。また、フレーム50は、ベース部52が形成された部分に、その内周面50gからフレーム50の径方向Dr外側に窪んだ内周凹部54を有している。この内周凹部54は、可動翼40の翼本体41の端部41aの一部が収容される。

20

【0062】

また、ベース部52には、フレーム50の径方向Drに沿って延びるベース部貫通孔52hが形成されている。ベース部貫通孔52hは、内周凹部54の底面54bと外周凹部53の底面53bとを貫通している。このベース部貫通孔52hは、挿入孔51hの一部を形成している。第一軸受部60Aは、このベース部貫通孔52hに対し、フレーム50の径方向Dr内側から外側に向かって嵌め込まれている。

【0063】

本実施形態のシール保持部材55は、二つ設けられている。シール保持部材55は、ベース部52の外周凹部53内に、中心軸Cs方向に沿って積層された状態で収容されている。図5に示すように、シール保持部材55は、その中心軸Cs方向の中央部分に、挿入孔51hの一部を形成する保持部材貫通孔55hを有している。また、シール保持部材55は、後述する第一シール部材71を収容する収容部58を有している。

30

【0064】

収容部58は、シール保持部材55の中心軸Cs方向の保持部材第一面55f側に形成されている。収容部58は、保持部材貫通孔55hの孔径方向Ds外側で周方向に連続する環状で、中心軸Cs方向の保持部材第二面55g側に窪んで形成されている。ここで、保持部材第一面55fは、シール保持部材55において径方向Dr外側を向く面である。また、保持部材第二面55gは、シール保持部材55において径方向Dr内側を向く面である。収容部58は、保持部材貫通孔55hの内周側に臨む内周側段部58aと、内周側段部58aよりも保持部材第二面55g側への窪み寸法が小さい外周側段部58bと、を有している。外周側段部58bは、内周側段部58aの外周側と連続するように形成されている。

40

【0065】

また、シール保持部材55は、保持部材第二面55g側に、周方向に連続して保持部材第一面55f側に窪む保持部材溝59を有している。この保持部材溝59は、中心軸Cs方向から見たときに、収容部58よりも孔径方向Ds外側に環状に形成されている。この保持部材溝59には、後述する第三シール部材79が収容される。

【0066】

50

ル部材 7 1 は、中心軸 C s 方向において二重に設けられている。

【 0 0 7 5 】

第一シール部材 7 1 は、収容部 5 8 の内周側段部 5 8 a に收容される環状のシール部本体 7 3 と、シール部本体 7 3 から孔径方向 D s 外側に延出しているリップ部 7 6 と、を有している。

【 0 0 7 6 】

シール部本体 7 3 は、軸部 4 2 の孔径方向 D s 外側で周方向に連続している。シール部本体 7 3 は、弾性リング部 7 4 と、付勢部材 7 5 と、を備えている。リップ部 7 6 は、外周側段部 5 8 b に收容されている。

【 0 0 7 7 】

弾性リング部 7 4 は、軸部 4 2 の孔径方向 D s 外側で周方向に連続する環状をなしている。弾性リング部 7 4 は、ゴム系材料等の弾性材料からなる。弾性リング部 7 4 は、フレーム 5 0 の径方向 D r 内側に向かって開口するリング溝 7 4 m を有している。

【 0 0 7 8 】

付勢部材 7 5 は、径方向 D r 内側に向かって開口する逆 U 字状に湾曲形成された板バネ材からなる。付勢部材 7 5 は、弾性リング部 7 4 のリング溝 7 4 m 内に收容されている。付勢部材 7 5 は、弾性リング部 7 4 の内周面 7 4 f を挿入孔 5 1 h の孔径方向 D s 内側に付勢している。

【 0 0 7 9 】

第二シール部材 7 2 は、中間部材 5 6 の中間凹部 5 6 1 に收容されている。第二シール部材 7 2 は、第一シール部材 7 1 よりも翼本体 4 1 に遠い位置に配置されている。つまり、二つの第一シール部材 7 1 は、挿入孔 5 1 h において、第二シール部材 7 2 よりも翼本体 4 1 に近い位置に配置されている。第二シール部材 7 2 は、シールキャップ 7 7 と、シールリング 7 8 と、を備えている。

【 0 0 8 0 】

シールキャップ 7 7 は、円環状で、挿入孔 5 1 h の孔径方向 D s 外側に向かって開口するキャップ溝 7 7 m を有している。シールリング 7 8 は、ゴム系材料からなる。シールリング 7 8 は、キャップ溝 7 7 m 内に設けられている。シールリング 7 8 は、シールキャップ 7 7 を挿入孔 5 1 h の孔径方向 D s 内側に向かって付勢している。

【 0 0 8 1 】

このようにして、第一シール部材 7 1 と、第二シール部材 7 2 とは、互いに異なるシール構造を有している。また、第二シール部材 7 2 よりも径方向 D r 内側に配置される第一シール部材 7 1 は、第二シール部材 7 2 よりも高いシール性を有している。

【 0 0 8 2 】

なお、第一シール部材 7 1 と、第二シール部材 7 2 とは、互いに異なるシール構造であることに限定されるものではなく、同じシール構造であってもよい。

【 0 0 8 3 】

シール部 7 0 は、さらに、第三シール部材 7 9 を備える。第三シール部材 7 9 は、環状のゴム系材料からなる O リングである。第三シール部材 7 9 は、保持部材溝 5 9 と、中間部材溝 5 6 3 とに、それぞれ收容されている。保持部材溝 5 9 に收容された第三シール部材 7 9 A は、シール保持部材 5 5 A とこのシール保持部材 5 5 A と対向するベース部 5 2 の外周凹部 5 3 の底面 5 3 b との間をシールしている。中間部材溝 5 6 3 に收容された第三シール部材 7 9 C は、この中間部材 5 6 とシール保持部材 5 5 B との間をシールする。

【 0 0 8 4 】

また、シール部 7 0 は、第一シール部材 7 1 と第二シール部材 7 2 との間に、シール空間 8 0 を備えている。このシール空間 8 0 は、第一シール部材 7 1 と第二シール部材 7 2 との間において、孔側凹部 5 6 2 によって、挿入孔 5 1 h と軸部 4 2 との間の隙間の断面積が拡大されることで形成されている。

【 0 0 8 5 】

上述した実施形態のインレットガイドベーン 2 4、遠心圧縮機システム 1 によれば、複

10

20

30

40

50

数の第一軸受部 60A 及び第二軸受部 60B の間に配置されたシール部 70 によって、挿入孔 51h と軸部 42 との間を流路 100 内の流体 G が漏れることを抑える。シール部 70 には、第一軸受部 60A 及び第二軸受部 60B と軸部 42 の外周面との間の隙間を通り抜けた流体のみが到達する。そのため、シール部 70 が流体に曝されにくくなり、流体に直接曝された状態で設けられている場合に比べて、流体の影響を受けにくくなる。したがって、シール部 70 の劣化を抑えて、高いシール性を継続して発揮させることができる。

【0086】

また、シール部 70 に対して軸部 42 の中心軸 Cs 方向両側には、筒状の第一軸受部 60A 及び第二軸受部 60B が設けられている。この第一軸受部 60A 及び第二軸受部 60B に代えて、例えばボールベアリング等を設けた場合に比較し、軸部 42 の外周面 42f と、第一軸受部 60A 及び第二軸受部 60B との間の隙間は小さい。したがって、第一シール部材 71 には、第一軸受部 60A と軸部 42 の外周面 42f との隙間を通った流体 G のみが到達するので、第一シール部材 71 においてシール性を有効に発揮することができる。このようにして、可動翼 40 の軸部 42 におけるシール性を高めることが可能となる。

10

【0087】

また、シール部 70 を、第一シール部材 71 と第二シール部材 72 とによって二重の構成することで、シール性を高めることができる。さらに、第一シール部材 71 が二重に設けられているので、そのシール性がさらに高まる。

20

【0088】

また、第一シール部材 71 と第二シール部材 72 とでシール構造を互いに異ならせることで、複数種のシール特性を有したシール部 70 が構成される。その結果、高いシール性が確保される。

【0089】

また、第一シール部材 71 は、第一シール部材 71 に対して翼本体 41 から離間する径方向 Dr 外側に配置される第二シール部材 72 よりも高いシール性を有している。このような構成によれば、流路 100 側からの流体 G の漏れを、第一シール部材 71 によって有効に抑えることができる。また、第二シール部材 72 は、第一シール部材 71 を通り抜けた流体 G のみをシールするバックアップとして機能させることができる。そのため、第二シール部材 72 のシール性を抑えても、シール部 70 全体としてのシール性を確保できる。その結果、第二シール部材 72 のコストを抑えることができる。

30

【0090】

また、第一シール部材 71 は、付勢部材 75 によって弾性リング部 74 の内周面 74f を孔径方向 Ds 内側に付勢することで、第一シール部材 71 と軸部 42 との間のシール性を高めることができる。

【0091】

また、弾性リング部 74 のリング溝 74m が、流体 G の流路 100 側である径方向 Dr 内側に開口しているので、流路 100 側から流体 G が漏れてきたときに、この流体 G がリング溝 74m 内に入り込む。流体 G がリング溝 74m 内に入り込むことによって、弾性リング部 74 の内周面 74f が孔径方向 Ds 内側に押圧され、第一シール部材 71 と軸部 42 との間のシール性を高めることができる。

40

【0092】

また、フレーム 50 は、中心軸 Cs 方向に沿って積層される複数のシール保持部材 55 を備えている。第一シール部材 71 は、各シール保持部材 55 の保持部材第一面 55f 側から収容部 58 に収容することができる。これにより、保持部材貫通孔 55h の孔径方向 Ds 内側から外側に向かって第一シール部材 71 を組み付ける場合に比較すると、組付作業を容易に行うことができる。

【0093】

また、第一シール部材 71 は、シール部本体 73 から孔径方向 Ds 外側に延出するリッ

50

プ部 7 6 が、この第一シール部材 7 1 が組み込まれたシール保持部材 5 5 と他の部材との間に挟み込まれるので、第一シール部材 7 1 が軸部 4 2 とともに連れ回ることを抑える。また、シール保持部材 5 5 と他の部材との隙間から流体 G が漏れることを抑える。

【 0 0 9 4 】

また、第一シール部材 7 1 の孔径方向 D s 外側に配置した第三シール部材 7 9 によって、複数が積層されるシール保持部材 5 5 と他の部材との隙間から流体 G が漏出するのをさらに確実に抑えることができる。

【 0 0 9 5 】

また、第一シール部材 7 1 と第二シール部材 7 2 との間に、孔側凹部 5 6 2 によって、シール空間 8 0 が形成されている。流路 1 0 0 側から流体 G が漏れてきたときに、この流体 G が、シール空間 8 0 に流れ込むことで、流体 G の漏出を抑えることができる。

10

【 0 0 9 6 】

《第二実施形態》

次に、図 6 を参照して第二実施形態のインレットガイドベーンについて説明する。第二実施形態においては第一実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。この第二実施形態のインレットガイドベーンは、シール部の構成について第一実施形態と相違する。

【 0 0 9 7 】

即ち、図 6 に示すように、第二実施形態のインレットガイドベーン 2 4 B は、上記第一実施形態のインレットガイドベーン 2 4 と同様に、フレーム 5 0 と、複数の可動翼 4 0 と

20

、を備えている。

【 0 0 9 8 】

フレーム 5 0 は、その外周部に、翼保持部 5 1 を有している。翼保持部 5 1 は、周方向に間隔をあけて形成された複数個所に、フレーム 5 0 の径方向 D r に沿って延びるよう形成された挿入孔 5 1 h を有している。

【 0 0 9 9 】

可動翼 4 0 は、挿入孔 5 1 h に設けられた第一軸受部 6 0 A 及び第二軸受部 6 0 B によって、軸部 4 2 が中心軸 C s 周りに回転自在に支持されている。

【 0 1 0 0 】

第一軸受部 6 0 A 及び第二軸受部 6 0 B の間には、シール部 7 0 B が設けられている。シール部 7 0 B の第一シール部材 7 1 と第二シール部材 7 2 との間には、中間部材 5 6 に形成された孔側凹部 5 6 2 によって、シール空間 8 0 B が形成されている。

30

【 0 1 0 1 】

シール部 7 0 B は、シール空間 8 0 B に流路 1 0 0 内の流体 G が侵入したことを検知するセンサ 9 0 を備えている。センサ 9 0 は、流体 G が侵入したことを、シール空間 8 0 B 内の圧力、温度、流体 G を構成する物質の検出等によって検知する。

【 0 1 0 2 】

上述したような構成によれば、上記第一実施形態と同様、可動翼 4 0 の軸部 4 2 におけるシール性を高めることができる。さらに、センサ 9 0 により、挿入孔 5 1 h と軸部 4 2 との隙間に流路 1 0 0 内から流体 G が漏れてきたことを検知することができる。これにより、センサ 9 0 で流体 G の漏出を検知した場合には、遠心圧縮機システム 1 の作動を停止させ、シール部 7 0 B のメンテナンス等を適切なタイミングで行うことが可能となる。

40

【 0 1 0 3 】

《第三実施形態》

次に、図 7 を参照して第三実施形態のインレットガイドベーンについて説明する。第三実施形態においては、第一、第二実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。この第三実施形態のインレットガイドベーンは、シール部の構成について第一、第二実施形態と相違する。

【 0 1 0 4 】

即ち、図 7 に示すように、第三実施形態のインレットガイドベーン 2 4 C は、上記第一

50

実施形態のインレットガイドベーン 24 と同様に、フレーム 50 と、複数の可動翼 40 と、を備えている。

【0105】

フレーム 50 は、その外周部に、翼保持部 51 を有している。翼保持部 51 は、周方向に間隔をあけて形成された複数個所に、フレーム 50 の径方向 Dr に沿って延びるよう形成された挿入孔 51h を有している。

【0106】

可動翼 40 は、挿入孔 51h に設けられた第一軸受部 60A 及び第二軸受部 60B によって、軸部 42 が中心軸 Cs 周りに回転自在に支持されている。

【0107】

第一軸受部 60A 及び第二軸受部 60B の間には、シール部 70C が設けられている。シール部 70C の第一シール部材 71 と第二シール部材 72 との間には、中間部材 56 に形成された孔側凹部 562 によって、シール空間 80C が形成されている。

【0108】

中間部材 56 には、その外部と孔側凹部 562 とを連通する連通孔 568 が形成されている。この連通孔 568 には、シール用流体供給部 95 が接続されている。シール用流体供給部 95 は、挿入孔 51h と軸部 42 との隙間のシール空間 80C に、外部からシール用流体 Gs を供給する。

【0109】

シール用流体供給部 95 は、シール用流体 Gs を供給することで、シール空間 80C 内を加圧する。加圧されたシール空間 80C 内の圧力は、流路 100 内の圧力よりも低く、フレーム 50 の外部の圧力（大気圧）よりも高くなるようにするのが好ましい。

【0110】

上述したような構成によれば、上記第一実施形態と同様、可動翼 40 の軸部 42 におけるシール性を高めることができる。さらに、第一シール部材 71 と第二シール部材 72 との間のシール空間 80C に、外部からシール用流体 Gs を送り込み、シール空間 80C 内を加圧する。これによって、流路 100 内の流体 G の圧力と、シール空間 80C 内の圧力との差圧が小さくなる。その結果、流路 100 内の流体 G が第一シール部材 71 と第二シール部材 72 との間に流れ込むことを抑え、シール性をさらに高めることができる。これにより、第一シール部材 71 が損傷することを抑える。

【0111】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、各実施形態における各構成及びそれらの組み合わせ等は一例であり、本発明の趣旨から逸脱しない範囲内で、構成の付加、省略、置換、及びその他の変更が可能である。また、本発明は実施形態によって限定されることはなく、特許請求の範囲によってのみ限定される。

【0112】

例えば、上記各実施形態で示したインレットガイドベーン 24、24B、24C は、遠心圧縮機システム 1 を構成するギアド圧縮機に限らず、軸流圧縮機等、ガスタービン等に適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0113】

上記したインレットガイドベーン、圧縮機によれば、インレットガイドベーンの可動翼の軸部におけるシール性を高めることができる。

【符号の説明】

【0114】

- 1 遠心圧縮機システム
- 2 駆動軸
- 3 従動軸
- 4 圧縮部
- 5 第一従動軸

10

20

30

40

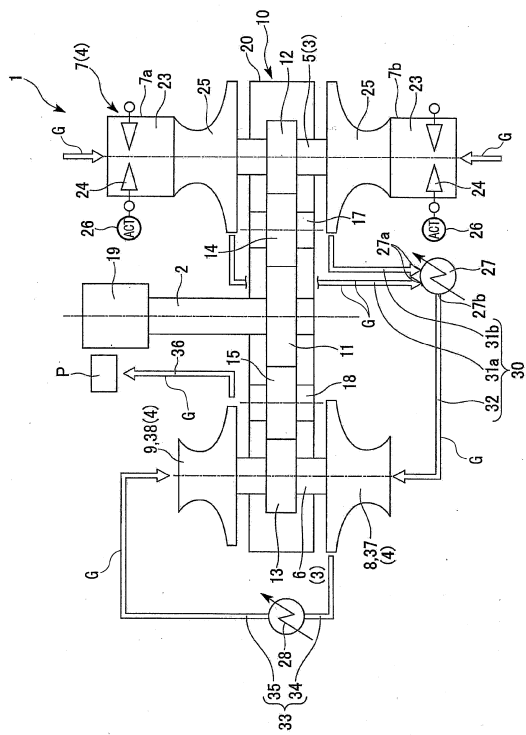
50

6	第二従動軸	
7 a、7 b	第一段圧縮部（圧縮機）	
8	第二段圧縮部	
9	第三段圧縮部	
1 0	増速機	
1 1	駆動歯車	
1 2	第一従動歯車	
1 3	第二従動歯車	
1 4	第一中間歯車	
1 5	第二中間歯車	10
1 7	第一中間軸	
1 8	第二中間軸	
1 9	駆動源	
2 0	ケーシング	
2 3	ガス導入部	
2 4、2 4 B、2 4 C	インレットガイドベーン	
2 5、3 7、3 8	インペラ	
2 6	アクチュエータ	
2 7	第一段熱交換器	
2 7 a	入口ノズル	20
2 7 b	出口ノズル	
2 8	第二段熱交換器	
3 0	第一段配管	
3 1 a、3 1 b	第一段圧縮部吐出配管	
3 2	第二段圧縮部吸込配管	
3 3	第二段配管	
3 4	第二段圧縮部吐出配管	
3 5	第三段圧縮部吸込配管	
3 6	第三段圧縮部吐出配管	
4 0	可動翼	30
4 1	翼本体	
4 1 a、4 1 b	端部	
4 2	軸部	
4 2 f	外周面	
4 2 s	先端部	
4 4	センターハブ	
5 0	フレーム	
5 0 f	外周面	
5 0 g	内周面	
5 1	翼保持部	40
5 1 f	内周面	
5 1 h	挿入孔	
5 2	ベース部	
5 2 f	外周面	
5 2 h	ベース部貫通孔	
5 3	外周凹部	
5 3 b	底面	
5 4	内周凹部	
5 4 b	底面	
5 5、5 5 A、5 5 B	シール保持部材	50

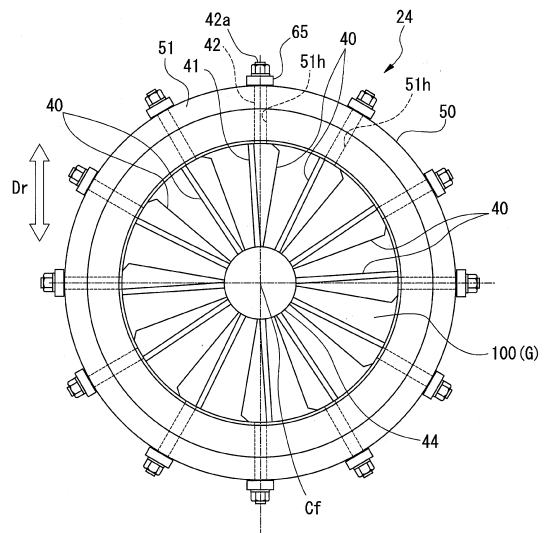
5 5 f	保持部材第一面	
5 5 g	保持部材第二面	
5 5 h	保持部材貫通孔	
5 6	中間部材	
5 6 a	中間部材第一面	
5 6 b	中間部材第二面	
5 6 d	フランジ部	
5 6 h	中間部材貫通孔	
5 6 1	中間凹部	
5 6 1 b	底面	10
5 6 2	孔側凹部	
5 6 3	中間部材溝	
5 6 8	連通孔	
5 7	シール押さえ部材	
5 7 b	第二面	
5 7 h	貫通孔	
5 7 1	挿入筒部	
5 8	収容部	
5 8 a	内周側段部	
5 8 b	外周側段部	20
5 9	保持部材溝	
6 0	軸受部	
6 0 A	第一軸受部	
6 0 B	第二軸受部	
6 1	ボルト	
6 5	リンクプレート	
6 5 a、6 5 b	端部	
6 6	ドライブピン	
6 7	旋回リング	
7 0、7 0 B、7 0 C	シール部	30
7 1	第一シール部材	
7 2	第二シール部材	
7 3	シール部本体	
7 4	弾性リング部	
7 4 f	内周面	
7 4 m	リング溝	
7 5	付勢部材	
7 6	リップ部	
7 7	シールキャップ	
7 7 m	キャップ溝	40
7 8	シールリング	
7 9、7 9 A、7 9 B、7 9 C	第三シール部材	
8 0、8 0 B、8 0 C	シール空間	
9 0	センサ	
9 5	シール用流体供給部	
1 0 0	流路	
C s	中心軸	
D r	径方向	
D s	孔径方向	
G	流体	50

G s シール用流体
P プラント

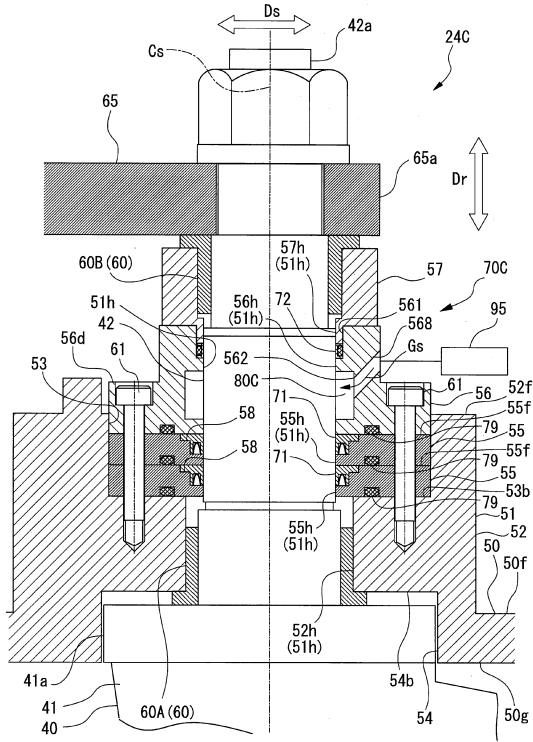
【図1】



【図2】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 小田 貴士

広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工コンプレッサ株式会社内

審査官 井古田 裕昭

(56)参考文献 特開昭61-215499(JP,A)

特開2007-170378(JP,A)

特開2015-021477(JP,A)

特開2015-132379(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 29/56

F04D 29/54

F04D 29/10