

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6631837号
(P6631837)

(45) 発行日 令和2年1月15日(2020.1.15)

(24) 登録日 令和1年12月20日(2019.12.20)

(51) Int.Cl.	F 1
F 16 J 15/3292 (2016.01)	F 16 J 15/3292
F 01 D 11/02 (2006.01)	F 01 D 11/02
F 02 C 7/28 (2006.01)	F 02 C 7/28
F 04 D 29/10 (2006.01)	F 02 C 7/28
F 16 J 15/3252 (2016.01)	F 04 D 29/10

請求項の数 6 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-93906 (P2016-93906)
(22) 出願日	平成28年5月9日(2016.5.9)
(65) 公開番号	特開2017-203470 (P2017-203470A)
(43) 公開日	平成29年11月16日(2017.11.16)
審査請求日	平成31年3月22日(2019.3.22)

(73) 特許権者	514030104 三菱日立パワーシステムズ株式会社 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3 番1号
(74) 代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(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 古都 智
(74) 代理人	100196689 弁理士 鎌田 康一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】シールセグメント及び回転機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸の外周側で該回転軸の周方向に延びるリテナーと、
該リテナーから径方向内側に延出して、周方向に複数積層された薄板シール片を有する
シール体と、

前記シール体と前記リテナーとに挟まれるように支持されて、前記シール体の軸方向の
高压側を周方向にわたって覆う高压側側板と、

前記シール体と前記リテナーとに挟まれるように支持されて、前記シール体の軸方向の
低压側を周方向にわたって覆う低压側側板と、

前記リテナーの周方向端部からさらに周方向に延びるリテナー模擬部、及び、該リテー
ナ模擬部から径方向内側に向かって延び、前記周方向について、前記薄板シール片の3枚
以上の厚さを有するプロックであるシール体模擬部を有するプロック体と、
を備え、

前記高压側側板及び前記低压側側板が、前記プロック体における前記シール体模擬部の
少なくとも一部を覆っているシールセグメント。

【請求項 2】

前記シール体模擬部は、前記径方向内側に向かって延びる接触シールを備える
請求項1に記載のシールセグメント。

【請求項 3】

前記接触シールは、ブラシシールを備える

10

請求項 2 に記載のシールセグメント。

【請求項 4】

前記シール体模擬部は、前記径方向内側に向かって延びるスリットによって、主シール体模擬部と副シール体模擬部とに分割されている請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のシールセグメント。

【請求項 5】

前記シール体模擬部は、前記主シール体模擬部と前記副シール体模擬部との間に弾性部材を備える請求項 4 に記載のシールセグメント。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のシールセグメントを備える回転機械。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シールセグメント及び回転機械に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービン、蒸気タービン等の回転機械におけるロータの周囲には、高圧側から低圧側に流れる作動流体の漏れ量を少なくするために、軸シール装置が設けられている。この軸シール装置の一例として、例えば、以下の特許文献 1 に記載された軸シール装置が知られている。

20

【0003】

この軸シール装置は、ステータに設けられたハウジングと、多数の薄板シール片とからなるシール体と、ロータの周方向に複数に分割され、シール体の高圧側、低圧側に沿うようにそれぞれ設けられた高圧側側板、低圧側側板を備えている。そして、これら低圧側側板と高圧側側板とにより、薄板シール片の微小隙間への作動流体の流れを規制し、薄板シール片が浮上しやすい流れを作り出している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008-128276 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、高圧側側板や低圧側側板の分割部では、薄板シール片の微小隙間への流れを規制しにくくなるため、薄板シール片の浮上性能が低下したり、薄板シール片においてフラッタリングが発生したりすることがあった。

【0006】

本発明は、薄板シール片の浮上特性の性能低下や薄板シール片に発生するフラッタリングを抑制できるシールセグメント及び回転機械を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

第 1 の態様のシールセグメントは、回転軸の外周側で該回転軸の周方向に延びるリテナと、該リテナから径方向内側に延出して、周方向に複数積層された薄板シール片を有するシール体と、前記シール体と前記リテナとに挟まれるように支持されて、前記シール体の軸方向一方側を周方向にわたって覆う高圧側側板と、前記シール体と前記リテナとに挟まれるように支持されて、前記シール体の軸方向他方側を周方向にわたって覆う低圧側側板と、前記リテナの周方向端部からさらに周方向に延びるリテナ模擬部、及び、該リテナ模擬部から径方向内側に向かって延びるシール体模擬部を有するブロック体と、を備え、前記高圧側側板及び前記低圧側側板が、前記ブロック体における前記シール体模擬部の少なくとも一部を覆っている。

50

【0008】

本態様では、フラッタリングが発生しやすい個所において、薄板シール片が浮上しやすい流れを維持しつつ、薄膜シール片の耐フラッタリング性を高めているため、薄板シール片の浮上特性の性能低下や薄板シール片に発生するフラッタリングを抑制できる。

【0009】

第2の態様のシールセグメントは、前記シール体模擬部は、前記径方向内側に向かって延びる接触シールを備える第1の態様のシールセグメントである。

【0010】

本態様では、接触シール体模擬部の径方向内側端と回転軸との間には隙間を埋めることができる。

10

【0011】

第3の態様のシールセグメントは、前記接触シールは、ブラシシールを備える第2の態様のシールセグメントである。

【0012】

本態様では、回転軸の軸線ずれに対して追従性の高いシールが可能となる。

【0013】

第4の態様のシールセグメントは、前記シール体模擬部は、前記径方向内側に向かって延びるスリットによって、主シール体模擬部と副シール体模擬部とに分割されている第1から第3のいずれかの態様のシールセグメントである。

20

【0014】

本態様では、副シール体模擬部を薄板シール片の挙動に追従するように変形させることができる。

【0015】

第5の態様のシールセグメントは、前記シール体模擬部は、前記主シール体模擬部と前記副シール体模擬部との間に弾性部材を備える第4の態様のシールセグメントである。

【0016】

本態様では、副シール体模擬部が薄板シール片の挙動に追従するように調整することができる。

【0017】

第6の態様の回転機械は、第1から5のいずれか態様のシールセグメントを備える。

30

【0018】

本態様では、回転機械のシールセグメントにおける薄板シール片の浮上特性の性能低下や薄板シール片に発生するフラッタリングを抑制できる。

【発明の効果】

【0019】

本発明のシールセグメント及び回転機械は、薄板シール片の浮上特性の性能低下や薄板シール片に発生するフラッタリングを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の第一実施形態に係るガスターイン（回転機械）の概略全体構成図である。

40

【図2】本発明の第一実施形態に係る軸シール装置の概略構成図である。

【図3】本発明の第一実施形態に係るシールセグメント及びハウジングの周方向の断面図である。

【図4】本発明の第一実施形態に係るシールセグメントを軸方向から見た要部側面図である。

【図5】図4におけるV-V線断面図である。

【図6】図4におけるVI-VI線断面図である。

【図7】図4におけるVII-VII線断面図である。

【図8】本発明の第一実施形態に係るブロック体の斜視図である。

50

【図9】本発明の第二実施形態に係るシールセグメントを軸方向から見た要部側面図である。

【図10】本発明の第三実施形態に係るシールセグメントを軸方向から見た要部側面図である。

【図11】本発明の第四実施形態に係るシールセグメントを軸方向から見た要部側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明に係る各種実施形態について、図面を参照して説明する。

【0022】

「第一実施形態」

以下、本発明の第一実施形態について詳細に説明する。なお、本実施形態においては、軸シール装置10をガスタービン(回転機械)1に適用した例を示す。

【0023】

図1に示すガスタービン1は、多量の空気を内部に取り入れて圧縮する圧縮機2と、圧縮機2にて圧縮された空気に燃料を混合して燃焼させる燃焼器3と、回動するタービン4と、該タービン4の回動する動力の一部を圧縮機2に伝達して圧縮機2を回動させるロータ5(回転軸)とを有している。

タービン4は、燃焼器3で発生させた燃焼ガスがその内部に導入されるとともに燃焼ガスの熱エネルギーを回転エネルギーに変換して回動する。

なお、以下の説明においては、特に言及しない限り、ロータ5の軸線A×の延びる方向を単に「軸方向D a」と、ロータ5の周方向を単に「周方向D c」と、ロータ5の径方向を単に「径方向D r」、ロータ5の回転方向を単に「回転方向B c」という。

【0024】

上述のような構成のガスタービン1では、タービン4は、ロータ5に設けられた動翼7に燃焼ガスを吹き付けることで燃焼ガスの熱エネルギーを機械的な回転エネルギーに変換して動力を発生する。タービン4には、ロータ5側の複数の動翼7の他に、タービン4のケーシング8側に複数の静翼6が設けられるとともに、これら動翼7と静翼6とが、軸方向D aに交互に配列されている。

動翼7は軸方向D aに流れる燃焼ガスの圧力を受けて軸線回りにロータ5を回転させ、ロータ5に与えられた回転エネルギーは軸端から取り出されて利用される。静翼6とロータ5との間には、高圧側から低圧側に漏れる燃焼ガスの漏れ量を低減するための軸シールとして、軸シール装置10が設けられている。

【0025】

圧縮機2はロータ5にてタービン4と同軸で接続されており、タービン4の回転を利用して外気を圧縮して圧縮空気を燃焼器3に供給する。タービン4と同様に、圧縮機2においてもロータ5に複数の動翼7と、圧縮機2のケーシング9側に複数の静翼6が設けられており、動翼7と静翼6とが軸方向D aに交互に配列されている。さらに、静翼6とロータ5との間においても、高圧側から低圧側に漏れる圧縮空気の漏れ量を低減するための軸シール装置10が設けられている。加えて、圧縮機2のケーシング9がロータ5を支持する軸受け部9a、及びタービン4のケーシング8がロータ5を支持する軸受け部8aにおいても、高圧側から低圧側に圧縮空気又は燃焼ガスが漏れるのを防止する軸シール装置10が設けられている。

【0026】

ここで、本実施形態に係る軸シール装置10は、ガスタービン1への適用に限定されるものではない。例えば蒸気タービン、圧縮機、水車、冷凍機、ポンプ等の大型流体機械のように、軸の回転と流体の流動によりエネルギーを仕事に変換する回転機械全般に広く採用することができる。この場合、軸シール装置10は、軸方向D aの流体の流動を抑えるために広く用いることも可能である。

【0027】

10

20

30

40

50

次に、上述のように構成されるガスター・ビン1に設けられる軸シール装置10の構成について、図2は、軸方向D_aから見た図である。図2に示すように、この軸シール装置10は、円弧状に延びる複数（本実施形態では8つ）のシールセグメント11を備えている。複数のシールセグメント11が、周方向D_cに沿って環状に配置されている。このように配置された隣り合うシールセグメント11の周方向端部12、12間には、隙間tが形成される。

【0028】

各シールセグメント11の構成について、図3を参照して説明する。図3における軸シール装置10の断面の切断位置は、図2の軸シール装置10に示したI—I—I—I—I—I線の位置に対応する。
10

各シールセグメント11は、ハウジング（静翼6、動翼7及び軸受け部8a、9aに相当）30に挿入されて、ロータ5とハウジング30との間の環状空間における作動流体の漏れを防ぐために設置される。

【0029】

シールセグメント11は、シール体13と、リテーナ21、22と、高压側側板23と、低压側側板24とを備える。

シール体13は、周方向D_cに沿って互いに微小間隔を空けて多重に配列された、金属製の部材である複数の薄板シール片20を備える。当該複数の薄板シール片20は、ロータ5の周方向D_cの一部領域において、周方向D_c（回転方向B_c）に沿って積層されており、軸方向D_aからみて全体として円弧帯状をなしている。
20

リテーナ21、22は、薄板シール片20の外周側基端27において薄板シール片20を両側から挟持するように構成されている。リテーナ21、22の周方向D_cにおける断面は略C字型に形成されている。また、リテーナ21、22の軸方向D_aにおける断面は円弧帯形状に形成されている。

高压側側板23は、薄板シール片20の高压側領域に対向する一方の縁端とリテーナ21とによって挟持されている。よって、高压側側板23は、複数の薄板シール片20の高压側側面を、軸方向D_aの高压側から覆うように径方向D_r及び周方向D_cに延びている。

低压側側板24は、薄板シール片20の低压側領域に対向する他方の縁端とリテーナ22とによって挟持されている。よって、低压側側板24は、複数の薄板シール片20の低压側側面を、軸方向D_aの低压側から覆うように径方向D_r及び周方向D_cに延びている。
30

【0030】

上述のように構成されたシール体13において、薄板シール片20は外周側基端27の幅（軸方向D_aの幅）に比べて内周側の幅（軸方向D_aの幅）が小さくなる略T字型の薄い鋼板によって構成されている。その両方の側縁には、その幅が小さくなる位置において切り欠き部20a、20bが形成されている。

隣接する複数の薄板シール片20は、外周側基端27において、例えば溶接によって互いに固定連結されている。

【0031】

薄板シール片20は、周方向D_cにおいて、板厚に基づく所定の剛性を有している。さらに、薄板シール片20と回転方向B_cに対してロータ5の周面となす角が锐角となるようにリテーナ21、22に固定されている。

したがって、薄板シール片20は、径方向D_r内側に向かうにしたがって、回転方向B_c前方側に延出している。

【0032】

このように構成されたシールセグメント11においては、ロータ5が静止している際には各薄板シール片20の先端がロータ5と接触している。そして、ロータ5が回転すると該ロータ5の回転によって生じる動圧効果により、薄板シール片20の先端がロータ5の外周から浮上してロータ5と非接触状態となる。このため、このシールセグメント11で
50

は、各薄板シール片 20 の磨耗が抑制され、シール寿命が長くなる。

【0033】

高圧側側板 23 及び低圧側側板 24 には、軸方向 D_a の幅において、その外周側が広くなるように嵌込段差部 23a, 24a が設けられており、この嵌込段差部 23a, 24a は、それぞれが薄板シール片 20 の切り欠き部 20a, 20b に嵌め込まれている。

【0034】

さらに、リテーナ 21 は、複数の薄板シール片 20 の外周側基端 27 における一方の側縁（高圧側）に對面する面に、凹溝 21a を有している。リテーナ 22 は、複数の薄板シール片 20 の外周側基端 27 における他方の側縁（低圧側）に對面する面に、凹溝 22a を有している。切り欠き部 20a, 20b に高圧側側板 23 及び低圧側側板 24 のそれぞれの嵌込段差部 23a, 24a が嵌め込まれた複数の薄板シール片 20 に対し、その外周側における一方の側縁（高圧側）にリテーナ 21 の凹溝 21a が嵌め込まれている。さらに、その外周側における他方の側縁（低圧側）がリテーナ 22 の凹溝 22a に嵌め込まれている。このような構成により、各薄板シール片 20 がリテーナ 21, 22 に固定される。

【0035】

ハウジング 30 の内周壁面には、環状の凹溝 31 が形成されている。環状の凹溝 31 は、ロータ 5 の軸方向において外周側の幅が内周側の幅よりも広くなるように、薄板シール片 20 の一方の側縁（高圧側）及び他方の側縁（低圧側）に對向する側面に段差が設けられた形状とされている。そして、この段差における外周側を向く面にリテーナ 21, 22 の内周側を向く面が当接するようにして、ハウジング 30 の凹溝 31 内に、薄板シール片 20、リテーナ 21, 22、高圧側側板 23 及び低圧側側板 24 が嵌め込まれている。薄板シール片 20 の内周側端部 26 が高圧側側板 23 よりもロータ 5 側に突出している。一方で、薄板シール片 20 の内周側端部 26 は低圧側側板 24 よりもロータ 5 側に突出しているが、その突出量は高圧側よりも大きく設定されている。すなわち、薄板シール片 20 は高圧側よりも低圧側において作動流体 G に対してより大きく露出している。言い換えると、高圧側側板 23 は薄板シール片 20 の側面におけるより広い範囲を作動流体 G から遮蔽している。

【0036】

高圧側側板 23 は、作動流体 G の流れによる圧力によって、薄板シール片 20 の側面 20c に密着することで、作動流体 G が複数の薄板シール片 20 間の隙間に大きく流れ込むことを防ぐ。よって、高圧側側板 23 は、複数の薄板シール片 20 間の隙間部分において、内周側端部 26 から外周側基端 27 へ向かう上向き流れを作り出し、流体力で薄板シール片 20 の内周側端部 26 を浮上させ、非接触化させている。

また、低圧側側板 24 は、高圧側側板 23 と薄板シール片 20 により押されてハウジング 30 の内周壁面の低圧側壁面 32 に密着する。低圧側側板 24 は、高圧側側板 23 よりも内径が大きくなっている、複数の薄板シール片 20 間の隙間の流れを浮上しやすい流況にしている。

【0037】

本実施形態のシールセグメント 11 は、シール体 13 の回転方向 B_c 前方端部にさらにプロック体 50 を備える。

プロック体 50 及びその周辺の構造について、図 4 ~ 図 8 を参照して説明する。

【0038】

プロック体 50 は、金属製の部材である。プロック体 50 は、リテーナ 21, 22 の周方向 D_c 端部からさらに周方向 D_c に延びるリテーナ模擬部 51, 52 及びリテーナ模擬部 51, 52 から径方向 D_r 内側に向かって延びるシール体模擬部 53 を有する。

本実施形態では、リテーナ 21, 22 の周方向 D_c 端部のうち、回転方向 B_c 前方側の端部からのみリテーナ模擬部 51, 52 が延びている。

また、本実施形態のシールセグメント 11 は、リテーナ 21, 22 の周方向 D_c 端部のうち、回転方向 B_c 後方側の端部に、調整用薄板シール片 40 を備える。調整用薄板シ-

10

20

30

40

50

ル片 4 0 はリテーナ 2 1 , 2 2 から露出しており、一部を順に剥がすことができるため、各シールセグメント 1 1 間の分割部の隙間に応じて、必要な薄板シール片の枚数に調整される。枚数調整された調整用薄板シール片 4 0 は、各シールセグメント 1 1 間の分割部の隙間を遮蔽する。

【 0 0 3 9 】

図 4 に示すように、高圧側側板 2 3 は、上記のとおり複数の薄板シール片 2 0 の高圧側側面を覆うように径方向 D_r 及び周方向 D_c に延びている。さらに高圧側側板 2 3 は、径方向 D_r 外側の縁部であって周方向 D_c に円弧状に延びる外径側縁部 2 3 b と、径方向 D_r 内側の縁部であって周方向 D_c に円弧状に延びる内径側縁部 2 3 c とを有している。

また、高圧側側板 2 3 は、回転方向 B_c 前方側の縁部であって、外径側縁部 2 3 b から径方向 D_r 内側に延びて内径側縁部 2 3 c に接続される前側縁部 2 3 d を有している。

本実施形態の場合、前側縁部 2 3 d は径方向 D_r に沿うように延びている。

【 0 0 4 0 】

図 4 には示していないが、低圧側側板 2 4 も、上記のとおり複数の薄板シール片 2 0 の高圧側側面を覆うように径方向 D_r 及び周方向 D_c に延びてあり、径方向 D_r 外側の縁部であって周方向 D_c に円弧状に延びる外径側縁部と、径方向 D_r 内側の縁部であって周方向 D_c に円弧状に延びる内径側縁部とを有している。

また、低圧側側板 2 4 も、回転方向 B_c 前方側の縁部であって、外径側縁部から径方向 D_r 内側に延びて内径側縁部に接続される前側縁部を有している。

【 0 0 4 1 】

高圧側側板 2 3 は、シール体模擬部 5 3 の軸方向 D_a 高圧側の少なくとも一部を覆っており、低圧側側板 2 4 は、シール体模擬部 5 3 の軸方向 D_a 低圧側の少なくとも一部を覆っている。

シール体模擬部 5 3 は、径方向 D_r について、高圧側側板 2 3 の内径側縁部 2 3 c に揃う位置まで延びている。よって、シール体模擬部 5 3 は、ロータ 5 と非接触である。

【 0 0 4 2 】

図 5 及び図 6 に示すように、リテーナ模擬部 5 1 , 5 2 は、周方向 D_c の長さが異なる以外は、リテーナ 2 1 , 2 2 と略同様な形状及び寸法を有している。

すなわち、リテーナ模擬部 5 1 , 5 2 は、シール体模擬部 5 3 の外周側基端 5 7 においてシール体模擬部 5 3 を軸方向 D_a 両側から挟持するように構成されている。

また、リテーナ模擬部 5 1 , 5 2 の周方向 D_c における断面は略 C 字型に形成されていることによって、リテーナ模擬部 5 1 , 5 2 は、それぞれ周方向に延びる凹溝 5 1 a , 凹溝 5 2 a 溝を備えている。

さらに、本実施形態では、リテーナ模擬部 5 1 , 5 2 の軸方向 D_a における断面は、円弧帶形状に形成されている。

【 0 0 4 3 】

図 7 及び図 8 に示すように、シール体模擬部 5 3 は、周方向 D_c の長さ及び径方向 D_r 内側に延出する長さが異なる以外は、周方向 D_c に多重に配列された複数の薄板シール片 2 0 全体の輪郭形状と似た形状をしている。

すなわち、シール体模擬部 5 3 は、周方向 D_c に沿って延び、軸方向 D_a からみて円弧帶状をなしており、周方向 D_c 断面について外周側基端 5 7 の幅（軸方向 D_a の幅）に比べて内周側の幅（軸方向 D_a の幅）が小さくなる略 T 字型である立体形状で構成されている。また、シール体模擬部 5 3 の軸方向 D_a の両側面には、その幅が小さくなる位置において切り欠き溝 5 0 a , 5 0 b が形成されている。

【 0 0 4 4 】

シール体模擬部 5 3 は、リテーナ 2 1 , 2 2 の周方向 D_c の端部に向かって、高圧側側板 2 3 と低圧側側板 2 4 との間に嵌め込まれると共に、リテーナ模擬部 5 1 , 5 2 の間に嵌め込まれる。したがって、シール体模擬部 5 3 は、シール体 1 3 の回転方向 B_c 前方の端面にキップのように嵌められ、薄板シール片 2 0 を保護している。

また、嵌込段差部 2 3 a , 2 4 a に切り欠き溝 5 0 a , 5 0 b がそれぞれ嵌っている。

10

20

30

40

50

よって、シール体模擬部 5 3 は、高圧側側板 2 3 と低圧側側板 2 4 との間に嵌め込まれると共に、リテーナ模擬部 5 1, 5 2 の間に嵌め込まれる際、径方向 D_r に規制されつつ、周方向 D_c にスライド可能となっている。

【 0 0 4 5 】

さらに、シール体模擬部 5 3 の周方向 D_c を向く両側面は、回転方向 B_c に対してロータ 5 の周面となす角が鋭角となるような傾斜面となっている。

したがって、シール体模擬部 5 3 の周方向 D_c を向く両側面は、径方向 D_r 内側に向かうにしたがって、回転方向 B_c 前方側に延出している。

【 0 0 4 6 】

シール体模擬部 5 3 の周方向 D_c を向く両側面の傾斜は、薄板シール片 2 0 の板面の傾斜に概ね沿うような傾斜面であれば、どのような傾斜面でもよいが、変形例として、薄板シール片 2 0 に予圧を与えた際の薄板シール片 2 0 の板面の傾斜に沿うように模擬して傾けてもよい。他の変形例として、シール体模擬部 5 3 の周方向 D_c を向く両側面は、薄板シール片 2 0 の板面に沿うようであれば、曲面であってもよい。

【 0 0 4 7 】

シール体模擬部 5 3 を備えたブロック体 5 0 の作用及び効果について説明する。

本実施形態は、シールセグメント 1 1 間の分割部、すなわち、周方向 D_c に隣り合うシールセグメント 1 1 の高圧側側板 2 3 の間の分割部であるシール体 1 3 の回転方向 B_c 前方の端部に、金属のブロックからなるシール体模擬部 5 3 を備えている。

シール体模擬部 5 3 の摩耗が問題とならないときは、変形例として、シール体模擬部 5 3 を内部に空洞を有する金属としてもよく、他の変形例として、シール体模擬部 5 3 を金属の箱としてもよい。

【 0 0 4 8 】

したがって、シールセグメント 1 1 間の分割部に、薄板シール片ではなく、ロータ 5 に接触しないシール体模擬部 5 3 を設けることにより、シールセグメント 1 1 間の分割部の薄板シール片をなくすことができ、薄板シール片の摩耗が抑制される。

他方でシールセグメント 1 1 の端部より周方向 D_c 内側は、薄板シール片を用いており、薄板シール片の浮上特性の性能が維持される。

また、シール体模擬部 5 3 を、シール体 1 3 の周方向 D_c の端面にキャップのように嵌めて、薄板シール片 2 0 を保護している。

【 0 0 4 9 】

さらに、本実施形態のシールセグメント 1 1 は、高圧側側板 2 3 によって、シール体模擬部 5 3 の軸方向 D_a 高圧側の少なくとも一部を覆っており、低圧側側板 2 4 によって、シール体模擬部 5 3 の軸方向 D_a 低圧側の少なくとも一部を覆っている。このような構成による作用、効果を次に詳しく説明する。

【 0 0 5 0 】

ここで、シール体 1 3 の回転方向 B_c 前方の端部にシール体模擬部 5 3 ではなく、薄板シール片が設けられている場合を考える。この場合、高圧側側板 2 3 の前側縁部 2 3 d は、薄板シール片の側面に密着しにくく、高圧側側板 2 3 の回転方向 B_c 前方の内側にまで作動流体 G が回り込んでくる。作動流体 G が回り込んでくると、高圧側側板 2 3 で覆われた薄板シール片にも作動流体 G の軸方向 D_a の流れが漏れこむ。

よって、高圧側側板 2 3 の前側縁部 2 3 d 付近の薄板シール片において、フラッタリングが発生する虞がある。

これに対し、本実施形態のシールセグメント 1 1 では、上記のとおり、シール体 1 3 の回転方向 B_c 前方の端部にシール体模擬部 5 3 が設けられている。すなわち、高圧側側板 2 3 は、複数の薄板シール片 2 0 側面からさらに延びて、シール体模擬部 5 3 の軸方向 D_a 高圧側の少なくとも一部を覆っている。

シール体模擬部 5 3 の軸方向 D_a 高圧側の少なくとも一部を覆っていると、高圧側側板 2 3 の軸方向 D_a 内側にまで作動流体 G が回り込んできても、回り込んでくる作動流体 G は、シール体模擬部 5 3 周辺に流れ込むだけであり、複数の薄板シール片 2 0 にまで流れ

10

20

30

40

50

込みにくい。

したがって、本実施形態のシールセグメント 11 は、複数の薄板シール片 20 に作動流体 G が回り込んでくることを抑制できるため、作動流体 G の軸方向 Da の流れが漏れこみにくく、複数の薄板シール片 20 において、フラッタリングが発生することを抑制できる。

【0051】

加えて、本実施形態は、シール体模擬部 53 の軸方向 Da 高圧側のうち、回転方向 Bc 後方部を高圧側側板 23 の回転方向 Bc の前方部で覆っている。

シール体模擬部 53 の回転方向 Bc 後方部を高圧側側板 23 の回転方向 Bc の前方部で覆えば、高圧側側板 23 の回転方向 Bc 前方部の板面形状の自由度が高くなる。

よって、高圧側側板 23 の回転方向 Bc 前方側の板面形状を、必ずしも複数の薄板シール片の軸方向 Da 側面形状やシール体模擬部 53 の軸方向 Da 側面形状に合わせる必要がない。言い換えると、高圧側側板 23 の回転方向 Bc 前方側の板面形状を、回転方向 Bc に対して、前側縁部 23d とロータ 5 の周面となす角が鋭角となる板面形状とする必要がない。

【0052】

本実施形態の場合、高圧側側板 23 の形状を前側縁部 23d が径方向 Dr に沿うように延びる形状とすることで、回転方向 Bc に対して、前側縁部 23d とロータ 5 の周面となす角を大きくした。

したがって、当該板面形状の鋭角を大きくすることで、高圧側側板 23 の剛性を大きくできるため、高圧側側板 23 にフラッタリングを抑制することができる。

【0053】

本実施形態のシールセグメント 11 は、品質の維持及び生産効率の点においても以下に説明するように優れている。

本実施形態のシールセグメント 11 は、通常の製作工程によって製作された大部分のシール体 13 に、小部分のシール体模擬部 53 を嵌め込むことができる。すなわち、板厚の同じ多数枚の薄板シール片でシールセグメント 11 の大部分を製作した後、周方向 Dc 端部だけシール体模擬部 53 を設けることができる。

したがって、(通常の製作工程である)同じ板厚の薄板シール片を組み立てる製作工程を維持しながら、シールセグメント 11 の分割部付近のみシール体模擬部 53 を設けることができ、品質の維持及び生産効率の向上を図ることができる。

【0054】

「第二実施形態」

以下、本発明の第二実施形態について、図 9 を参照して説明する。

【0055】

本実施形態のシールセグメントは、第一実施形態と基本的に同じであるが、シール体模擬部が接触シールを備える点が異なっている。

【0056】

本実施形態のシールセグメント 111 は、シール体 13 の回転方向 Bc 前方端部にさらにブロック体 150 を備える。

ブロック体 150 及びその周辺の構造について、図 9 を参照して説明する。

【0057】

ブロック体 150 は、リテーナ 21, 22 の回転方向 Bc 前方端部からさらに周方向 Dc に延びるリテーナ模擬部 51, 52、リテーナ模擬部 51, 52 から径方向 Dr 内側に向かって延びるシール体模擬部 153、及び接触シール 154 を有する。

【0058】

接触シール 154 は、シール体模擬部 153 に設けられ、シール体模擬部 153 の径方向 Dr 内側端から径方向 Dr 内側に延出し、シール体模擬部 153 の径方向 Dr 内側端とロータ 5 との間の隙間を埋めている。

本実施形態では、接触シール 154 にブラシシールを用いている。

10

20

30

40

50

【0059】

シール体模擬部153はブロック状であるため、ロータ5の周面に直接接触させることはできないので、シール体模擬部153の径方向Dr内側端とロータ5との間には隙間を設ける必要があり、少なからず作動流体Gが漏れてしまう。

本実施形態では、接触シール154を用いることによって、シール体模擬部153の径方向Dr内側端とロータ5とを接触させることなく、シール体模擬部153の径方向Dr内側端とロータ5との間には隙間を埋めることができる。したがって、作動流体Gが漏れを抑制することができる。

【0060】

また、ロータ5の軸線Axのずれに対して追従性の高いシール方式である薄板シール片を用いたシール方式に、ロータ5の軸線Axのずれに対して追従性の高いシール方式であるプラシシールを用いれば、全体としてロータ5の軸線Axのずれに対して追従性の高いシールが可能となる。変形例として、ロータ5の軸線Axのずれへの追従性が必要ないときは、

接触シール154に、ラビリンスシール等を設けることも可能である。

【0061】

「第三実施形態」

以下、本発明の第三実施形態について、図10を参照して説明する。

【0062】

本実施形態のシールセグメントは、第一実施形態と基本的に同じであるが、シール体模擬部が主シール体模擬部と副シール体模擬部とに分割されている点が異なっている。

【0063】

本実施形態のシールセグメント211は、シール体13の回転方向Bc前方端部にさらにブロック体250を備える。

ブロック体250及びその周辺の構造について、図10を参照して説明する。

【0064】

ブロック体250は、リテーナ21, 22の回転方向Bc前方端部からさらに周方向Dcに延びるリテーナ模擬部51, 52、リテーナ模擬部51, 52から径方向Dr内側に向かって延びるシール体模擬部253を有する。

【0065】

シール体模擬部253は、外周側基端257から突出し、径方向内側へ延びる主シール体模擬部253a及び副シール体模擬部253bを備える。シール体模擬部253は、外周側基端257の径方向Dr内周端から、径方向Dr内側に向かって延びるスリットSL2によって、主シール体模擬部253aと副シール体模擬部253bとに分割されている。

本実施形態では、副シール体模擬部253bは、主シール体模擬部253aに比べて、例えば周方向Dcの厚さを小さくすることによって、周方向Dcに対する剛性を小さくしている。副シール体模擬部253bは、周方向Dcに対する剛性を小さくすることによって、外周側基端257に対して周方向Dcに沿う搖動方向De1に弾性を有し、撓むことができるため、薄板シール片20の挙動に追従するように変形する。したがって、薄板シール片20の浮上を妨げない。

スリットSL2の周方向Dcの幅が大きくなれば、スリットSL2からの作動流体Gの漏れが大きくなるため、スリットSL2の周方向Dcの幅はできるだけ小さくする。

【0066】

本実施形態では、主シール体模擬部253aに比べて副シール体模擬部253bの周方向Dcの厚さを小さくしていたが、変形例として、副シール体模擬部253bに比べて、主シール体模擬部253aの周方向Dcの厚さを小さくしてもよい。この場合、主シール体模擬部253aを搖動方向De1に撓むことで、シール体模擬部253を、回転方向Bc前方隣りのシールセグメント211の薄板シール片20の挙動に追従させることができる。

10

20

30

40

50

【0067】

「第四実施形態」

以下、本発明の第四実施形態について、図11を参照して説明する。

【0068】

本実施形態のシールセグメントは、第三実施形態と基本的に同じであるが、スリットに弹性部材を備える点が異なっている。

【0069】

本実施形態のシールセグメント311は、シール体13の回転方向Bc前端部にさらにブロック体350を備える。

ブロック体350及びその周辺の構造について、図11を参照して説明する。

10

【0070】

本実施形態のブロック体350は、主シール体模擬部253a及び副シール体模擬部253bの間に弹性部材355を備える。弹性部材355は、例えばバネ要素であって、コイルバネや板バネ等を用いる。

副シール体模擬部253b自身の弹性に加え、弹性部材の弹性によって、副シール体模擬部253bは、外周側基端257に対して周方向Dcに沿う搖動方向De1に弹性を有し、撓むことができるため、薄板シール片20の挙動に追従するように変形する。したがって、薄板シール片20の浮上を妨げない。

さらに、本実施形態では、弹性部材の弹性係数を調整することで、副シール体模擬部253bの撓みを、薄板シール片20の挙動に追従するように調整することが可能となる。

20

本実施形態では、弹性部材355を1箇所しか設けていないが、スリットSL2に沿つて複数箇所に設けててもよい。

【0071】

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、具体的な構成は上記実施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。

【0072】

本実施形態の軸シール装置が備えるシールセグメントの数は8つであるが、それ限らず、2つから7つのいずれか、さらには9つ以上であってもよい。

【0073】

30

本実施形態では、調整用薄板シール片40を設けているが、各シールセグメント11間の分割部の隙間の遮蔽が必要ない場合は、調整用薄板シール片40を設けなくてもよい。

【0074】

本実施形態では、リテーナ模擬部51,52の回転方向Bc後方側の端部と、リテーナ21,22の回転方向Bc前方側の端部とは、溶接又はろう付けによってそれぞれ接合されているが、ねじ止めによって接合されてもよい。変形例として、リテーナ模擬部51,52にリテーナ21,22をそれぞれ接合するのではなく、リテーナ模擬部51とリテーナ21とを一体形成すると共に、リテーナ模擬部52とリテーナ22とを一体形成してもよい。

【0075】

40

本実施形態では、リテーナ21,22の周方向Dc端部のうち、回転方向Bc前方側の端部からリテーナ模擬部51,52を延ばし、回転方向Bc前方側の端部にリテーナ模擬部51,52を設けている。変形例として、リテーナ21,22の周方向Dc端部のうち、回転方向Bc後方側の端部からリテーナ模擬部51,52を延ばし、回転方向Bc後方側の端部にリテーナ模擬部51,52を設けてもよい。その場合、回転方向Bc後方の薄板シール片20に対して、各種機能を作用させることができる。

【符号の説明】

【0076】

1：ガスタービン

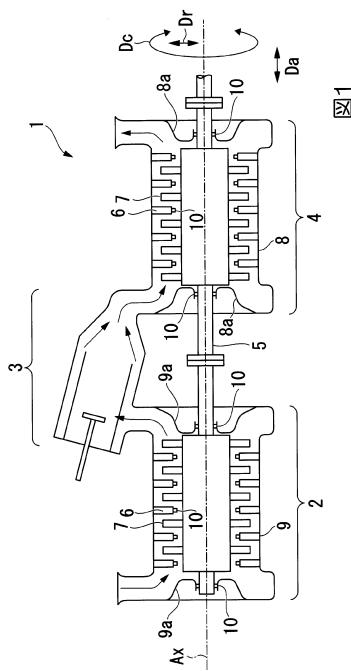
2：圧縮機

50

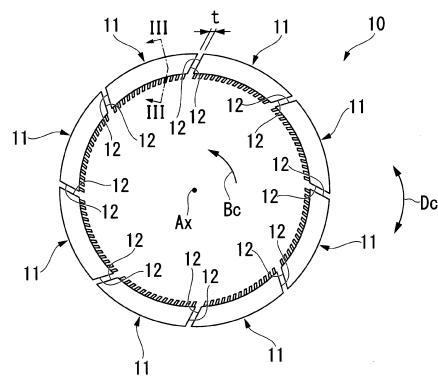
3 : 燃焼器	
4 : ターピン	
5 : ロータ	
6 : 静翼	
7 : 動翼	
8 : ケーシング	
8 a : 軸受け部	10
9 : ケーシング	
9 a : 軸受け部	
10 : 軸シール装置	
11 : シールセグメント	
12 : 周方向端部	
13 : シール体	
20 : 薄板シール片	
20 a : 切り欠き部	
20 b : 切り欠き部	
20 c : 側面	
21 : リテーナ	
21 a : 凹溝	20
22 : リテーナ	
22 a : 凹溝	
23 : 高圧側側板	
23 a : 嵌込段差部	
23 b : 外径側縁部	
23 c : 内径側縁部	
23 d : 前側縁部	
24 : 低圧側側板	
24 a : 嵌込段差部	
26 : 内周側端部	
27 : 外周側基端	30
30 : ハウジング	
31 : 凹溝	
32 : 低圧側壁面	
50 : ブロック体	
50 a : 切り欠き溝	
50 b : 切り欠き溝	
51 : リテーナ模擬部	
51 a : 凹溝	
52 : リテーナ模擬部	40
52 a : 凹溝	
53 : シール体模擬部	
57 : 外周側基端	
111 : シールセグメント	
150 : ブロック体	
153 : シール体模擬部	
154 : 接触シール	
211 : シールセグメント	
250 : ブロック体	
253 : シール体模擬部	
253 a : 主シール体模擬部	50

2 5 3 b : 副シール体模擬部
 2 5 7 : 外周側基端
 3 1 1 : シールセグメント
 3 5 0 : ブロック体
 3 5 5 : 弹性部材
 A x : 軸線
 B c : 回転方向
 D a : 軸方向
 D c : 周方向
 D e 1 : 搖動方向
 D r : 径方向
 G : 作動流体
 S L 2 : スリット

【図1】

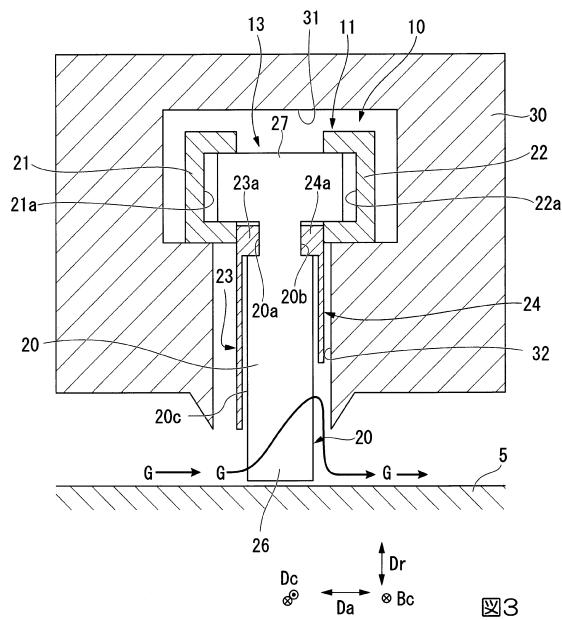


【図2】

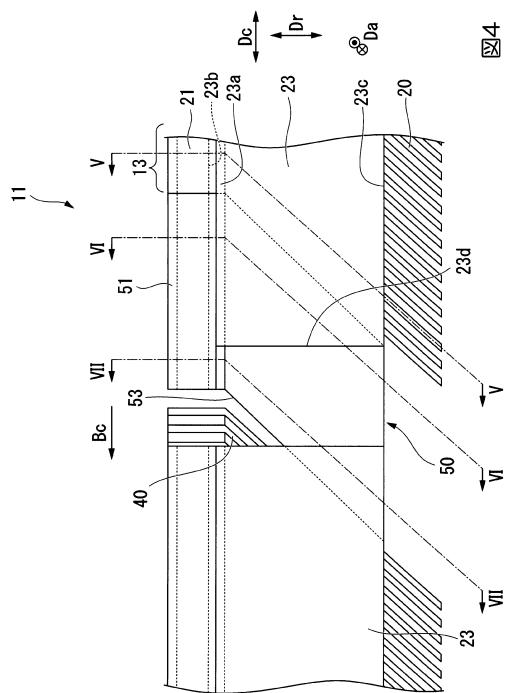


义2

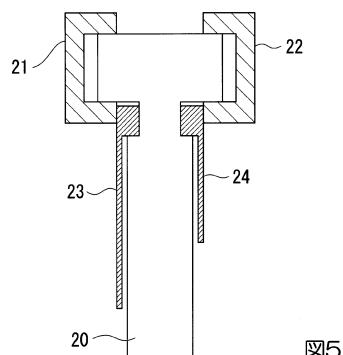
【図3】



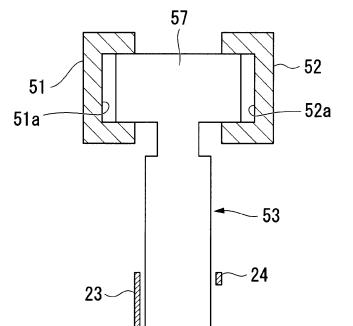
【図4】



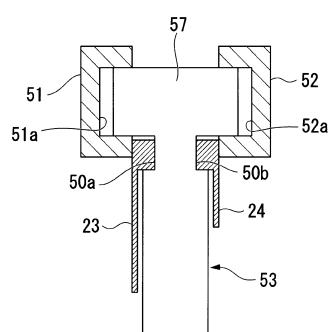
【図5】



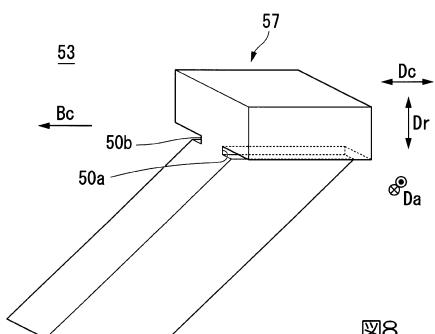
【図7】



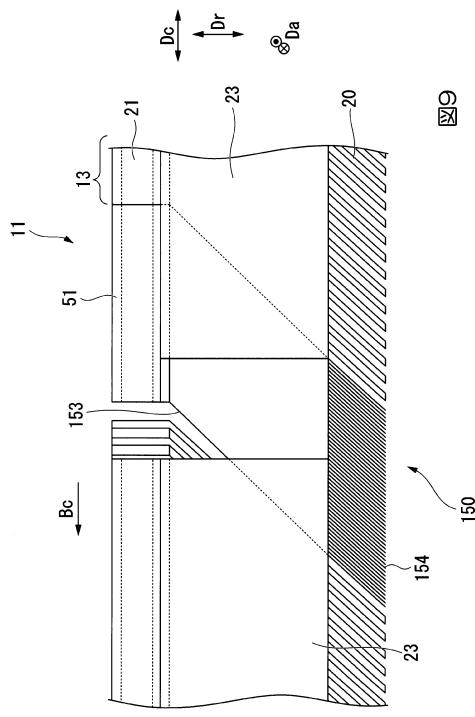
【図6】



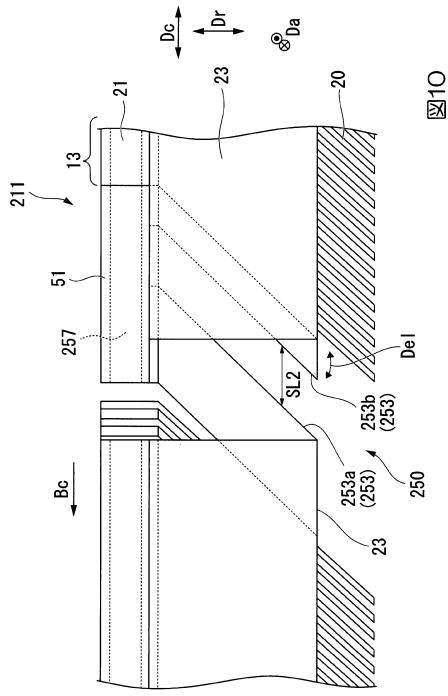
【図8】



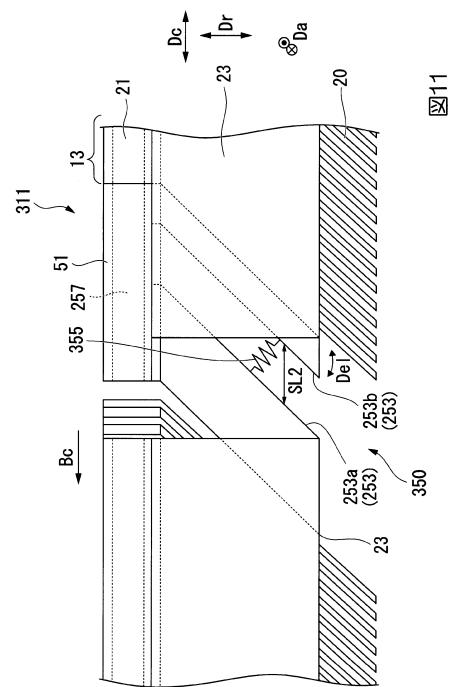
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 4 D 29/10 Z
F 1 6 J 15/3252

(74)代理人 100210572

弁理士 長谷川 太一

(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

(72)発明者 吉田 亜積

東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 上原 秀和

東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 西本 慎

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

(72)発明者 異 直也

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

(72)発明者 尾 崎 昂平

東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 山田 康孝

(56)参考文献 國際公開第2015/115400 (WO, A1)

国際公開第2008/004590 (WO, A1)

国際公開第2010/146805 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 1 6 J 1 5 / 3 2 9 2
F 0 1 D 1 1 / 0 2
F 0 2 C 7 / 2 8
F 0 4 D 2 9 / 1 0
F 1 6 J 1 5 / 3 2 5 2