

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年8月6日(06.08.2015)



(10) 国際公開番号

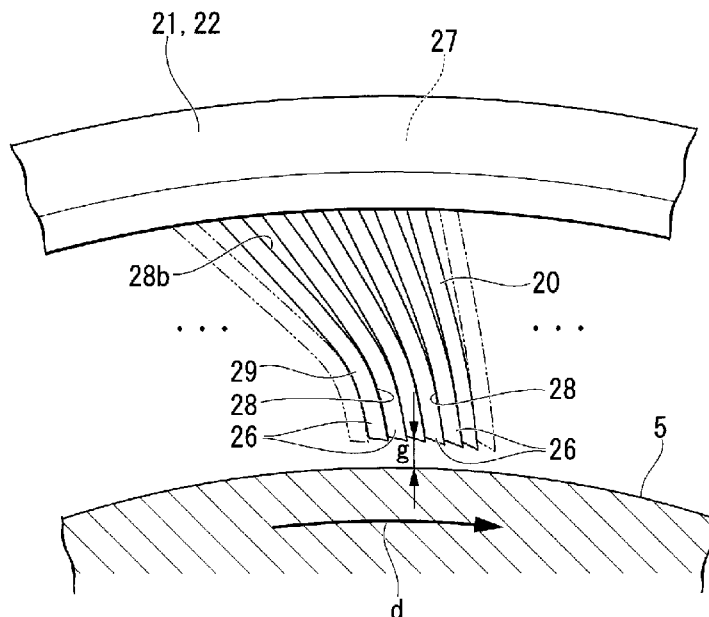
WO 2015/115400 A1

- (51) 国際特許分類:
F16J 15/22 (2006.01) *F01D 11/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/052143
- (22) 国際出願日: 2015年1月27日(27.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-013442 2014年1月28日(28.01.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 尾▲崎▼ 昂平(OZAKI Kohei); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 上原 秀和(UEHARA Hidekazu); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 西本 慎(NISHIMOTO Shin); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外(MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SHAFT SEAL DEVICE AND ROTARY MACHINE

(54) 発明の名称: 軸シール装置及び回転機械



(57) Abstract: A rotary machine (100) comprises: a rotor (5) rotating about an axis; a seal housing (30) disposed facing the outer peripheral surface of the rotor (5); and a seal body (10) having circumferentially laminated thin plates (20) extending inward radially from the seal housing (30). One of the thin plates (20) is shaped so that, when not in contact with the rotor (5), the one of the thin plate (20) is in contact with other thin plates (20) located on the front and rear sides in the rotational direction.

(57) 要約: 軸線回りに回転するロータ(5)と、ロータ(5)の外周面に対向して配置されるシールハウジング(30)と、シールハウジング(30)から径方向内側に向かって延びて周方向に複数積層される薄板(20)を有するシール体(10)と、を備え、複数の薄板(20)のうちの薄板(20)は、ロータ(5)に接触していない状態において、回転方向前後方向側の他の薄板(20)に対して接触する形状を有するシール体(10)を備える回転機械(100)。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：軸シール装置及び回転機械

技術分野

[0001] 本発明は、軸シール装置及び回転機械に関する。

背景技術

[0002] 一般的に、ガスタービンや蒸気タービン等の回転機械において、静止側と回転側との間にできる環状の隙間を通過して高圧側から低圧側に向かって作動流体が漏洩してしまうことを防止するために、軸シール装置が用いられている。このような軸シール装置の一つとして、非接触型のラビリンスシールが幅広く用いられてきた。しかしながら、このような非接触型のラビリンスシールは、回転過渡期（始動、停止時）の軸振動や熱過渡的な熱変形時であってもシールフィンの先端が接触しないように構成する必要があった。このため、シールフィン先端の隙間（シールクリアランス）をある程度大きくする必要があった。その一方で、シールクリアランスが大き過ぎれば、作動流体の漏洩が生じてしまう。

[0003] このような作動流体の漏洩を低減する技術として、例えば特許文献1に軸シール装置が開示されている。この軸シール装置は、ロータの軸方向に所定の幅寸法を有する平板状の薄板をロータの周方向に沿って多層に配置したシール体を備えている。

[0004] このシール装置では、ロータの停止時には、薄板の内周側端部がロータに接触する。一方、ロータの回転時には、動圧効果によって薄板に浮上効果が作用し、薄板の内周側端部がロータから浮上する。これにより、ロータの回転時には、薄板とロータとが最低限のクリアランスを保持しながら非接触状態となる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-104562号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 に開示された軸シール装置では、隣接する複数の薄板同士の間に隙間が形成されているために、ロータの運転時に、薄板の内周側端部がフラッターを起こす可能性がある。

[0007] 本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、フラッターを抑制できる回転機械を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第一の態様によれば、軸シール装置は、軸線回りに回転するロータの外周面に対向して配置されるハウジングと、ハウジングからロータ径方向内側に向かって延びてロータ周方向に複数の薄板が積層されたシール体からなる軸シール装置において、薄板がロータ回転方向前後方向の他の薄板と面接触して径方向内側の端部を含む領域から形成される接触部と、該接触部の径方向外側の領域から形成されて前記他の薄板に非接触となる非接触部と、を有する。

[0009] 上記構成によれば、ロータの運転状態において、互いに隣接する薄板の先端部同士が面接触していることでこれら薄板の動きが拘束される。

[0010] 本発明の第二の態様によれば、上記第一の態様に係る軸シール装置において、薄板を間に挟み低圧側及び高圧側にそれぞれ低圧側側板及び高圧側側板が設けられ、前記低圧側側板からの薄板の露出が高圧側より大きい構成としてもよい。

[0011] 上記構成によれば、軸シール装置の高圧側における露出を、低圧側に比して小さくすることができる。

[0012] 本発明の第三の態様によれば、上記いずれか 1 つの態様に係る軸シール装置において、薄板がロータに接触していない状態で、回転方向前後方向の他の薄板と面接触する構成としてもよい。

[0013] 上記構成によれば、互いに隣り合う複数の薄板同士が面接触しているため、ロータの始動又は停止時等、回転数が低い状態であっても、高いシール効

果を得ることができる。

[0014] 本発明の第四の態様によれば、上記いずれか1つの態様に係る軸シール装置において、シール体とハウジングとの間に設けられて、シール体をロータ径方向外側に付勢する付勢部材を有する構成としてもよい。

[0015] 上記構成によれば、ロータが運転状態にある時に、付勢部材による力と薄板に作用する浮上力が均衡するため、安定的にシール効果を得ることができる。

[0016] さらに、本発明の第五の態様に係る回転機械は、上記いずれか1つの態様に係る軸シール装置を備える。

[0017] 上記構成によれば、高いシール効果を有するとともに、長い耐用年数を有する回転機械を得ることができる。

発明の効果

[0018] 上記した軸シール装置及び回転機械によれば、運転状態のロータにおけるフラッターの発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の各実施形態に係るガスタービン（回転機械）の概略構成図である。

[図2]本発明の第一実施形態に係るシール体を回転機械の軸方向から見た概略構成図である。

[図3]本発明の第一実施形態に係るシール体の周方向断面図である。

[図4]本発明の第一実施形態に係るシール体の要部拡大図である。

[図5A]本発明の第一実施形態に係るシール体における圧力分布を示す図である。

[図5B]本発明の第一実施形態に係るシール体における圧力分布を示す図である。

[図6]本発明の第二実施形態に係るシール体の周方向断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] （第一実施形態）

以下、本発明の第一実施形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、本実施形態においては、シール体 10 をガスタービン（回転機械）1 に適用した例を示す。図 1 は本実施形態に係るガスタービン 1 の概略構成図である。

[0021] 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、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転するタービン 4 と、該タービン 4 の回転する動力の一部を圧縮機 2 に伝達して圧縮機 2 を回転させるロータ 5 とを有している。

[0022] 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することで、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。これら動翼 7 と静翼 6 は、ロータ 5 の軸方向に交互に配列されている。

動翼 7 は軸方向に流れる燃焼ガスの圧力を受けて軸線回りにロータ 5 を回転させる。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、シール体 10 が設けられている。

[0023] 圧縮機 2 は、ロータ 5 によってタービン 4 と同軸で接続されている。これにより、圧縮機 2 は、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生成する。この圧縮空気は燃焼器 3 に供給される。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 8 側に複数の静翼 6 が設けられている。これら動翼 7 と静翼 6 とは、ロータ 5 の軸方向に交互に配列されている。さらに、静翼 6 とロータ 5 との間にも、シール体 10 が設けられている。このシール体 10 は、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に設けられる。加えて、圧縮機 2 のケ

ーシング 8 がロータ 5 を支持する軸受け部 9 a、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 8 a においても、高圧側から低圧側への圧縮空気又は燃焼ガスの漏れを防止するためのシール体 10 が設けられている。

[0024] ここで、本実施形態に係るシール体 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。さらに、シール体 10 は、ロータ 5 の軸方向の流体の流動を抑えるために用いることも可能である。

[0025] 次に、上述のように構成されるガスタービン 1 に設けられるシール体 10 の構成について、図面を参照して説明する。図 2 は、ロータ 5 の軸方向から見たシール体 10 の概略構成図である。このシール体 10 は、ロータ 5 の周方向に沿って環状に配置された、円弧状の複数（本実施形態では 8 つ）の軸シール装置 11 を有している。このように配置された隣り合う軸シール装置 11 の周方向端部 12、12 間には、隙間 t が形成される。

[0026] 各軸シール装置 11 の構成について、図 3 を参照して説明する。図 3 はロータ 5 の軸線を含む断面における軸シール装置 11 の断面構成図である。各軸シール装置 11 は、ハウジング 30（静翼 6、動翼 7 及び軸受け部 8 a、9 a に相当）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。

[0027] 軸シール装置 11 は、複数の薄板 20 と、保持リング 21、22 と、高圧側側板 23 と、低圧側側板 24 とを備えている。薄板 20 は、ロータ 5 の周方向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。保持リング 21、22 は、薄板 20 の外周側基端 27 において薄板 20 を両側から挟持するように構成されている。保持リング 21、22 の周方向における断面は略 C 字型に形成されている。高圧側側板 23 は、薄板 20 の高圧側領域に対向する一方の縁端と保持リング 21 とによって挟持されてい

る。さらに、低圧側側板 24 は、薄板 20 の低圧側領域に対向する他方の縁端と保持リング 22 とによって挟持されている。

[0028] 上述のように構成されたシール体 10 において、薄板 20 は外周側基端 27 の幅（ロータ 5 の軸方向の幅）に比べて内周側の幅（ロータ 5 の軸方向の幅）が狭くなるように形成されることで略 T 字型をなした、薄い鋼板によって構成されている。その両方の側縁には、その幅が狭くなる位置において切り欠き部 20a, 20b が形成されている。

薄板 20 は、ロータ 5 の周方向（回転方向 d）に沿って複数積層されている。さらに、隣接する複数の薄板 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。

[0029] 薄板 20 は、ロータ 5 の周方向において、板厚に基づく所定の剛性を有している。さらに、薄板 20 とロータ 5 の回転方向に対してロータ 5 の周面となす角が鋭角となるように保持リング 21, 22 に固定されている。

[0030] 薄板 20 の配置について、図 4 を参照してより詳細に説明する。図 4 に示すように、薄板 20 は、各軸シール装置 11 内において、ロータ 5 の回転方向 d 後方側から前方側に向かうにしたがって、ロータ 5 の周面となす角が次第に大きくなる（鈍角になる）ように配列されている。

[0031] 薄板 20 におけるロータ 5 側の端部である内周側端部 26 と、ロータ 5 との間には、タービンの過渡変化（温度・圧力）中のリーフのロータへの接触を防ぐため、微小な隙間 g が形成されている。

加えて、隣接する複数の薄板 20 は、ロータ 5 の回転方向 d 前後方向において、内周側端部 26 の近傍で互いに面接触して、接触部 28 を形成している。言い換えると、薄板 20 の径方向内側の端部を含む領域において、薄板 20 は互いに接触して接触部 28 を形成している。一方で、接触部 28 の外周側においては、薄板 20 は互いに離間して非接触部 28b を形成する。ここで、非接触部 28b は、互いに離間した領域における薄板 20 表面上の領域を指す。

[0032] 薄板 20 は、上述のように鋼板から形成されているため、一定の弾性復元

力（可撓性）を有する。換言すると、隣接する複数の薄板 20 には、互いに押し付け合う力が作用している。したがって、接触部 28 の外周側においては、弾性変形により、湾曲部 29 が形成される。湾曲部 29 において、薄板 20 は回転方向 d 後方側に湾曲している。

[0033] さらに、図 3 に示すように、高圧側側板 23 及び低圧側側板 24 には、それぞれのロータ 5 の軸方向の幅において、その外周側が広くなるように段差部 23a, 24a が設けられており、この段差部 23a, 24a は、それぞれが薄板 20 の切り欠き部 20a, 20b に嵌め込まれている。

[0034] 保持リング 21 は、複数の薄板 20 の外周側基端 27 における一方の側縁（高圧側）に対向する面に、凹溝 21a を有している。保持リング 22 は、複数の薄板 20 の外周側基端 27 における他方の側縁（低圧側）に対面する面に、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 のそれぞれの段差部 23a, 24a が嵌め込まれた複数の薄板 20 に対し、その外周側における一方の側縁（高圧側）に保持リング 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）が保持リング 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 20 が保持リング 21, 22 に固定される。

[0035] 一方、ハウジング 30 の内周壁面には、環状の凹溝 31 が形成されており、該環状の凹溝 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 20 の一方の側縁（高圧側）及び他方の側縁（低圧側）に対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保持リング 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 20、保持リング 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 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 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小さく設定されている。すなわち、薄板 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 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] 次に、上記のように構成されるシール体 10 の動作について、図 5 A、及び図 5 B を参照して説明する。

図 5 A に示すように、高圧側領域から低圧側領域に向かう作動流体のガス圧が各薄板 20 に加わった場合に、各薄板 20 に対して、内周側端部 26 の近傍かつ高圧側に位置する角部 r_1 で最もガス圧が高く、対角の角部 r_2 に向かって徐々にガス圧が弱まるガス圧力分布 40 a が形成される。なお、図 3 においては薄板 20 は T 字型形状としているが、図 5 A、図 5 B においては説明を簡単にするために、撓みが生じる長方形部分のみを図示してその他の部分は図示を省略している。

[0037] 図 5 B に示すように、薄板 20 のロータ 5 に向かう面を下面 20 q とし、その裏側を上面 20 p とする。各薄板 20 に対して高圧側領域から低圧側領域に向かうガス圧が加わると、図 5 A のようにガス圧力分布 40 a が形成される。このとき、各薄板 20 の断面に沿った任意位置における上面 20 p に加わるガス圧よりも下面 20 q に加わるガス圧の方が高くなるように、ガス圧が調整される。

[0038] 高圧側領域から低圧側領域に向かって流れる作動流体 G は、高圧側側板 23 とロータ 5 の外周面との間から流入する。その後、作動流体 G は、図 5 A のように、ロータ 5 の外周面と薄板 20 の内周側端部 26 との間を流れるとともに、各薄板 20 の上面 20 p 及び下面 20 q とに沿って、角部 r_1 から角部 r_2 の方向へ放射状に流れる。このように作動流体 G が流れることで、薄板 20 の外周側基端 27 に向かって低圧の領域が広がる。そのため、各薄板 20 の上面 20 p 及び下面 20 q に垂直に加わるガス圧力分布 40 b, 40 c は、図 5 B に示すような状態になる。より詳細には、ガス圧力分布 40 b, 40 c は、薄板 20 の内周側端部 26 に近いほど大きくなるとともに薄板 20 の外周側基端 27 に向かうほど小さくなる三角分布形状となる。

[0039] 上面 20 p 及び下面 20 q におけるガス圧力分布 40 b, 40 c は、薄板

20を中心にして線対称をなしている。しかしながら、ロータ5の周面に対する角度が鋭角となるように各薄板20が配置されているので、各ガス圧力分布40b、40cは、ロータ5の径方向における相対位置がずれる。よって、薄板20の外周側基端27から内周側端部26に向かう任意の点Pにおける上面20p及び下面20qのガス圧に差が生じる。換言すると、薄板20において、下面20qに加わるガス圧が上面20pに加わるガス圧よりも高くなる。これにより、薄板20の内周側端部26に対してロータ5より浮かせる方向に浮上力FLが発生する。

[0040] 以上のようにして各薄板20の上面20p及び下面20q間に圧力差が生じることで、各薄板20に浮上力FLが作用する。さらに、薄板20の内周側端部26がロータ5の外周面から浮上するように弾性変形する。

[0041] ここで、隣接する薄板20が互いに間隙を保って配列されている場合、薄板20に付加される圧力の変動と、薄板20自身の弾性復元力により、薄板20の内周側端部26においてフラッター（微小振動）が生じる。

[0042] しかしながら、本実施形態における薄板20は、隣接する他の薄板20に対して面接触している。そのため、薄板20の内周側端部26は、弾性力を維持しながらも、周方向の動きを拘束されている。これにより、薄板20の内周側端部26におけるフラッターの発生が抑止される。

[0043] 薄板20にフラッター（微小振動）が発生した場合、振動の支点となる領域において局所的に曲げ応力が集中するため、経年使用に伴う疲労破壊を生じる可能性がある。しかしながら、上述のように本実施形態における薄板20は隣接する他の薄板20に対して面接触しているため、フラッターの発生とそれに起因する薄板20の疲労破壊が抑止される。

[0044] さらに、ロータ5の回転時には薄板20の内周側端部26に浮上力FLも作用するため、薄板20がロータ5から浮上して、安定的に非接触の状態に維持される。

[0045] これにより、薄板20の内周側端部26は、可撓性を維持するとともに、周方向の動きを拘束されているため、薄板20の内周側端部26におけるフ

ラッターの発生を抑止することができる。

さらに、薄板 20 の弾性力により、ロータ 5 の起動、停止時等、振動によってロータ 5 に径方向の変位が生じた場合であっても、高いシール効果を維持することができる。

加えて、上述のように高圧側側板 23 は低圧側側板 24 よりもロータ 5 側に突出しているため、作動流体 G が流通してくる高圧側は、低圧側に比してより広い範囲が作動流体 G に対して遮蔽されている。したがって、リーフシールの内部の圧力は、リーフの先端が浮上するようにリーフに係る力のバランスが保たれ、その結果、リーフがロータに強く接触することが無くなり、リーフの摩耗による損傷を防止することができる。

[0046] (第二実施形態)

次に、本発明の第二実施形態について、図 6 を参照して説明する。第一実施形態と同様の構成要素については同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。

図 6 は、本発明の第二実施形態に係る軸シール装置 11 の周方向断面図である。

[0047] 本実施形態における軸シール装置 11 は、公知の ACC システム（アクティブ・クリアランス・コントロール・システム）50 を、径方向外側に備えている点で上述の実施形態と異なる。ACC システムは、ハウジング 30 の内部に付勢部材 51 を備えている。

付勢部材 51 としては、例えばばね部材が用いられる。また、その他、付勢部材 51 としては、空気シリンダを用いてもよい。ただし、回転機械 1 は高温高圧の作動流体がその内部を流通するため、付勢部材 51 も高温化における正常動作を志向して設計された部材であることが必要である。

[0048] 付勢部材 51 は、保持リング 121、122 とハウジング 30 に、それぞれ接続されている。さらに、付勢部材 51 は、延在方向外方に向けて付勢されている。

したがって、付勢部材 51 の作用により、本実施形態に係る軸シール装置

11は、径方向外側に向けて付勢されている。

[0049] これにより、ロータ5の停止時においては、薄板20の内周側端部26は、ロータ5の外表面からわずかな間隙を有して支持される。一方で、ロータ5が回転している場合においては、高圧側と低圧側との差圧の作用により、軸シール装置11に対して径方向内側に付勢する圧力が生じる。言い換えると、薄板20の内周側端部26とロータ5の外表面との間隙は、ロータ5の停止時に比して、小さくなる。

[0050] このように、ACCシステム50を設けることにより、薄板20とロータ5との間に間隙が設けられる。したがって、起動時にロータ5と薄板20が摺接することで発生する摩耗が抑止される。加えて、ロータ5の運転状態にあっては、付勢部材51による力と上述の浮上力FLが均衡するため、安定的にシール効果を得ることができる。さらに、運転時に大きな熱変形を伴う箇所においても、シール体を採用することができる。

[0051] 以上、本発明の実施形態、及び実施例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。

産業上の利用可能性

[0052] 上述した軸シール装置は、遠心圧縮機やガスタービン等の回転機械に適用することが可能である。このような軸シール装置及び回転機械では、ロータの運転状態において、フラッターの発生を抑制することができる。

符号の説明

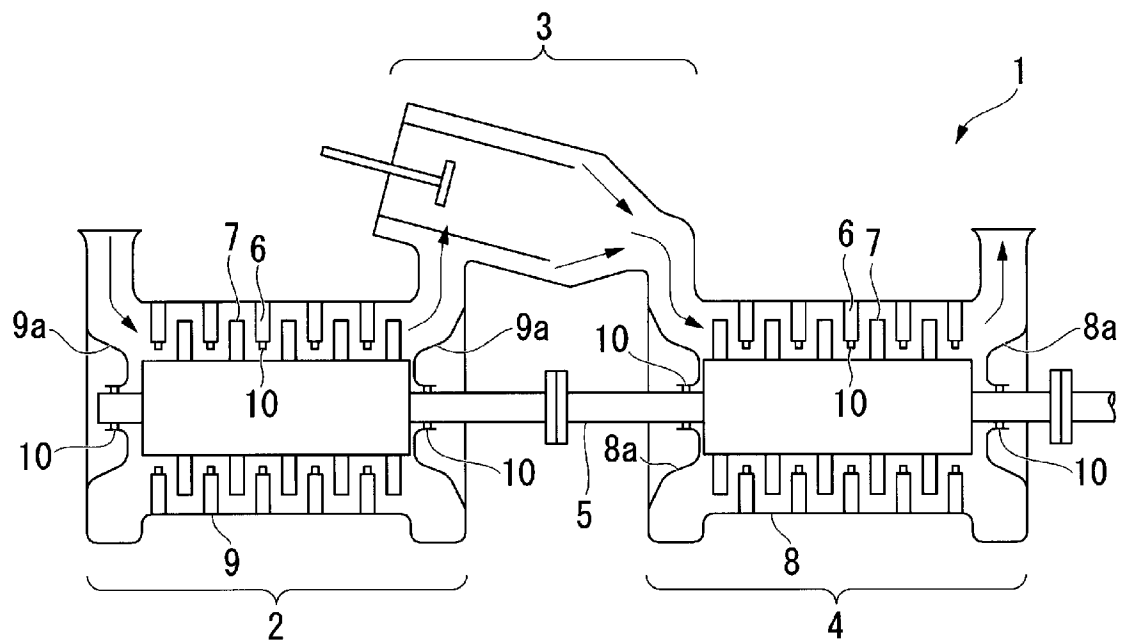
- [0053]
- | | |
|---|--------------|
| 1 | 回転機械（ガスタービン） |
| 2 | 圧縮機 |
| 3 | 燃焼器 |
| 4 | タービン |
| 5 | ロータ |
| 6 | 静翼 |

- 7 動翼
- 8 ケーシング
- 8 a、9 a 軸受部
- 10 シール体
- 11 軸シール装置
- 12 周方向端部
- 20 薄板
- 20 a 切欠き部
- 20 p 上面
- 20 q 下面
- 21、22 保持リング
- 23 高压側側板
- 24 低压側側板
- 26 内周側端部
- 27 外周側基端
- 28 接触部
- 28 b 非接触部
- 29 湾曲部
- 30 ハウジング
- 31 凹溝
- 40 a、40 b、40 c ガス圧力分布
- 50 ACCシステム
- 51 付勢部材
- 121、122 保持リング
- FL 浮上力
- g 隙間
- G 作動流体
- r1、r2 角部

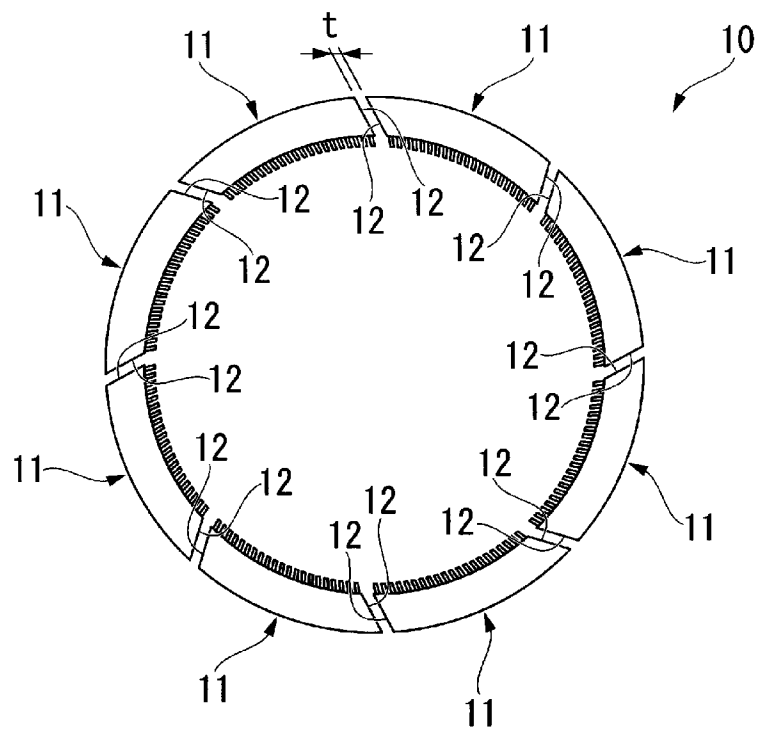
請求の範囲

- [請求項1] 軸線回りに回転するロータの外周面に対向して配置されるハウジングと、前記ハウジングから前記ロータ径方向内側に向かって延びて前記ロータの周方向に複数の薄板が積層されたシール体からなる軸シール装置において、
- 前記薄板が前記ロータ回転方向前後方向の他の薄板と面接触して前記径方向内側の端部を含む領域から形成される接触部と、
- 該接触部の径方向外側の領域から形成されて前記他の薄板に非接触となる非接触部と、を有する軸シール装置。
- [請求項2] 該薄板を間に挟み低圧側及び高圧側にそれぞれ低圧側側板及び高圧側側板が設けられ、前記低圧側側板からの薄板の露出が高圧側より大きい請求項1に記載の軸シール装置。
- [請求項3] 前記薄板が前記ロータに接触していない状態で、回転方向前後方向の他の薄板と面接触する請求項1又は2に記載の軸シール装置。
- [請求項4] 前記シール体と前記ハウジングとの間に設けられて、前記シール体を前記径方向外側に付勢する付勢部材を有する請求項1から3のいずれか一項に記載の軸シール装置。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれか一項に記載の軸シール装置を備える回転機械。

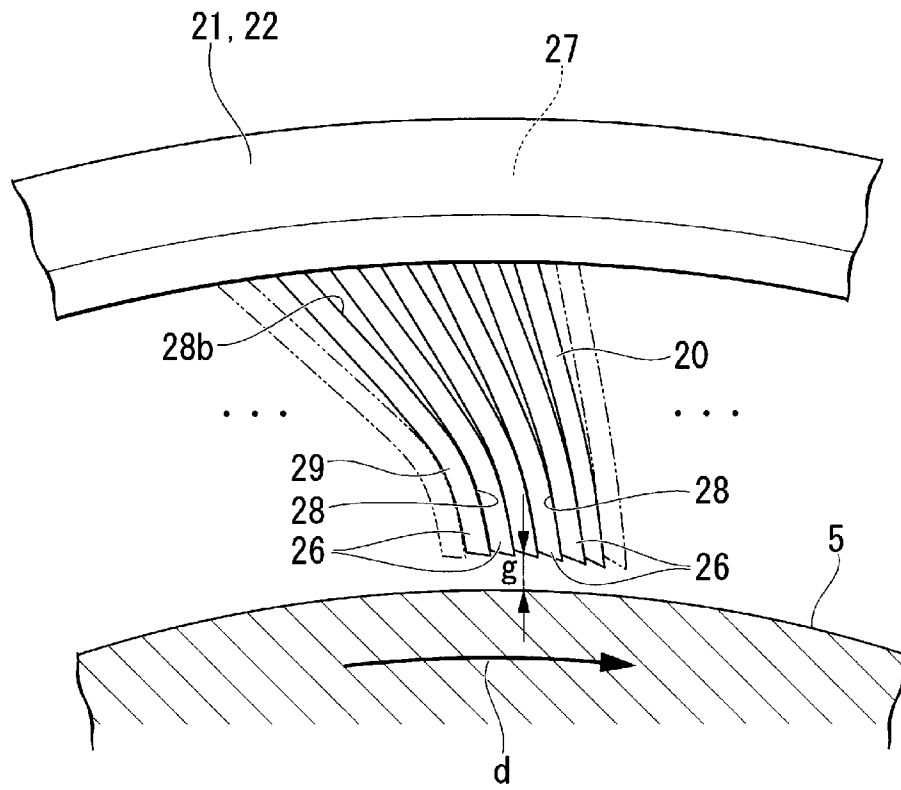
[図1]



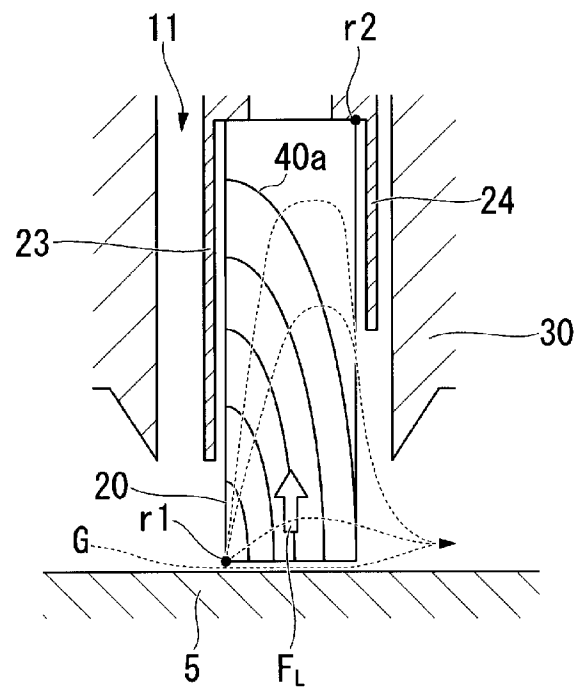
[図2]



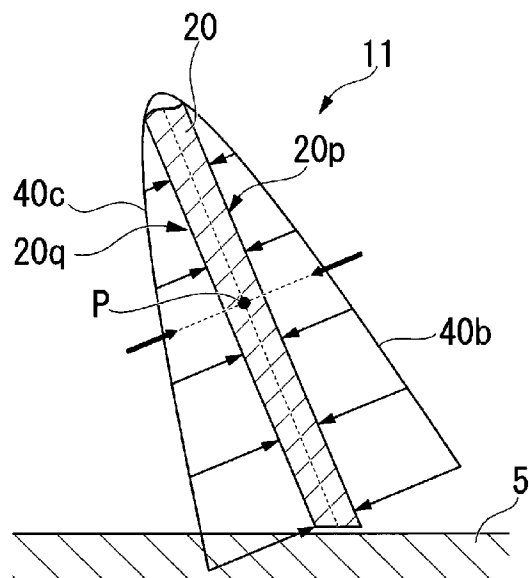
[図4]

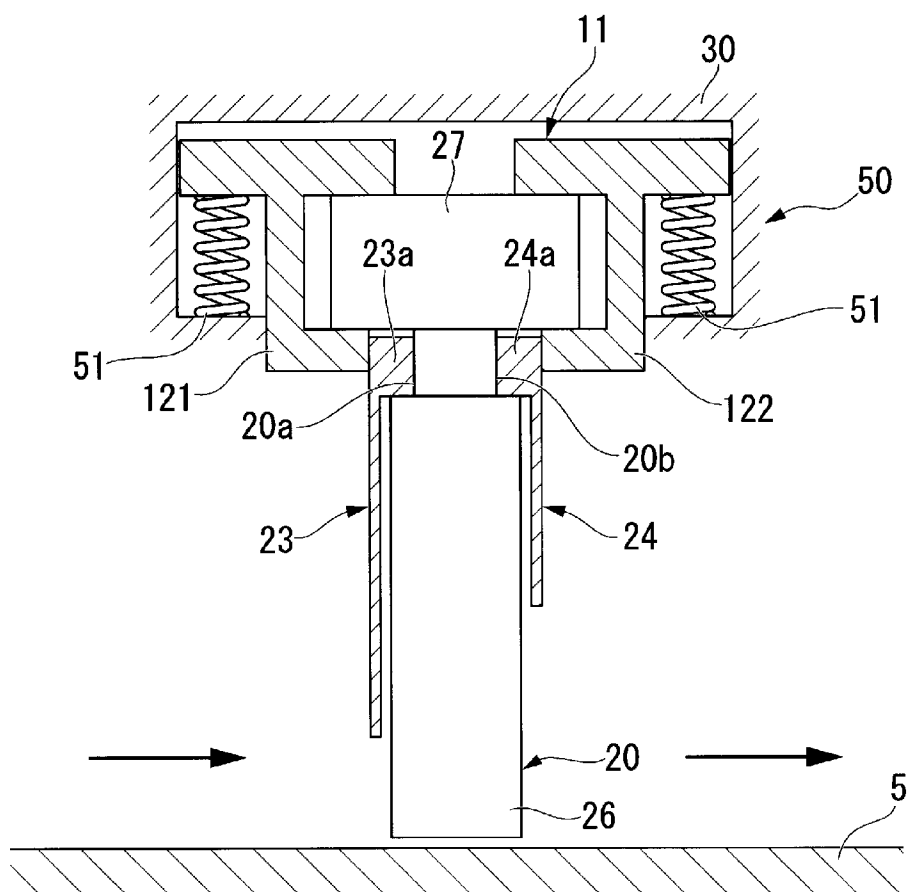


[図5A]



[図5B]





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/052143

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16J15/22(2006.01)i, F01D11/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16J15/22, F01D11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2013/0154199 A1 (David Stephen WILLIAMS), 20 June 2013 (20.06.2013), paragraphs [0023] to [0024]; fig. 3 to 4 & EP 2604894 A1	1, 3, 5 2-5
Y	JP 2007-132432 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 May 2007 (31.05.2007), fig. 2, 4 & US 2007/0102886 A1 & EP 1785648 A2	2-5
Y	JP 2009-185811 A (General Electric Co.), 20 August 2009 (20.08.2009), paragraph [0011]; fig. 1 to 2 & US 2009/0196742 A1 & DE 102009003423 A & FR 2927140 A	4-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 April 2015 (06.04.15)

Date of mailing of the international search report
21 April 2015 (21.04.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F16J15/22(2006.01)i, F01D11/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F16J15/22, F01D11/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	US 2013/0154199 A1 (David Stephen WILLIAMS) 2013.06.20, 段落[0023]-[0024], FIG. 3-4 & EP 2604894 A1	1, 3, 5 2-5
Y	JP 2007-132432 A (三菱重工業株式会社) 2007.05.31, 【図 2】, 【図 4】 & US 2007/0102886 A1 & EP 1785648 A2	2-5
Y	JP 2009-185811 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ) 2009.08.20, 段落[0011], Fig. 1-2 & US 2009/0196742 A1 & DE 102009003423 A & FR 2927140 A	4-5

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

中尾 麗

3 W

4 0 2 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 7