(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5178385号
(P5178385)
(45)発行日　平成25年4月10日(2013.4.10)　(24)登録日　平成25年1月18日(2013.1.18)

(51)Int.Cl.　F I
F16J 15/40 (2006.01)　F16J 15/40 B

請求項の数 6　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2008-203103(P2008-203103)
(22)出願日　平成20年8月6日(2008.8.6)
(65)公開番号　特開2010-38291(P2010-38291A)
(43)公開日　平成22年2月18日(2010.2.18)
審査請求日　平成22年11月2日(2010.11.2)

(73)特許権者　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100145816
弁理士　鹿股　俊雄
(74)代理人　100087332
弁理士　猪股　祥晃
(74)代理人　100081189
弁理士　猪股　弘子
(74)代理人　100122921
弁理士　志村　博
(72)発明者　山下　達雄
東京都港区芝浦一丁目１番１号　株式会社東芝内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】回転軸シール装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
円周方向に複数個に分割されたリング状の非回転側摺動部材と、前記非回転側摺動部材の外周に巻回され、内周側へ押圧する弾性体とからなり、回転時に前記非回転側摺動部材の内周面と回転軸外表面との間にシール隙間を形成する、回転機械用の回転軸シール装置において、
隣り合う前記非回転側摺動部材の分割片の摺接面は平面又は曲面であり、半径方向軸線に対して回転軸の回転方向に傾斜しているとともに、回転時において前記非回転側摺動部材の各分割片の回転上流側のシール隙間が回転下流側のシール隙間よりも広いことを特徴とする回転軸シール装置。
【請求項２】
前記摺接面は、平面であり、半径方向軸線に対して回転軸の回転方向に１０°～７０°傾斜していることを特徴とする請求項１に記載の回転軸シール装置。
【請求項３】
前記非回転側摺動部材の各分割片は、回転軸外表面と対向する内周面にシール流体入口ポケットと回転下流側に連なるシール流体昇圧ポケットからなる動圧ポケットを形成し、前記動圧ポケットは、分割片を半径方向外側へ移動させる力の中心位置が分割片の中心から円周方向の回転上流側へずれるような形状、配置としたことを特徴とする請求項１又は２に記載の回転軸シール装置。
【請求項４】

前記動圧ポケットの端部を傾斜させたことを特徴とする請求項３に記載の回転軸シール装置。
【請求項５】
前記摺接面は、軸方向の段差を有することを特徴とする請求項１ないし４のいずれか１項に記載の回転軸シール装置。
【請求項６】
前記軸方向の段差は、円周方向に一方が凸形状で他方がこれと嵌まり合う凹形状であることを特徴とする請求項５に記載の回転軸シール装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、回転機械に使用する回転軸シール装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
気体又は液体を作動流体とする回転機械おいては、円周方向に複数に分割された非回転側摺動部材を持つ回転軸シール装置が用いられる。この回転軸シール装置は、特に回転軸などの回転体が回転機械内部の圧力隔壁を貫通する部分に設けられる動圧シールの機能を有するものであって、高圧側と低圧側との圧力差が生ずる部分に使用される。
【０００３】
図８は、従来の回転軸シール装置を使用した回転機械を説明する図である。
蒸気タービンのような回転機械では、回転軸１０１を有する回転体１０２を矢印で示す蒸気のような作動流体で回転させ、運動エネルギを回転軸端から得るか、あるいは回転軸を回転させて作動流体にエネルギを伝達し、さまざまな用途に利用する。したがって、機械内部に満たされる作動流体の圧力は、機械が設置されている場所の外気圧力と異なる場合が多い。また機械内部においても多段の軸流ターボ機械などの場合、高圧室１０３、低圧室１０４など圧力が異なる複数の部屋に分割されており、各々の境界に圧力隔壁１０５を設けている。これらの圧力容器１０６あるいは圧力室の内部に回転軸１０１を配置するためには、圧力容器又は各圧力隔壁を回転軸１０１が貫通する必要があり、貫通孔から作動流体の漏洩を防止するために回転軸シール装置１０７が必要となる。動圧シールの機能を有する回転軸シール装置も従来から使用されており（特許文献１～３参照）、以下、これについて説明する。
【０００４】
図９は、従来の回転軸シール装置の断面図である。
回転軸２０３には回転側摺動部材２０１が取り付けられており、回転側摺動部材２０１は回転軸２０３と一体となって回転する。蒸気タービンなどで回転軸２０３の一部を回転側摺動部材２０１として使用する場合がある。回転側摺動部材２０１の外周側には、ケーシングに固定されたホルダ２０４を設置し、その中に円弧状の非回転側摺動部材２０２が回転側摺動部材２０１を取り囲むように取り付けられている。更に非回転摺動部材２０２は、その外周側に例えばコイルばねなどから構成される弾性体２０５で円周方向に連結して配置され、かつ半径方向に回転側摺動部材２０１の外周面に対して押圧されるか、もしくは数μｍ～数十μｍのシール隙間２０６を保つ構造となっている。非回転側摺動部材２０２をばねによりホルダ２０４に対し軸方向に押圧してもよい。
【０００５】
図１０は、従来の回転軸シール装置の非回転側摺動部材の分割形状を表す正面図である。
非回転側摺動部材２０２は円周方向に複数に分割されており、隣り合う非回転側摺動部材２０２の摺接面２０７は半径方向に直線をなす平面である。各非回転側摺動部材２０２の分割片は、外径円弧面２０８と内径円弧面２０９を上記摺接面２０７で囲むアーチ形状である。非回転摺動部材２０２を円周方向に分割しているので、機器の組立性及び保守性に優れている。

【０００６】
非回転側摺動部材２０２の各分割片には、シール部を形成するシール隙間２０６に動圧を生じ易くさせるために、内周面に動圧ポケットを設けた構造のものもある。
【０００７】
図１１は、従来の動圧ポケットを持つ回転軸シール装置の正面図である。
図１２は、動圧ポケットを持つ回転軸シール装置のシール部を説明する図であり、（ａ）は非回転摺動部材のシール部の展開図（図１１のＡＡ矢視図）、（ｂ）はシール部を平面に展開したときの断面図（（ａ）のＢＢ断面図）、（ｃ）はシール隙間に生ずる動圧の分布を示す図である。
【０００８】
図１１及び図１２（ａ）～１２（ｃ）に示すように、非回転側摺動部材２０２の各分割片には、回転軸外表面と対向する内周面に動圧ポケットであるシール流体入口ポケット２１０と回転下流側に連なるシール流体昇圧ポケット２１１を形成している。シール流体入口ポケット２１０は、シール流体昇圧ポケット２１１より深い凹部であり、側面が開口している。回転機械の作動流体であるシール流体がシール隙間内部に入り易くし、図１２（ｃ）に示すように円周方向に行き止まりとなったシール流体昇圧ポケット２１１で動圧量を増幅する。
【特許文献１】特開平９－１４４５５号公報
【特許文献２】特開２０００－３５２４６７号公報
【特許文献３】特開２００２－１２２２４３号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
従来の回転軸シール装置は、円周方向に複数に分割した非回転側摺動部材２０２を有し、非回転側摺動部材の分割片間に摺接面を持つが、回転軸が回転することによって、回転軸表面と非回転側摺動部材分割片の内面とのシール隙間２０６に動圧が生じ、機械内部の流体の漏洩を防ぐシール機能を発揮する。
【００１０】
図１３は、非回転側摺動部材の分割片が外径側に移動する状態を表す図である。
回転軸２０３の回転中に非回転側摺動部材２０２の分割片はその内周面に動圧を受け、半径方向の外径側に向かう力を受ける。一方、非回転側摺動部材２０２の分割片は、外周を弾性体２０５で巻回され半径方向内周側への押圧力を受けており、これらの力が釣合う位置まで、各非回転側摺動部材２０２の分割片は、半径方向の外径側に移動する。
【００１１】
非回転側摺動部材２０２の分割片は、半径方向への移動により配置される直径が大きくなるが、各非回転側摺動部材２０２の円周方向長さは変わらないため各摺接面２０７に隙間２１２ができてしまう。
よって非回転側摺動部材２０２の分割片間の摺接面２０７に機械内部の流体が吹き抜け、漏洩が生じる。
【００１２】
そこでシール隙間２０６に動圧を生じ、シール機能を発揮した状態においても、非回転側摺動部材２０２の分割片間の摺接面２０７に隙間２１２ができないような形状あるいは構造を持ち、流体の漏洩量の低減を可能とすることが課題となっている。
【００１３】
本発明の目的は、非回転側摺動部材の分割片間の摺接面に隙間ができないようにして、摺接面からの流体の漏洩量の低減を可能とした回転軸シール装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１４】
上記課題を解決するため、本発明の回転軸シール装置は、円周方向に複数個に分割されたリング状の非回転側摺動部材と、前記非回転側摺動部材の外周に巻回され、内周側へ押

圧する弾性体とからなり、回転時に前記非回転側摺動部材の内周面と回転軸外表面との間にシール隙間を形成する、回転機械用の回転軸シール装置において、隣り合う前記非回転側摺動部材の分割片の摺接面は平面又は曲面であり、半径方向軸線に対して回転軸の回転方向に傾斜しているとともに、回転時において前記非回転側摺動部材の各分割片の回転上流側のシール隙間が回転下流側のシール隙間よりも広いことを特徴とする。

【発明の効果】

【００１５】

本発明により、非回転側摺動部材の隣り合う分割片の摺接面に隙間ができず、摺接面からの流体の漏洩量の低減が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

本発明に係る回転軸シール装置の実施形態について、図面を参照して説明する。

（実施形態１）

図１は、実施形態１に係る回転軸シール装置の非回転側摺動部材の分割形状を表す正面図、図２は、回転軸シール装置に動圧が生じたときの非回転側摺動部材の分割片が移動する状態を表す正面図である。

【００１７】

図１において蒸気タービンのような回転機械の回転軸すなわち回転側摺動部材１の外周側には、ケーシングに固定されたホルダを設置し、回転側摺動部材１を取り巻くように非回転摺動部材２をリング状に配置する。非回転摺動部材２は、円周方向に複数個の分割片からなっている。回転軸外表面と非回転側摺動部材２の内周面の間はシール部であり、従来の回転軸シール装置と同様に半径方向に一定のシール隙間６を設けておく。隣り合う非回転側摺動部材２の分割片は摺接面７で接しており、摺接面７が半径方向軸線Ｌに対して傾斜した面となるようにする。各非回転側摺動部材２の分割片は、外径円弧面８と内径円弧面９を上記摺接面７で囲むアーチ形状である。なお、非回転側摺動部材２は、ホルダに対してピン（不図示）により回り止めされている。

【００１８】

回転側摺動部材１が回転することによってシール隙間６に動圧が生じ、高圧側の流体が低圧側への吹き抜けを防ぐ。同時に非回転側摺動部材２の分割片は内周面に動圧を受けることにより外周側に移動しようとする。一方、非回転側摺動部材２の分割片の外周側は従来と同様にコイルばねなどの弾性体５を巻回し内周側へ押圧力を受けている。したがって非回転側摺動部材２の分割片は、内周面に作用する動圧力と外周に作用する押圧力がつり合う位置まで半径方向に移動し、シール隙間６が広がる。このとき、分割片が半径方向へ移動する際に摺接面７に沿って移動するため、図２に示すよう半径方向に対して傾いて外周側に移動し互いの摺接面７の接触状態を保つ。摺接面７が傾斜しているためほとんど面接触が達成できる。

【００１９】

更に、摺接面７が半径方向軸線Ｌに対して回転軸の回転方向に傾斜しているため、摺接面７に沿って傾きながら分割片が半径方向外周側に移動すると図２に示すように分割片の回転上流側のシール隙間６ａは回転下流側のシール隙間６ｂより広くなる。

【００２０】

非回転摺動部材２の分割片は、従来の回転軸シール装置（図１１）と同様に回転軸外表面と対向する内周面に動圧ポケットであるシール流体入口ポケットとシール流体昇圧ポケットを設けるが、本発明では分割片が傾くように動圧を制御するために、形状及び配置を工夫している。

【００２１】

図３は、非回転摺動部材のシール部の動圧ポケットを説明する図であり、（ａ）は形状例を表す断面図、（ｂ）はシール隙間に生ずる動圧分布を示す図である。

図３（ａ）に示すようにシール流体入口ポケット１０と回転下流側に連なるシール流体昇圧ポケット１１からなる動圧ポケットの形状及び配置を調整する。例えば、従来の回転

軸シール装置の動圧ポケット（図１２）と比べて全体的に円周方向の寸法を短くする共に、回転下流側に位置をずらし、シール流体昇圧ポケット１１の端部に傾斜を付けている。これにより図３（ｂ）に示すようにシール隙間に生じる動圧の分布を調整し、分割片を半径方向外側へ移動させる力の中心位置を分割片の中心から円周方向の回転上流側へずらして、分割片を積極的に傾かせることができる。

【００２２】

上記のようにシール隙間６に動圧が生じ、シール機能を発揮した状態においても、非回転側摺動部材２の分割片は摺接面７の接触が保たれるため、分割片間の摺接面７の隙間をなくし、分割片間からの吹き抜けを防ぐことができ、流体の漏洩量を低減することが可能となる。更に分割片の回転上流側のシール隙間６ａが回転下流側のシール隙間６ｂより広くなることから、回転によるシール隙間にシール流体を巻き込み易くなり、シール隙間６における動圧の発生が容易となり、漏洩量の低減が可能となる。

【００２３】

図４は、摺動面の傾斜角度と増加漏洩量比を示す図である。

図１に示すように摺接面７を平面とし、半径方向軸線Ｌに対する傾斜を分割片の回転下流側に１０°～７０°の範囲にした形状とする。

【００２４】

摺接面７に沿って１０°～７０°の範囲で傾きながら分割片が半径方向外側に移動し、図２に示したように分割片の回転上流側のシール隙間６ａは、傾斜角度に応じた範囲で回転下流側のシール隙間６ｂより広くなる。

【００２５】

図４に示すように摺接面７の傾斜角度が０°～１０°では分割片が摺接面７の接触を保ちつつ傾きながら半径方向外側へ移動する際に、摺接面７の傾斜角度が小さいために接触状態を保ち難く、分割片間の隙間が生じ易く流体の漏洩量が増加する。一方、摺接面が７０°～９０°の範囲では分割片が半径方向外側へ移動した際に摺接面７の接触状態は保たれ易いが、摺接面７の角度が大きくなるに従い、同じ半径方向外側への移動距離でも回転上流側と回転下流側のシール隙間６ａ，６ｂの差が大きくなる。このため回転上流側のシール隙間６ａが広くなりすぎることから、シール隙間６内に生ずる動圧が保たれず、この範囲の吹き抜け量が多くなり、流体の漏洩量が増加する。

摺接面の傾斜角度が１０°～７０°の範囲では、上記漏洩量の増加の防止が可能となる。

【００２６】

（実施形態２）

図５は、実施形態２に係る回転軸シール装置の非回転側摺動部材の分割形状を表す正面図である。

【００２７】

本実施形態では、図５に示すように非回転側摺動部材２の分割片の摺接面７が半径方向軸線に対して傾斜した曲面であり、その曲面は、例えば半径方向に曲率半径が増加するようにする。

【００２８】

非回転摺動部材２の分割片が半径方向へ移動する際に、曲面をなした摺接面に沿って移動し互いの摺接面の接触状態を保つ。

これにより、各分割片はシール隙間６に動圧が生じると傾きながら半径方向外側へ移動するが、摺接面７が曲面になっているため移動が円滑になり、摺接面７の接触状態を保つことが容易になり、また、摺接面７においてほとんど面接触が達成できる。したがって、漏洩量の増加の防止が可能となる。

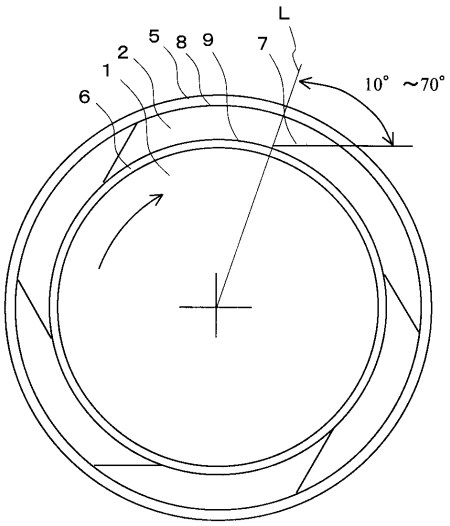
【００２９】

（実施形態３）

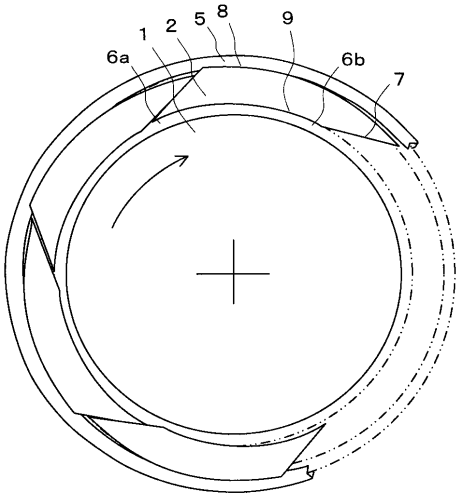
図６は、実施形態３に係る回転軸シール装置の非回転側摺動部材を説明する図であり、（ａ）は分割形状を表す正面図、（ｂ）は摺接面の形状を表す図である。

【００３０】
本実施形態では、非回転摺動部材の分割片は、実施形態１又は２における非回転摺動部材２の分割片の摺接面７の形状に加え、摺接面７が図６（ａ）及び図６（ｂ）に示すように軸方向の段差１２を持ち、互いが嵌まり合う形状をしている。
【００３１】
摺接面７が軸方向に段差を持つことから分割片の半径方向の位置に係わらず、摺接面７の接触状態を保つことが可能となる。
これにより、分割片間の摺接面７の隙間が無くなり、漏洩量の低減が可能となる。
【００３２】
図７は、非回転側摺動部材の摺接面の他の形状を表す図である。
実施形態１又は２の非回転摺動部材２における分割片の摺接面７の形状に加え、摺接面７が円周方向に凸部１３及びこれに嵌まり合う凹部１４を持つ形状をしている。
【００３３】
摺接面７が円周方向に互いに嵌まり合う凹凸部を持つことから分割片の半径方向の位置に係わらず軸方向の摺接面７の接触状態を保つことが可能となる。
これにより、分割片間の摺接面７の隙間が無くなり、漏洩量の低減が可能となる。
【図面の簡単な説明】
【００３４】
【図１】実施形態１に係る回転軸シール装置の非回転側摺動部材の分割形状を表す正面図。
【図２】回転軸シール装置に動圧が生じたときの非回転側摺動部材の分割片が移動する状態を表す正面図。
【図３】非回転側摺動部材のシール部の動圧ポケットを説明する図であり、（ａ）は形状例を表す断面図、（ｂ）はシール隙間に生ずる動圧分布を示す図。
【図４】摺動面の傾斜角度と増加漏洩量比を示す図。
【図５】実施形態２に係る回転軸シール装置の非回転側摺動部材の分割形状を表す正面図。
【図６】実施形態３に係る回転軸シール装置の非回転側摺動部材を説明する図であり、（ａ）は分割形状を表す正面図、（ｂ）は摺接面の形状を表す図。
【図７】非回転側摺動部材の摺接面の他の形状を表す図。
【図８】従来の回転軸シール装置を使用した回転機械を説明する図。
【図９】従来の回転軸シール装置の断面図。
【図１０】非回転側摺動部材の分割形状を表す正面図。
【図１１】従来の動圧ポケットを持つ回転軸シール装置の正面図。
【図１２】動圧ポケットを持つ回転軸シール装置のシール部を説明する図であり、（ａ）は非回転摺動部材のシール部の展開図（図１１のＡＡ矢視図）、（ｂ）はシール部を平面に展開したときの断面図（（ａ）のＢＢ断面図）、（ｃ）はシール隙間に生ずる動圧の分布を示す図。
【図１３】非回転側摺動部材の分割片が外径側に移動する状態を表す図。
【符号の説明】
【００３５】
１…回転側摺動部材（回転軸）、２…非回転側摺動部材、５…弾性体、６…シール隙間、７…摺接面、８…外径円弧面、９…内径円弧面、１０…シール流体入口ポケット、１１…シール流体昇圧ポケット、１２…軸方向の段差、１３…軸方向の凸部、１４…軸方向の凹部。

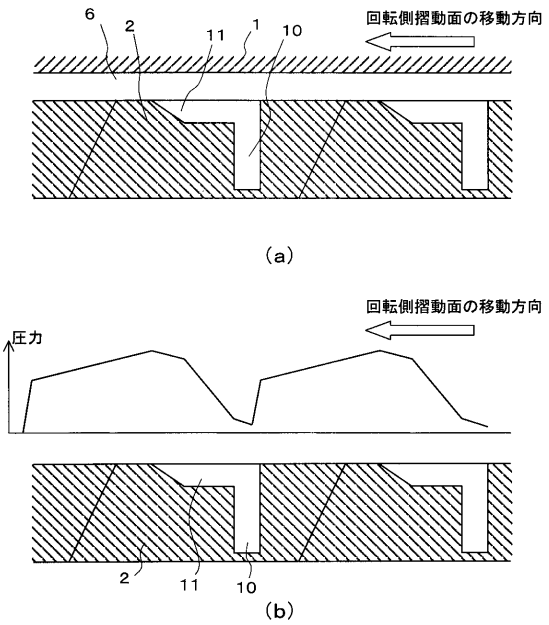
【図１】


L
5
8
9
7
2
1
6
10° ～70°

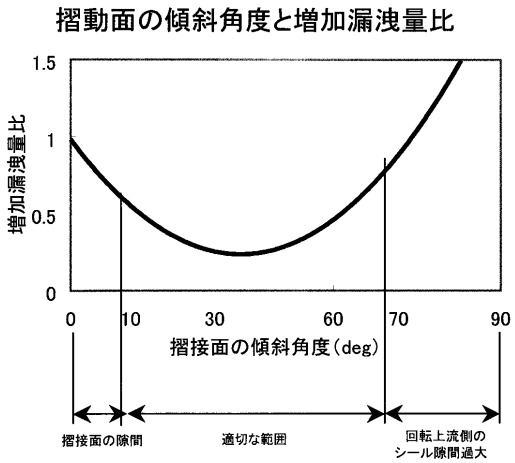
【図２】


1
2
5
8
9
6a
6b
7

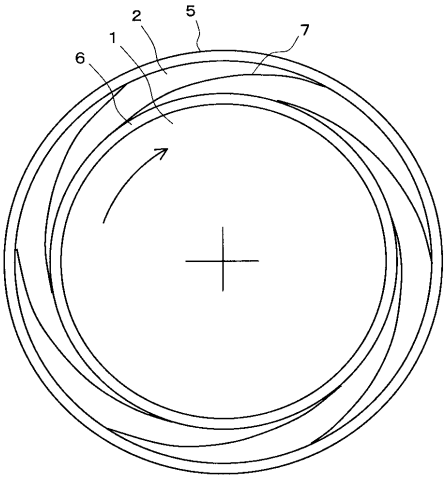
【図３】


6
2
11
1
10
回転側摺動面の移動方向
(a)
回転側摺動面の移動方向
圧力
2
11
10
(b)

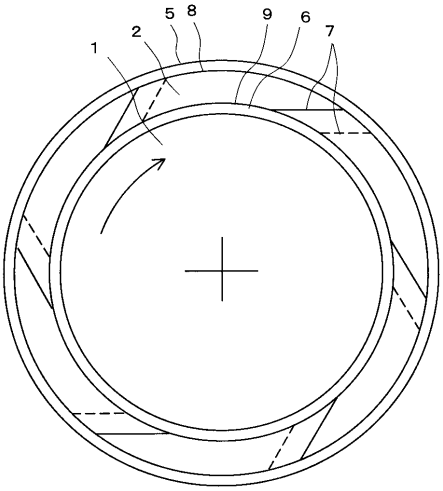
【図４】


摺動面の傾斜角度と増加漏洩量比
増加漏洩量比
1.5
1
0.5
0
0
10
30
60
70
90
摺接面の傾斜角度(deg)
摺接面の隙間
適切な範囲
回転上流側の
シール隙間過大

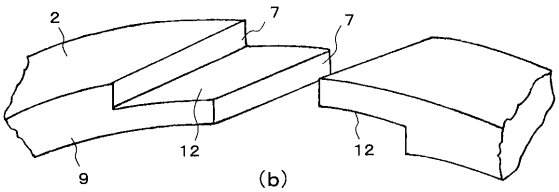
【図５】



【図６】

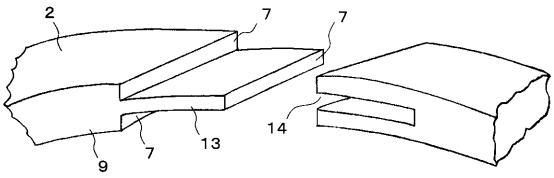


(a)

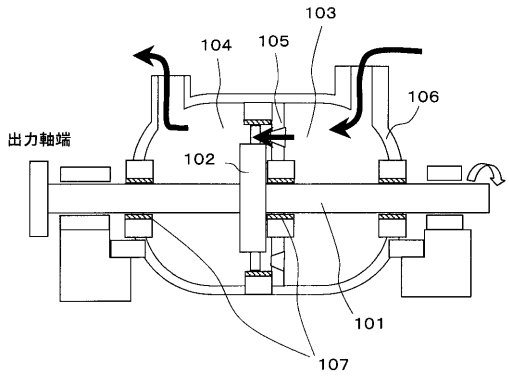


(b)

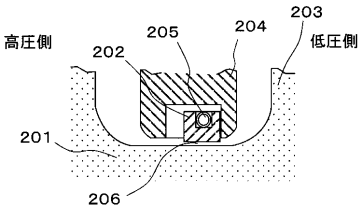
【図７】

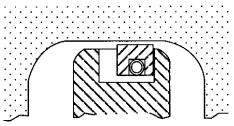


【図８】

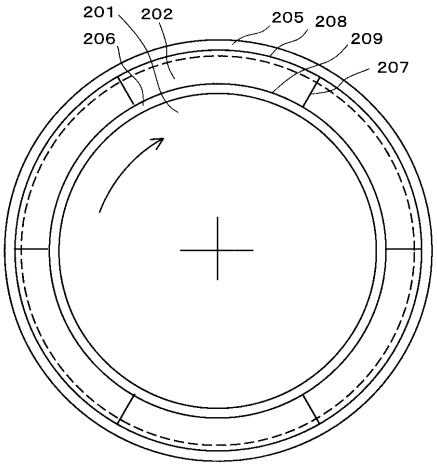


【図９】

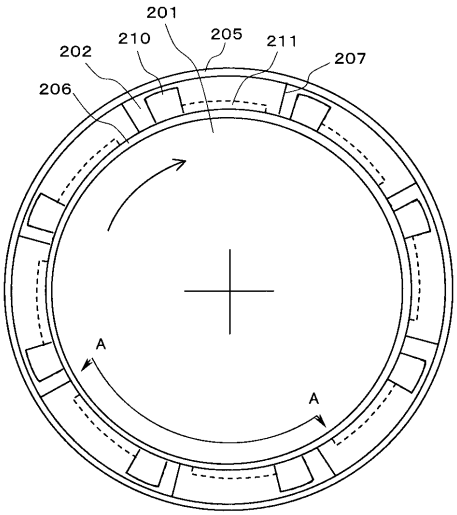




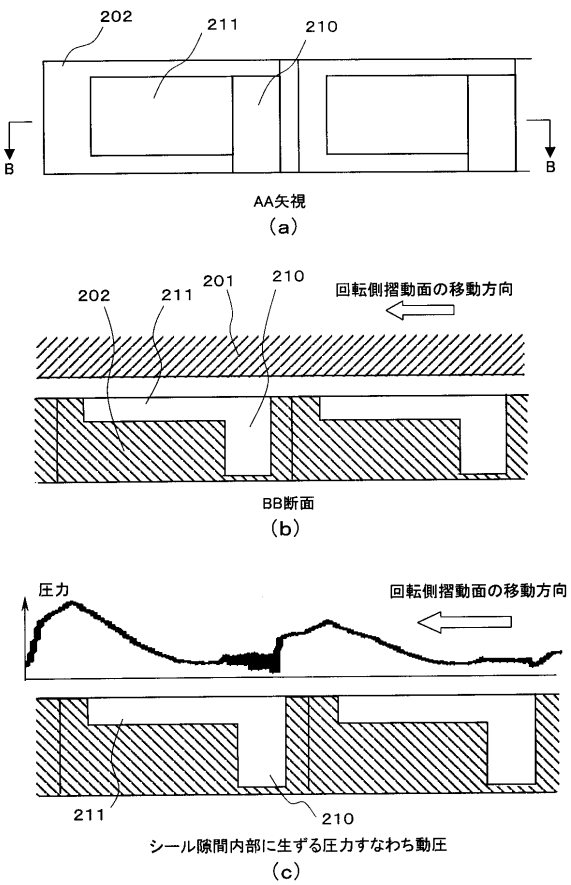
【図１０】



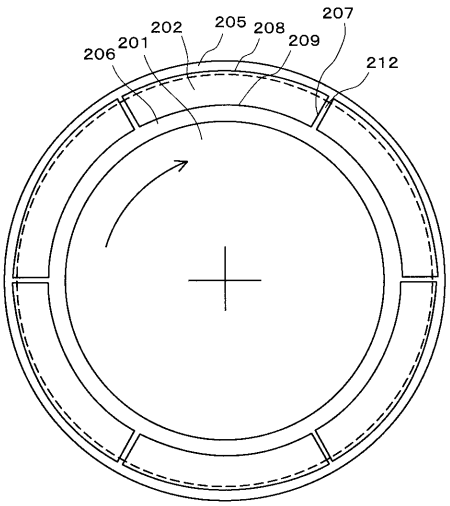
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

(72)発明者　三上　誠
東京都港区芝浦一丁目１番１号　株式会社東芝内

審査官　岩田　健一

(56)参考文献　実開平０１－０７８７７２（ＪＰ，Ｕ）
特開平０９－２１０２１１（ＪＰ，Ａ）
実開平０１－１４６０６９（ＪＰ，Ｕ）
実開平０３－０５７５６６（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｊ　１５／１６－１５／３０
Ｆ１６Ｊ　１５／３４－１５／５２