(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4944080号
(P4944080)
(45)発行日　平成24年5月30日(2012.5.30)　(24)登録日　平成24年3月9日(2012.3.9)

(51)Int.Cl.　　F I
F16K 11/074 (2006.01)　　F16K 11/074 Z
B01D 53/06 (2006.01)　　B01D 53/06 A

請求項の数 10　外国語出願　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願2008-276506 (P2008-276506)
(22)出願日　平成20年10月28日 (2008.10.28)
(65)公開番号　特開2009-150533 (P2009-150533A)
(43)公開日　平成21年7月9日 (2009.7.9)
審査請求日　平成20年12月26日 (2008.12.26)
(31)優先権主張番号　11/926,424
(32)優先日　平成19年10月29日 (2007.10.29)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　591035368
エア　プロダクツ　アンド　ケミカルズ　インコーポレイテッド
ＡＩＲ　ＰＲＯＤＵＣＴＳ　ＡＮＤ　ＣＨＥＭＩＣＡＬＳ　ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国　ペンシルヴェニア　アレンタウン　ハミルトン　ブールヴァード　７２０１
７２０１　Ｈａｍｉｌｔｏｎ　Ｂｏｕｌｅｖａｒｄ，　Ａｌｌｅｎｔｏｗｎ，　Ｐｅｎｎｓｙｌｖａｎｉａ　１８１９５－１５０１，　ＵＳＡ
(74)代理人　100099759
弁理士　青木　篤

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ロータリーバルブ及びロータリーバルブを含む圧力スイング吸着システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
供給側固定子接合表面、供給側固定子背面、及び供給側固定子接合表面と供給側固定子背面とを接続する複数のポートを含む供給側固定子、
供給側回転子接合表面、供給側回転子背面、及び供給側固定子の複数の固定子ポートの間に流体の流れを導くため供給側回転子接合表面に配置された複数のポートを含み、供給側固定子に隣接する供給側回転子であって、供給側回転子表面に直交する軸線の周りを回転可能な供給側回転子、
供給側回転子と係合し、製品側回転子接合表面、製品側回転子背面、製品出口、及び複数のポートあって該複数のポートの間に流体の流れを導くため上記接合表面に配置された複数のポートを含む製品側回転子であって、この製品側回転子の面に直交する軸線の周りを回転可能な製品側回転子、
製品側固定子接合面、製品側固定子背面、及び製品側固定子接合面と製品側固定子背面とを接続する複数のポートを含み、製品側回転子に隣接する製品側固定子、及び、
供給側回転子背面及び製品側回転子背面にかかる力の中心にバネ力を適用するようにされ、供給側回転子と製品側回転子の間に配置される少なくとも１つの圧縮バネであって、バネ力の力の中心が回転軸からゼロより大きい所定の距離のところに位置しており、該バネ力はバルブが作動状態にあるとき供給側回転子と製品側回転子を回すのに必要とされるトルクを最小限にするようにされている圧縮バネ、
を含み、供給側回転子及び製品側回転子が回転中心軸の周りを回転するようにされている

、循環プロセス操作を実施するためのロータリーバルブ。
【請求項２】
供給側回転子と製品側回転子の間で少なくとも１つの圧縮バネを定位置に固定して配置するようにされた製品側回転子背面に位置する少なくとも１つのバネ位置設定表面構造と向かい合わせて供給側回転子背面に配置された少なくとも１つのバネ位置設定表面構造を更に含む、請求項１に記載のロータリーバルブ。
【請求項３】
供給側回転子と製品側回転子の間で２つ以上の圧縮バネを定位置に固定して配置するように、２つ以上のバネ位置設定表面構造が供給側回転子背面に回転軸を通過する平面との関係において対称的に、製品側回転子背面に同じように設けられた２つ以上のバネ位置設定表面構造に向かい合って位置している、請求項１に記載のロータリーバルブ。
【請求項４】
ポートを有する固定子ハウジング、
ポートと背面を含む回転子であって、回転中心軸の周りを回転可能な形で固定子ハウジングと界面で接触している回転子、
回転子背面とスラストランナーの間に配置されたバネ力の力の中心を有し、バネ力の力の中心が回転軸からゼロより大きい所定の距離のところに位置する、少なくとも１つの圧縮バネ、
スラストランナーと固定子ハウジングの間に配置されたスラストベアリング、
を含み、
該少なくとも１つの圧縮バネは、バルブが作動状態にあるとき、所定のバネ力に対して回転子を回すのに必要とされる最小トルクをもたらす力の中心を回転子背面に有するバネ力を適用するようにされている、循環プロセス操作を実施するためのロータリーバルブ。
【請求項５】
回転子背面に少なくとも１つのバネ位置設定表面構造を更に含む、請求項４に記載のロータリーバルブ。
【請求項６】
バネ位置設定表面構造の少なくとも１つの鏡像対が、回転軸を通過する平面と対称的に回転子背面に位置している、請求項４又は５に記載のロータリーバルブ。
【請求項７】
複数の吸着床、及び
１以上の回転子を有し、回転軸の周りを回転するようにされているロータリーバルブであって、該複数の吸着床に接続されて圧力スイング吸着プロセスの間に該複数の吸着床へ流れを導くようにされているロータリーバルブ、
を含む圧力スイング吸着システムであって、該ロータリーバルブが更に、
少なくとも１つの圧縮バネ、
供給側固定子、及び
製品側固定子、
を含み、
該少なくとも１つの圧縮バネは、力の中心が該１以上の回転子をバネ力に対して回すのに必要とされるトルクの量を最小限にするバネ力を該１以上の回転子に対して適用するようにされたバネ力をもち、該バネ力の力の中心は回転中心軸からゼロより大きい所定の距離のところに位置しており、
該供給側固定子は、次のもの、すなわち、
供給側固定子接合表面、
供給側固定子背面、及び
供給側固定子接合表面と供給側固定子背面とを接続する複数の供給側固定子ポート、
を含み、
該１以上の回転子は、製品側回転子と係合された供給側回転子を含んでいて、
ここで、該供給側回転子は、供給側回転子接合表面、供給側回転子背面、及び複数の供

給側固定子ポートの間に流体の流れを導くため供給側回転子接合表面に配置された複数の供給側回転子ポートを含み、該供給側回転子は供給側回転子表面に対し直交する回転軸の周りを回転するようにされており、
そして該製品側回転子は、製品側回転子接合表面、製品側回転子背面、製品出口、及び複数の製品側固定子ポートの間に流体の流れを導くため接合表面に配置された複数の製品側回転子ポートを含み、該製品側回転子は製品側回転子面に対し直交する回転軸の周りを回転するようにされており、
該製品側固定子は、製品側固定子接合面、製品側固定子背面、及び製品側固定子接合面と製品側固定子背面とを該製品側回転子と回転可能に接触した状態で接続する複数のポートを含み、
ここで、該少なくとも１つの圧縮バネは供給側回転子と製品側回転子の間に配置されている、
圧力スイング吸着システム。
【請求項８】
複数の吸着床、及び
回転軸の周りを回転するようにされている回転子を有するロータリーバルブであって、該複数の吸着床に接続されて圧力スイング吸着プロセスの間に該複数の吸着床へ流れを導くようにされているロータリーバルブ、
を含む圧力スイング吸着システムであって、該ロータリーバルブが更に、
ポートを有する固定子ハウジング、
ポートと背面を含み、固定子ハウジングと界面で回転中心軸の周りを回転可能に接触する回転子、
固定子ハウジングと接触するスラストベアリング、
スラストベアリングと接触するスラストランナー、及び
回転子背面とスラストランナーの間に配置された少なくとも１つの圧縮バネであって、力の中心が該回転子をバネ力に対して回すのに必要とされるトルクの量を最小限にするバネ力を該回転子に対して適用するようにされたバネ力をもち、該バネ力の力の中心は回転中心軸からゼロより大きい所定の距離のところに位置している、少なくとも１つの圧縮バネ、
を含む、圧力スイング吸着システム。
【請求項９】
製品側回転子背面に配置された少なくとも１つのバネ位置設定表面構造に向き合って供給側回転子背面に配置された少なくとも１つのバネ位置設定表面構造を更に含み、該バネ位置設定表面構造は、前記圧縮バネを供給側回転子と製品側回転子の間で定位置に固定するようにされている、請求項７に記載の圧力スイング吸着システム。
【請求項１０】
前記圧縮バネを回転子とスラストランナーの間に固定するようスラストランナーに配置された複数のバネ位置設定表面構造と整合した、回転子背面に配置された複数のバネ位置設定表面構造を更に含む、請求項８に記載の圧力スイング吸着システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、一般にはロータリーバルブに関し、より詳しく言えば、圧力スイング吸着システム用のロータリーバルブに関する。
【背景技術】
【０００２】
ロータリーバルブは、１以上の供給元プロセスから１以上の指定プロセスまで反復可能な循環プロセス工程でもって流体を導くためにプロセス産業において広く用いられている。ロータリーシークエンシングバルブとも呼ばれるこれらのバルブは、圧力又は温度スイング吸着によるガス分離、濃度スイング吸着による液体分離、ガス又は液体クロマトグラ

フィ、再生式触媒プロセス、空気圧又は油圧式逐次制御システム及びその他の循環式プロセスといったような、循環式又は反復可能なプロセスにおいて使用される。

【０００３】

広く用いられているタイプのロータリーバルブは、平坦でポート付きの回転子が、平坦でポート付きの固定子の上で同軸的に回転し、固定子及び回転子のポートが予め定められた循環シーケンスで整合するか又は遮断されるようになっている、平面循環式構成を有する。シールは標準的には、平坦な固定子面上での平坦な回転子面の直接接触する接合によって提供される。接合表面における過度の漏洩を防止するためこれらの平坦な表面の製造にあたっては高い精度が必要とされる。これらの回転子及び固定子のためには標準的に、金属、セラミクス及び／又は炭素といったような硬質材料が用いられるが、部品の摩耗又は温度差によってひき起こされるひずみは、表面の形状変化をひき起こす可能性があり、かくして表面間に形成されるシールを横断した漏洩を許す。

【０００４】

平坦で回転する円形シール構成を有するロータリーバルブは、供給、均圧、減圧、パージ及び再加圧の工程を含めた重複する循環工程で作動する複数の並列吸着床を用いる圧力スイング吸着（ＰＳＡ）システムにおいて特に有用である。標準的な利用分野においては、複数の吸着床の供給側端部と供給ガス及び排ガス管路とを接続するため、そしてまた均圧、パージ及びその他の床間移送の工程を行うため複数の床の製品側端部を接続するために、多数のポートを有する固定子が使用される。所望のＰＳＡプロセスサイクル工程のためにガス流を導くため回転子が回転するにつれて、固定子面の開口部が回転子面の開口部と逐次的に位置を合わせるように、多数のポートをもつ回転子は固定子上でシール可能な形で回転する。

【０００５】

標準的なＰＳＡサイクルにおいては、ロータリーバルブの内部通路は、ＰＳＡサイクルが進むにつれて異なる圧力にある。ＰＳＡサイクルが正圧及び真空下のプロセス工程を含む場合、床の供給側端部及び製品側端部に接続されたバルブポート間の圧力差により促進される漏れは、これらのポート間で漏れが発生した場合に様々な運転上の問題に通じる可能性がある。

【０００６】

固定子及び回転子のポートが予め定められた循環シーケンスで整合又は遮断されるように、平坦でポート付きの回転子が平坦でポート付きの固定子上で同軸的に回転するロータリーシークエンシングバルブが、多数の反復可能な工程をもつ循環プロセスで流体を導くために用いられる。その開示全体が参照により組入れられる２００５年５月８日に提出のの米国特許出願第１１／１９７８５９号（以下、８５９出願と呼ぶ）においては、回転子と固定子の表面を互いに対してシールするのを助け固定子と回転子のポート間の漏れを防ぐため、固定子表面に対して回転子表面を接合させるのを助けるため単一の軸方向に整合したバネを使用する複式回転子／固定子ロータリーバルブシステムが開示されている。回転子ポートは、回転子面の異なる円周方向位置にあり、異なる圧力で運転する。

【０００７】

８５９出願で開示されている従来技術のロータリーバルブの運転中には、ポート圧力差の結果、回転子及び固定子の接合面を横断して非軸線方向の力が生じる。高い運転圧力が必要とされる場合、固定子に対し回転子をシールし漏れを防ぐためには、大きいバネ力が必要とされることがある。回転子を回すのに必要な力の量は、バネが回転子を固定子に対し押しつける力の量に直接関係づけされる。回転子と固定子の間の漏れを防止するために高いバネ力が必要とされるならば、回転子を回すのに大きな力が必要となる。これらの大きな力は回転子の摩耗を増大させ、より大きな回転子モーターを必要とし、回転子ベアリングの摩耗を増大させる。

【０００８】

８５９出願に見られるような従来技術のロータリーバルブ１の分解組立図の全体的配置を、図１に示す。実際の作動時には、バルブ１の構成要素は互いに接触状態にある。図１

を見るとわかるように、従来技術のロータリーバルブ１は、供給側固定子１０、供給側回転子２０、製品側回転子３０、製品側固定子４０、及び圧縮バネ５０を含んでいる。この代表的な従来技術の実施形態において、供給側回転子２０及び製品側回転子３０は、図１に示されているように供給側固定子１０及び製品側固定子４０により形成されるハウジングの内部に収容される。

【０００９】

圧力スイング吸着（ＰＳＡ）プロセスにおいては、吸着床（図示せず）は供給側固定子１０のポート１１ａ、１１ｂ、１１ｃ、１１ｄ及び製品側固定子４０のポート４１ａ、４１ｂ、４１ｃ、４１ｄに接続される。床（図示せず）の供給側端部は、標準的に供給側固定子１０のポート１１ａ、１１ｂ、１１ｃ、１１ｄに接続されており、床（図示せず）の製品側端部は標準的に製品側固定子４０の対応するポート４１ａ、４１ｂ、４１ｃ、４１ｄに接続される。

【００１０】

図１を見ればわかるように、供給側回転子２０及び製品側回転子３０は、嵌合して連動するように構成されている。圧縮バネ５０は、供給側回転子２０と製品側回転子３０の間に配置される。圧縮バネ５０は、供給側固定子１０に対して供給側回転子２０を押しつけて、供給側固定子１０に対し供給側回転子２０をシールする。圧縮バネ５０は同じように製品側回転子３０を製品側固定子４０に対して押しつけて、製品側固定子４０に対し製品側回転子３０をシールする。

【００１１】

この既知のバルブ１は更に、供給側回転子２０及び製品側回転子３０を回転させることができる駆動軸６０を含んでいる。駆動軸６０は、プロセス管路の予め定められた接続を選択するため、駆動軸６０が回転されると供給側回転子２０及び製品側回転子３０が回転子面に直交する軸線を中心にして同様に回転し、供給側回転子２０及び製品側回転子３０内部のスロットが供給側固定子１０及び製品側固定子４０のポートとそれぞれ整合するようにして、供給側回転子２０の接合表面構造（図示せず）と係合するように構成されている雄型駆動端部６２を含む。

【００１２】

上記既知のロータリーバルブ１は種々の流体ポート及び通路を含み、それらの機能は８５９出願でより十分に開示されている。ＰＳＡなどのような特定の循環プロセスの操作は、バルブの作動を理解するためにここで完全に説明する必要はなく、当業者であればこれを理解しよう。一般に、プロセス操作には、循環させるべき流体の流れを選択できるようにするため既知のバルブ１の供給側回転子２０及び製品側回転子３０の回転した位置を変更することが含まれる。次に、従来技術のロータリーバルブ１の作動の一般的説明をする。

【００１３】

供給側回転子２０及び製品側回転子３０が予め定められた位置まで回転すると、回転子面のポートが、それらのそれぞれの固定子のポートと整合し、予め定められた接続経路を通してバルブ１へ及びバルブ１から流動するのを可能にする。このような要領で、流体は、均圧、パージ又はその他の循環プロセス工程のための必要に応じて、供給側固定子１０及び製品側固定子４０に接続された床の間を流れることができる。

【００１４】

ＰＳＡプロセスにおいては、床内の圧力は、それぞれ吸着と脱着が起こる高圧と低圧の間で交互に変化する。プロセス操作の間、各スロット内部の圧力は、供給側回転子２０及び製品側回転子３０に対して力を加え、それらをそれぞれ供給側固定子１０及び製品側固定子４０から離れるようにする。この理由から、漏洩を防ぐために供給側固定子１０に対して供給側回転子２０をそして製品側固定子４０に対して製品側回転子３０を保持することが必要とされる。バネ力及びスロット内部の押しつけの力は回転子の回転の中心の周囲で対称ではないことから、結果として生じる回転子にかかる力は、供給側回転子２０及び製品側回転子３０の両方の中心には位置しない。この非対称な力の負荷は結果として、回

転子／固定子の接触を維持するのに必要なバネ力の増加、ならびにバルブを作動させ軸６０を回すのに必要とされるトルクの増加を必要とすることになる。

【００１５】

図２Ａ、２Ｂ及び２Ｃは、標準的なＰＳＡ循環プロセスの際にロータリーバルブの回転子２００に作用する力の簡略図を示している。回転子２００の中心回転軸は垂直の破線Ａ’で表わされている。バネ力F_1は、固定子（図示せず）に対し回転子２００を押すときに回転子２００にバネ（図示せず）が及ぼす力である。押しつける力F_2は、種々のポート内の圧力からの合力である。反力F_3は、バネ力F_1と押しつける力F_2の間の差である。F_3はまた、回転子２００と固定子（図示せず）の間の接触力でもある。反力F_3は単一の点には位置しない。反力F_3は、接合面の平坦度、力の大きさ、及び加わった負荷がひき起こす回転子２００のわずかな変形に応じて、非常に複雑であり得る一定の様式で、回転子２００に沿って分布する。しかしながら、簡単にするため、この分布した力を単一の合成反力F_3にすることができる。回転子２００及び固定子（図示せず）が接触したままである場合には、常に非ゼロの反力F_3が存在しなくてはならない。反力F_3がゼロ又はそれ未満である場合には、押しつける力は、回転子２００を固定子から分離させ始め、回転子及び固定子（図示せず）の種々のポートの間に漏れが発生する。その大きさと場所の両方のために、回転子と固定子の間の摩擦トルクの原因となるとともに、回転子２００を回すのに必要なトルク量を決定するのが、反力F_3である。

【００１６】

図２Ａは、押しつける力F_2が回転子２００の中心に位置する場合に回転子２００に作用する力を示している。この例では、全ての力は共線的であり、反力F_3はバネ力F_1と押しつける力F_2との差である。この結果は、押しつける力F_2が回転子２００の周りの対称的にバランスした押しつける力の合力である場合に起こるだけである。回転子２００の種々のスロットの圧力は標準的なＰＳＡプロセス操作の間に回転子２００の中心に作用する正味の押しつける力を結果としてもたらさないことから、この対称分布は存在しない。

【００１７】

図２Ｂは、標準的なＰＳＡプロセス操作中に発生するような、押しつける力が回転子２００の中心に位置しない場合における回転子２００に対し作用する力の分布を示す。上述の図２Ａの検討と同様に、反力F_3は、バネ力F_1と押しつける力F_2との差であるが、ここでは、モーメントを釣合状態に保つため回転子２００上の平衡を維持するために、反力F_3は回転子２００の中心から、回転子の中心から離れた半径方向の位置まで移動もしなければならない。反力F_3の場所及び大きさは、バネ力F_1及び押しつける力F_2の場所及び大きさにより左右される。同様に、バネ力F_1は押しつける力F_2と反力F_3の和に等しくなくてはならないことから、バネ力F_1は、バネ力F_1と押しつける力F_2が共線的でない場合は常に、押しつける力F_2より大きくなくてはならない。

【００１８】

バネ力F_1と押しつける力F_2が共線的でない場合、それらは、図２Ｂの破線により表わされているように、回転子２００に曲げモーメント２１０を生じさせる。曲げモーメント２１０は、力が特定の回転子の材料及び厚みにとって十分な大きさのものである場合、回転子２００を変形させかねない。一部の利用分野においては、この変形は、より硬質の材料の使用によるかあるいは回転子の厚みの増加により、回転子をより剛性にすることによって漏洩を防ぐのに十分なだけ小さく維持することができる。より大きな回転子については、これは実用的でなくなることがある。更に、F_3の偏心度はプロセス操作中に回転子２００を回すのに必要とされるトルクを増大させる。

【００１９】

かくして、回転子２００の曲げモーメントをなくすために、図２Ｃに示されているようなバネ力F_1を、押しつける力F_2とは反対側で回転中心軸Ａ’から所定の半径方向距離のところまで移動させることが望ましい。反力F_3は、このとき、押しつける力F_2と同じ位置で作用することになる。この位置変えの結果として、所要バネ力F_1及び反力F_3は最小となり、回転子２００を回すのに必要なトルクはより小さくなる。

【００２０】
曲げモーメント及びたわみが重要な関心事でない場合の利用分野においてさえ、モーターを回し回転子を回転させるのに必要とされるトルクは、特に回転子ポート内に高い圧力が存在する場合には、重要な関心事となり得る。通常、トルクを減少させるとサイズが縮小され及び／又は回転子を回すのに必要なモーター及び歯車駆動機構の寿命が延びることから、このトルクを最小限に保持することが望ましい。
【００２１】
かくして、漏洩なく作動する能力をもち且つバルブ回転子を回転させるのに必要な低いトルクを有するロータリーバルブが必要とされている。
【００２２】
【特許文献１】米国特許出願第１１／１９７８５９号明細書
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００２３】
本発明は、実質的な漏れがなく、且つ回転子を回すのに必要なトルクが最小限の、上記のような条件下で作動することができるロータリーバルブを提供する。本発明のその他の特徴及び利点は、一例として本発明の原理を説明する添付の図面と併せて、以下の好ましい実施形態についてのより詳しい説明から明らかとなる。
【課題を解決するための手段】
【００２４】
シールされた滑動回転動作をする回転子と固定子を有するロータリーバルブが開示される。該ロータリーバルブは、漏れを防止しながら回転子を回転させるのに必要とされるトルクの量を削減するようにされた圧縮バネを含む。このバルブは、反復可能な循環プロセス工程において１以上の供給元プロセスから１以上の指定プロセスまで流体を導くためのＰＳＡ法を含む循環プロセスにおいて使用可能である。
【００２５】
供給側固定子接合表面、供給側固定子背面、及び供給側固定子接合表面と供給側固定子背面とを接続する複数のポートを有する供給側固定子と、供給側回転子接合表面、供給側回転子背面、及び供給側固定子の複数の固定子ポートの間に流体の流れを導くため供給側回転子接合表面に配置された複数のポートを有し、供給側固定子に隣接する供給側回転子であって、供給側回転子表面に直交する軸線の周りを回転可能な供給側回転子と、供給側回転子と係合し、製品側回転子接合表面、製品側回転子背面、製品出口、及び複数のポートあって該複数のポートの間に流体の流れを導くため上記接合表面に配置された複数のポートを有する製品側回転子であって、この製品側回転子の面に直交する軸線の周りを回転可能な製品側回転子と、製品側固定子接合面、製品側固定子背面、及び製品側固定子接合面と製品側固定子背面とを接続する複数のポートを含み、製品側回転子に隣接する製品側固定子と、供給側回転子背面及び製品側回転子背面にかかる力の中心にバネ力を適用するようにされ、供給側回転子と製品側回転子の間に配置される少なくとも１つの圧縮バネとを含む、循環プロセス操作を実施するためのロータリーバルブを提供する本発明の実施形態が開示される。該バネ力は、バルブが作動状態にあるとき供給側回転子と製品側回転子を回すためのトルクを最小限にするように設定される。
【００２６】
ロータリーバルブの供給側回転子及び製品側回転子は、回転中心軸の周りを回転するようにされており、バネ力の力の中心は、回転軸からゼロより大きい所定の距離のところに位置する。
【００２７】
ロータリーバルブは、供給側回転子と製品側回転子の間で少なくとも１つの圧縮バネを定位置に固定するようにされた製品側回転子背面に位置する少なくとも１つのバネ位置設定表面構造と向かい合わせて供給側回転子背面に配置された少なくとも１つのバネ位置設定表面構造を更に含んでいてもよい。より一般的には、任意の数のバネ位置設定表面構造

が、製品側回転子背面の類似の構造と向かい合って供給側回転子背面にあってもよい。

【００２８】

ポートを有する固定子ハウジングと、ポートと背面を含む回転子であって、界面で固定子ハウジングと回転中心軸の周りを回転可能な形で接触している回転子と、回転子背面とスラストランナーの間に配置されたバネ力の力の中心を有する少なくとも１つの圧縮バネと、スラストランナーと固定子ハウジングの間に配置されたスラストベアリングとを含む、循環プロセス操作を実施するためのロータリーバルブを提供する本発明のもう１つの実施形態が開示される。ロータリーバルブは更に、バルブが作動状態にあるとき、所定のバネ力に対して回転子を回すのに必要とされるトルクを最小限にするようにされたバネ力を適用する少なくとも１つの圧縮バネを含む。

【００２９】

ロータリーバルブは更に、回転軸からゼロより大きい所定の距離のところに位置するバネ力の力の中心を有し、且つ少なくとも１つの圧縮バネを配置するため回転子背面に少なくとも１つのバネ位置設定表面構造を含む。ロータリーバルブは更に、供給側回転子とスラストランナーの間で定位置に２つ以上の圧縮バネを固定して配置するため、スラストランナーに同じようにして位置する２つ以上のバネ位置設定表面構造と向き合って回転子背面上に２つ以上のバネ位置設定表面構造を含むことができる。

【００３０】

複数の吸着床及び１以上の回転子を有するロータリーバルブを含み、該ロータリーバルブは複数の吸着床に接続されて、圧力スイング吸着プロセスの際に該複数の吸着床に流れを導くようにされている、圧力スイング吸着システムを提供する本発明のもう１つの実施形態が開示される。

【００３１】

ロータリーバルブは、回転軸の周りを回転するようにされた１以上の回転子と、加えられたバネ力に対して１以上の回転子を回すのに必要とされるトルクを最小限にするバネ力を該１以上の回転子に対して適用するようされた力の中心もつバネ力を有する少なくとも１つの圧縮バネとを含む。

【００３２】

圧力スイング吸着システムは、供給側固定子接合表面、供給側固定子背面、及び供給側固定子接合表面と供給側固定子背面の間を接続する複数の供給側固定子ポートを有する供給側固定子を含むことができ、そして１以上の回転子は製品側回転子と係合する供給側回転子を含む。供給側回転子は、供給側回転子接合表面、供給側回転子背面、及び複数の供給側固定子ポートの間に流体の流れを導くため供給側回転子接合表面に配置された複数の供給側回転子ポートを含み、該供給側回転子は供給側回転子表面に対し直交する回転軸の周りを回転するようにされている。製品側回転子は、製品側回転子接合表面、製品側回転子背面、製品出口、及び複数の製品側回転子ポートであって複数の製品側固定子ポートの間に流体の流れを導くため接合表面に配置された複数の製品側回転子ポートを含む。製品側回転子は、製品側回転子面に対し直交する回転軸の周りを回転するようにされる。製品側固定子は、製品側固定子接合面、製品側固定子背面、及び製品側回転子と回転可能な形で接触して製品側固定子接合面と製品側固定子背面とを接続する複数のポートを含む。

【００３３】

供給側回転子と製品側回転子の間に配置された少なくとも１つの圧縮バネは、バルブが作動状態にあるときにバネ力に対して回転子を回すためのトルクを最小限にする結果となる力の中心をもつバネ力を、供給側回転子背面と製品側回転子背面に適用する。バネ力の力の中心は、回転中心軸からゼロより大きい所定の距離のところに位置する。供給側回転子背面に配置された少なくとも１つのバネ位置設定表面構造は、製品側回転子背面に配置された少なくとも１つのバネ位置設定表面構造と向かい合って整合する。バネ位置設定表面構造（単数又は複数）は、供給側回転子と製品側回転子の間で圧縮バネ（単数又は複数）を定位置に固定するようにされている。圧力スイング吸着システムは更に、供給側回転子と製品側回転子の間で２つ以上の圧縮バネを定位置に固定して配置するため、製品側回

転子背面に同じようにして位置する２つ以上のバネ位置設定表面構造と向き合って供給側回転子背面に位置する２つ以上のバネ位置設定表面構造を含んでもよい。

【００３４】

あるいはまた、圧力スイング吸着システムは、ポートを有する固定子ハウジング、ポートと背面を含む回転子であって、回転中心軸の周りを回転可能な形で界面において固定子ハウジングと接触する回転子、固定子ハウジングと接触するスラストベアリング、スラストベアリングと接触するスラストランナー、及び回転子背面とスラストランナーの間に配置された少なくとも１つの圧縮バネを含むことができる。少なくとも１つの圧縮バネは、バルブが作動状態にあるとき所定のバネ力に対して回転子を回すための最小限のトルクをもたらすことになる力の中心をもつバネ力を、回転子に加えるようにされる。バネ力の力の中心は、回転中心軸からゼロより大きい所定の距離のところに位置する。

【００３５】

少なくとも１つのバネ位置設定表面構造が、スラストランナーに配置された少なくとも１つのバネ位置設定表面構造と向き合い、且つそれと整合して、回転子背面に配置される。これらのバネ位置設定表面構造は、回転子とスラストランナーの間に圧縮バネを固定して配置するようにされる。

【００３６】

ここには方法及び装置の更なる側面が開示される。本発明のその他の特徴及び利点は、例として本発明の原理を説明する添付図面と併せて、好ましい実施形態についての以下のより詳しい説明から明らかになろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３７】

以下では、本発明の好ましい実施形態が示されている添付の図面を参照しながら、本発明をより全面的に説明する。とは言え、本発明は、多くの異なる形態で実施することができ、ここに示す実施形態に限定されるものと解すべきではない。それよりもむしろ、これらの実施形態は、本開示が十分且つ完全なものとなり、そして当業者に本発明の範囲を十分に伝えるために提供されるものである。

【００３８】

本発明の代表的な実施形態は、ロータリーバルブ内で回転子を回転させることにより、循環式に運転する圧力スイング吸着（ＰＳＡ）システムで使用可能であるロータリーバルブの動作を扱うものである。ＰＳＡシステムには、大気圧を超える又は大気圧を下回る圧力、あるいは大気圧を超える圧力と大気圧を下回る圧力の組合せである圧力を有するＰＳＡシステムが含まれる。本発明の代表的な実施形態は、改良ロータリーバルブの設計及びロータリーバルブを回すのに必要なトルクの量を削減するロータリーバルブを作製する方法を提供する。

【００３９】

本発明の１つの代表的実施形態は、図３及び４に示されているように、２つの回転子、２つの固定子のロータリーバルブ３００によって例示される。ロータリーバルブ３００は、例えば、４つの吸収剤床を利用し、そして、（１）製品を作る工程、（２）製品を供給／補給して製品再加圧ガスを提供する工程、（３）下降均圧工程、（４）パージを行う工程、（５）排出工程、（６）パージを受入れる工程、（７）上昇均圧工程、及び（８）製品再加圧ガスを受入れる工程、を通して各床が進行するＰＳＡサイクルを利用して、空気から酸素を回収するためのＰＳＡシステムにおいて使用することができる。ロータリーバルブ３００の種々のポートは、参照により全体がここに組み入れられる８５９号出願に開示されているのと同じようにＰＳＡシステムに接続される。更に、バルブ３００の運転を含めたＰＳＡシステムの運転は、８５９号出願に開示された運転と同様であり、その全体が参照によりここに組み入れられる。

【００４０】

本発明によるロータリーバルブ３００の代表的実施形態の分解図の一般的なものを、図３及び４に示す。図３はロータリーバルブ３００の上方斜視図であり、図４はバルブ３０

０の下方斜視図である。ロータリーバルブ３００は、供給側固定子３１０、供給側回転子３２０、製品側回転子３３０、製品側固定子３４０、及び２つの圧縮バネ３５０を含む。ロータリーバルブ３００は中心軸線Ａを有する。

【００４１】

供給側固定子３１０は、接合表面３１２と背面３１４を含む。供給側固定子３１０は更に、種々の管路（図示せず）を介してプロセス床（図示せず）の供給側端部に接続される複数のポート３１６を含む。供給側固定子３１０はまた、物質供給ポート３１９も含む。物質供給ポート３１９は、供給ガスを供給側固定子３１０に提供するため、供給管路（図示せず）に接続される。物質供給ポート３１９はまた、駆動軸（図示せず）が供給側固定子３１０を通り抜けて供給側回転子３２０まで通過することも可能にする。供給側固定子３１０はまた、真空管路（図示せず）に接続される廃棄物ポート３１７も含む。廃棄物ポート３１７は環状溝３１８に接続される。

【００４２】

供給側回転子３２０は、接合表面３２１及び背面３２２を含む。供給側回転子３２０の接合表面３２１は、供給側固定子３１０の接合表面３１２と回転可能に接触する。供給側回転子は更に、接合表面３２１に、排出／パージポート３２３、供給ポート３２４、及び開口部３２５を含む。供給側固定子３１０の物質供給ポート３１９は、供給ポート３２４に内部通路（図示せず）を介して接続される開口部３２５に供給ガスを提供する。開口部３２５もまた、供給側固定子３１０の物質供給ポート３１９を通り抜ける駆動軸（図示せず）がボス３２８により係合されるよう供給側回転子３２０内へと進むのを可能にする。物質供給ポート３１９及び開口部３２５は、駆動軸（図示せず）が存在するときに供給ガスがポート３１９及び開口部３２５を通って流れることができるように大きさを決定される、という点に留意すべきである。

【００４３】

排出／パージポート３２３は、供給側固定子３１０の環状溝３１８と常に連通しているようにされる。排出／パージポート３２３が供給側固定子３１０の複数のポート３１６のうちの１つの上に位置している場合、床（図示せず）からのガスはポート３１６を通り抜けて排出／パージポート３２３に流れ込み、その後環状キャビティ３１８に流れ込み、そして最終的に廃棄物ポート３１７に流れ込み、そこからガスが真空システム（図示せず）により排気される。供給側回転子背面３２２は、駆動ラグ３２６を含む。駆動ラグ３２６はトルクを製品側回転子３３０に伝達する。供給側回転子３２０は、ボス３２８に係合された駆動軸（図示せず）から供給側回転子３２０へトルクが伝達されるのに伴って、軸線Ａの周りを回転するようにされている。

【００４４】

図３及び４に示されているように、この代表的実施形態の供給側回転子３２０は、製品側回転子３３０の６個のバネロケータ３６１と向かい合って配置された６個のバネロケータ３２７を有する。供給側回転子３２０に配置された６個のバネロケータ３２７は、回転軸を通過する平面との関係において対称的に位置する３つの位置設定表面構造の２つのグループからなる。製品側回転子３３０に配置されたバネロケータ３６１は、供給側回転子３２０のバネロケータ３２０と向かい合って存在し、同様に位置設定されている。一般に、所望のバネ力を得て、そのバネ力を要求された箇所に位置づけするために、任意の配列の任意の数のバネ位置設定表面構造を使用することができる。

【００４５】

バネロケータ３２７は、供給側回転子３２０と製品側回転子３３０の間で少なくとも１つの圧縮バネを定位置に固定する。この実施形態で示されているように、２つのバネ３５０が、製品側回転子３３０の２つのバネロケータ３６１と向かい合った供給側回転子３２０の２つのバネロケータ３２７によって所定の位置に配置される。供給側回転子３２０の２つのバネロケータは、回転軸線を通過する平面との関係において対称的に位置している。製品側回転子３３０の対応する２つの向き合ったバネロケータは同じように位置している。一般に、中心軸線Ａの周りの異なる数及び配置のバネ３５０を可能にするよう、回転

子３２０、３３０には任意の数の位置設定表面構造３２７、３６１が存在できるということを理解すべきである。更に、実質的なバルブの漏れを防止するため固定子３１０、３４０に対してそれぞれ回転子３２０、３３０をシールするための力を提供しながら、回転子３２０、３３０を回すのに必要とされるトルクの量を最小限にするため所望の合計バネ力及びその結果としての力の中心をもたらす限りにおいて、既知のバネ力をもつ任意の数のバネ３５０を選択し、位置設定表面構造３２７、３６１のところに配置することが可能である。更に、位置設定表面構造３２７、３６１は隆起した材料として示されているが、位置設定表面構造は、それに代えて、回転子背面にバネ３５０を位置設定して配置する凹部又はその他の形状であってもよい。

【００４６】

供給側固定子３１０及び供給側回転子３２０は、図３及び４に示したように接合されるようにされている。接合されたとき、供給側固定子接合表面３１２はバネ３５０の力により供給側回転子接合表面３２１と回転可能に接触しシールされる。供給側固定子接合表面３１２と供給側回転子接合表面３２１とのシールは、供給側固定子３１０と供給側回転子３２０の間の実質的に漏れのないバルブ３００の作動を可能にする。ここで使用し、さもなければこの開示の全体にわたって使用する、実質的に漏れのないという用語は、少量で且つ運転上許容できる量の漏れを含めようとするものである。例えば、特定の運転については流量の１％未満の漏れが許容可能であり得る一方で、異なる運転条件下では流量の５％未満の漏れが許容可能であり得る。

【００４７】

図３及び４を見ればわかるように、供給側回転子３２０を軸線Ａの周りを回転させることにより、供給ガスを供給側固定子３１０の供給ポート３１９に提供して、供給側回転子３２０の中央供給ポート３２５及び供給ポート３２４を介して供給側固定子３１０の選択されたポート（単数又は複数）３１６に分配することができる。典型的なＰＳＡサイクルにおける完全なバルブの運転については、８５９号出願で提示され全体が参照によりここに組み入れられることから、ここで更に説明はしない。

【００４８】

製品側回転子３３０は、接合表面３３１と背面３３２を含む。製品側回転子３３０は更に、パージ提供ポート３３３、パージ受入れポート３３４、上昇均圧ポート３３５、製品再加圧ポート３３６、製品ポート３３７、及び下降均圧ポート３３８を含む。製品ポート３３７は、製品出口３３９に接続される中央キャビティ（図示せず）に、内部通路（図示せず）により接続される。各種のポート（３３３、３３４、３３５、３３６、３３７、３３８）は、接合表面３３１に配置され、参照により全体がここに組入れられる８５９号出願で開示されているように互いに及び／又は製品出口３３９に内部通路（図示せず）により接続される。

【００４９】

製品側回転子３３０の背面３３２は、駆動ラグ３６０及びバネロケータ３６１を含む。製品側回転子３３０の駆動ラグ３６０は、図３及び４に示されているように供給側回転子の駆動ラグ３２６と嵌合するようにされている。製品側回転子３３０を軸線Ａの周りを回転させるため、供給側回転子３２０の駆動ラグ３２６から製品側回転子３３０の駆動ラグ３６０へとトルクが伝達される。供給側回転子３２０を製品側回転子３３０に係合させるために、駆動ラグのこのほかの幾何学形状を使用してもよい。背面３３２はまた、供給側回転子３２０と製品側回転子３３０とが係合されるときに供給側回転子３２０のボス３２８を受入れるための環状部分３６２を含む。

【００５０】

製品側固定子３４０は、接合表面３４２と背面３４４を含む。製品側固定子は更に、接合表面３４２と背面３４４とを接続するポート３２６を含む。ポート３４６は製品管路（図示せず）に接続され、そしてそれは当該技術分野において公知であるように吸着床（図示せず）の製品側端部に接続される。製品側固定子３４０は更に、製品側回転子３３０の製品出口３３９を受入れるようにされた中央開口部３４８を含む。

【００５１】
製品側固定子３４０及び製品側回転子３３０は、図３及び４に示されているように接合するようにされている。接合されたときに、製品側固定子接合表面３４２は、バネ３５０の力により製品側回転子接合表面３３１と回転可能な形で接触し、それに対してシールされる。製品側固定子接合表面３４２と製品側回転子接合表面３３１の間のシールは、製品側固定子３４０と製品側回転子３３０の間で実質的に漏れのないバルブ３００の作動を可能にする。図３及び４を見ればわかるように、製品側回転子３３０が回転すると、各種の製品側回転子ポート（３３３、３３４、３３５、３３６、３３７、３３８）は、８５９号出願に記載されそして参照により全体がここに組入れられるように、製品を集め、吸着床（図示せず）をパージし又は再加圧するために、固定子製品側ポート３４６と整合する。

【００５２】
バルブ３００は、当業者に理解されるように、バルブ３００を支持し、接続し、そしてシールするようにされた適切なハウジング（図示せず）の中に設置可能である。供給側回転子３２０及び製品側回転子３３０は、ハウジング（図示せず）内で軸線Ａの周りを同軸的に回転するようにされる。あるいはまた、ハウジングは、同じように当業者により理解されるように、バルブチャンバを形成するよう供給側固定子３１０及び／又は製品側固定子３４０を改造して形成してもよい。駆動軸（図示せず）は、図１に開示されている構成と同じように、シールされたハウジングに進入し、供給側固定子３１０を軸線方向に横断して、供給側回転子３２０にトルクを伝達する。駆動軸（図示せず）は、供給側回転子３２０を回転させるためモーター（図示せず）により駆動される。

【００５３】
供給側回転子の駆動ラグ３２６は、供給側回転子３１０の回転動作を製品側回転子３２０に伝達するため製品側回転子の嵌合ラグ３６０と係合する。駆動ラグ３２６と嵌合ラグ３６０はまた、供給側固定子ポート３１６が供給側回転子３２０で覆われ及び覆いを取られると、しかるべき製品側固定子ポート３４６も同時に固定子回転子３３０により覆われ及び覆いを取られるように、回転子間の角度的整合を維持する。駆動ラグ３２６及び嵌合ラグ３６０の特定の構成は重要でなく、例えば適切なピン及び／又はソケットによるような、その他の整合方法及び同軸駆動方法が可能である。整合及び駆動システムは、１つの回転子から他のものへと回転運動を伝達し、回転子部品間の角度的整合を維持し、そして回転子を、それらがそのそれぞれの固定子に対し接した状態にとどまるように互いとの関係において軸線方向に移動するのを可能にするようにされている。

【００５４】
回転子５１０及び固定子ハウジング５２０を有する別態様のロータリーバルブ５００の代表的な実施形態を、図５に示す。この実施形態においては、ロータリーバルブ５００を供給又は製品ロータリーバルブのいずれかとして使用することができる。回転子５１０のポート（図示せず）及び固定子ハウジング５２０のポート（図示せず）は、ＰＳＡシステムのプロセスで使用する場合、図３及び図４に示したように、また先に検討したように、ロータリーバルブ３００の対応する供給側及び製品側回転子及び固定子ポートと同じになるか又はそれに類似するようにすることができる。同様に、ポートは、回転子５１０及び固定子ハウジング５２０の接合表面（図示せず）において図３及び４に示したロータリーバルブ３００の回転子及び固定子の接合表面の構成と同じか又は類似したものになるようにすることができる。

【００５５】
ロータリーバルブは、スラストランナー５４０により回転子５１０に対して所定の位置に保たれる圧縮バネ５３０を含む。スラストランナー５４０は、ピン５６０で軸５５０に取付けられる。それに代えて、ピン５６０を用いてスラストランナー５４０を回転子５１０に取付けてもよい。軸５５０が回転したとき軸線Ｂの周りをスラストランナー５４０が回転するのを可能ににするため、スラストランナーと固定子ハウジング５２０の間でスラストベアリング５７０を使用する。スラストベアリング５７０は、スラストランナー５４０が最小限の摩擦量で回転できるようにしながら、バネ５３０のバネ力を支える。

【００５６】
バネ５３０は、回転子５１０と固定子ハウジング５２０の界面５１５での接触を維持するバネ力を提供する。回転子５１０は、界面５１５で回転可能に固定子ハウジング５２０と接触し、固定子ハウジングに対しシールされる。バネ力は、バルブを作動させたときに界面５１５において回転子及び固定子ポート（図示せず）からの実質的な漏れを防止するのに十分であるように選択されるべきである。バネ５３０は、先に検討したロータリーバルブ３００のものと同じように位置設定表面構造（図示せず）に接して位置する。この実施形態においては、不同のバネ力をもつ２つのバネ５３０が、回転子５１０とスラストランナー５４０の間に配置した状態で示されている。
【００５７】
ここで、回転子を回すのに必要なトルクを最小限にするため、合成したバネ力の大きさ及び位置を決定する典型的方法を提示する。バネ力が回転子の中心軸にあるときに回転子を回すのに必要とされるトルクは、次の式１により与えられる。
【００５８】
【数１】

$$\text{トルク} = \frac{2}{3}\mu FR \qquad (1)$$

【００５９】
この式中、
μ＝摩擦係数、
Ｆ＝回転子と固定子との接触力（図２からF_3）、
Ｒ＝回転子の半径、
である。
【００６０】
更に、回転子と固定子との接触力が回転子の縁部にある場合には、回転子を回すのに必要とされるトルクはμＦＲとなる、ということを示すことができる。
【００６１】
求めるのを簡略化するために、回転子を回すのに必要とされるトルクは回転子と固定子との接触力の箇所の半径の一次関数であると仮定することができる。この仮定を用いて、回転子を回すのに必要とされるトルクは式２により与えられる。
【００６２】
【数２】

$$\text{トルク} = \mu F\left(\frac{2R}{3} + \frac{r}{3}\right) \qquad (2)$$

【００６３】
式中のｒ＝接触反力の半径である。
【００６４】
これらの計算から、回転子を回すのに必要とされるトルクを最小限にするためには、反力が回転子の中心に位置すべきである、ということが明らかである。しかしながら、回転子にかかる圧力の合力は、回転子の種々の高圧及び低圧ポートの位置のために、回転子の中心には位置しないので、接触反力も中心には位置しない。
【００６５】

かくして、押しつける力の既知の合力をもつ選択された循環式プロセスについて漏れを防止しながらトルクを最小限にするバネ力の大きさ及び位置を決定するためには、以下の方法が用いられる。

（ａ）１以上のバネ位置設定表面構造をもつ１以上の回転子を含むロータリーバルブを提供する。

（ｂ）選択した圧力スイング吸着システムについて１以上の回転子に作用する大きさ及び位置をもつ押しつける力の合力を求める。

（ｃ）圧力スイング吸着プロセス中の漏れに対して１以上の回転子をシールするのに十分な大きさをもつバネ力を選択する。

（ｄ）１以上の回転子に及ぼすバネ力の中心についての位置を選択する。

（ｅ）選択されたバネ力と押しつける力の合力について、接触力の合力と位置を計算する。

（ｆ）式２を用いて、１以上の回転子の各回転子を回すのに必要とされるトルクを計算する。

（ｇ）１以上の回転子の各回転子を回すのに必要とされるトルクを合算して合計トルクを求める。

（ｈ）ステップ（ｄ）～（ｇ）を反復して、回転子（単数又は複数）を回すのに必要とされる最小の合計トルクをもたらすバネ力の中心について位置を見つける。

（ｉ）合計のバネ力が（ｃ）で選択されたバネ力に等しく且つバネ力の中心の位置が（ｈ）で選択されたとおりの位置にあるように、１以上のバネをバネ位置設定表面構造のところに配置する。

（ｊ）バネ力が圧力スイング吸着プロセス中の漏れに対して１以上の回転子をシールするのに不十分である場合、（ｃ）に戻り、バルブが実質的に漏れなしに作動するまで、選択されたバネ力を徐々に増大させる。

【００６６】

ここで、公称のＰＳＡプロセス条件下で作動する典型的な複式回転子／固定子ロータリーバルブについて最小のトルクをもたらすバネ位置を計算する例を提示する。種々のスロットの圧力を、ＰＳＡプロセス中の標準的な運転圧力で選択した。

【００６７】

図６は、表面６３０に供給スロット６１０及び排出／パージスロット６２０をもつ代表的な供給側回転子６００を示す。回転子６００の半径はＲである。例えば、半径Ｒはおよそ１インチであることができる。供給側回転子６００は、プロセス操作中に回されると供給側回転子６００がその周りを回転する中心軸線Ｃを有する。中心軸線Ｃは、バルブの中心軸線Ａ（図３、４）と整合する。ＰＳＡプロセスでは、供給スロット６１０は７ｐｓｉｇという平均の高い圧力で運転し、排出／パージスロット６２０は－７ｐｓｉｇという平均の低い圧力で運転する。供給スロット６１０における圧力、排出／パージスロット６２０における圧力、及びその他の回転子表面の圧力は、供給側回転子６００を固定子（図示せず）から分離するように作用する約６．８ポンドの押しつける力をもたらす。この力は、中心軸線Ａから約０．５インチの距離ｄだけオフセットされた、図６に示された位置F_{p1}で作用する。

【００６８】

図７は、パージ提供ポート７３３、パージ受入れポート７３４、上昇均圧ポート７３５、製品再加圧ポート７３６、製品ポート７３７、及び下降均圧ポート７３８を有し、そして回転子ベアリングと製品出口を収容するための中央の孔７３９を有する、典型的な製品側回転子７００を示す。スロット（７３３、７３４、７３５、７３６、７３７、７３８、７３９及びその他の回転子表面における圧力は、製品側固定子（図示せず）から製品側回転子７００を分離するように作用する約９．３ポンドの押しつける力をもたらす。この力は、図７に示したように、およそ０．３インチの距離だけ中心軸線Ｃからオフセットされた位置F_{p2}で、製品側回転子７００に対して作用する。製品スロット７３７及び中央の孔７３９は、最高の平均運転圧力である約７ｐｓｉｇと、それに続く、製品再加圧ポート７

３６、下降均圧ポート７３８、上昇均圧ポート７３５、パージ提供ポート７３３、及びパージ受入れポート７３４における逐次的に低くなる圧力を有する。製品側回転子７００は、プロセス操作中に回されると製品側回転子がその周りを回転する中心軸線Ｃを有する。中心軸線Ｃはバルブの中心軸線Ａ（図３、４）と整合する。

【００６９】

種々のバネ力、及びバネ力の中心（ＣＯＦ）の半径の範囲について、供給側回転子６００（図６）及び製品側回転子７００（図７）を回転させるのに必要とされるトルクを求めた結果を、図８に示す。水平軸は、バネ力が加えられる半径又は偏心度である。垂直軸は、両方の回転子を回すために必要とされるトルクである。各曲線は、表示されたとおりの種々のバネ力を表わす。

【００７０】

所要バネ力を求めるのは、回転子に作用する押しつける力を最初に求めることによって行われる。押しつける力を求めるのは、いくつかの理由で困難である。第１に、回転子ポートにおけるプロセス圧力は、吸着床内の変化する圧力と回転子の位置の変化の結果として、連続的に変化している。第２に、システムに供給ガス及び真空を提供するために往復ポンプが使用される場合、回転子ポート圧力にその他の変動が発生することがあり、これが一部のポートで圧力の脈動をひき起こすことがある。第３に、ポートのない箇所での回転子面上の圧力分布は、いずれも完全には平坦でない回転子の面と固定子の面との接触パターンに応じた推定である。この非平坦性は、一部の圧力が回転子面へと漏れるのを許し、そして圧力がその力を及ぼす領域を変化させる可能性がある。これらの理由から、作動中にどれだけのバネ力が実際に必要とされるかを決定するのは困難である。理想的には、バネ力は、回転子と固定子を接触状態に保つため押しつける力と接触力との和よりもごくわずかだけ大きいことしか必要とされない。実際には、押しつける力と接触力との和よりも数ポンドだけ少し大きいバネ力を選択し、バルブを漏れについて観察する。バルブがその用途にとって許容可能な量を超えて漏れる場合には、実質的な漏れがなくなるまで、バネ力を徐々に増加させる。こうして、図８を用いることにより、バネ力を増加させながら、回転子を回すのに必要とされる最小トルクを維持するように、バネ力の位置を調整する。

【００７１】

図８の各曲線の終点は、１つの回転子の縁部で反力が発生する点を表わす。これらの終点を越えると、押しつける力は回転子／固定子対のうちの一方を分離し始めるので、回転子の静的平衡を維持するのは不可能である。図８は、所定のバネ力について、回転子を回すのに必要とされるトルクを最小限にするためにバネ力を加える最適な半径方向の箇所が存在することを示している。最小トルクのための半径方向の箇所は一定ではなく、加えられるバネ力とともに変動する。図８に示したように、バネ力の位置を設定する最適な半径は、バネ力の増加とともに減少する。先に説明したバネ選択方法について言えば、バルブの漏れがなくなるまでバネ力の増加が試され、特定のバネ力についてバネ力の中心の最適な箇所が図８から見いだされる。

【００７２】

所定の合計バネ力及び箇所を得るために、異なる力のバネを選択することができる。例えば、回転子は、後に決定される用途に基づいてバネ力の中心を配置するのを可能にするいくつかの箇所に配置されたバネ位置ロケータを有することができる。

【００７３】

本発明の一般的実施形態は、加圧供給空気、真空廃棄物又は排気接続部、及び製品出口を有するとともに、複数の吸着床の供給側及び製品側端部に接続するためのポートを有するロータリーバルブを含む。このバルブは、１以上の供給元プロセスから１以上の指定プロセスまで反復可能な循環プロセス工程でもって流体を導くための任意のプロセスにおいて使用可能である。

【００７４】

本発明を好ましい実施形態を参照して説明してきたが、当業者には、本発明の範囲から

逸脱することなく様々な変更を加えることができ、またその構成要素に代えて同等のものを用いてもよいということが理解されよう。更に、本発明の本質的な範囲から逸脱することなく、その教示に対して特定の状況を適合させるため多くの改変を行なうことができる。従って、本発明はそれを実施するために考えられる最良の態様として開示されている特定の実施形態に限定されず、特許請求の範囲に記載の範囲内に入る全ての実施形態を包含するものであるということが意図されている。

【図面の簡単な説明】

【００７５】

【図１】典型的な従来技術のロータリーバルブの分解組立図である。

【図２Ａ】押しつける力とバネ力が両方とも回転子の中心に位置する場合の典型的な回転子に作用する力を説明する簡略概要図である。

【図２Ｂ】押しつける力が回転子の中心に加えられていない場合の典型的な回転子に作用する力を説明する簡略概要図である。

【図２Ｃ】バネ力が押しつける力と同じ場所で回転子上に加えられた場合の典型的な回転子に作用する力を説明する簡略概要図である。

【図３】本発明によるロータリーバルブの代表的な実施形態の拡大上面図である。

【図４】本発明によるロータリーバルブの代表的な実施形態の拡大底面図である。

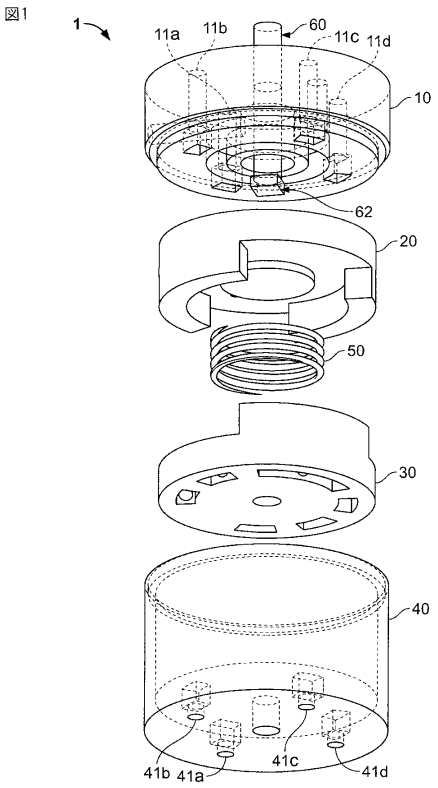
【図５】本発明によるロータリーバルブの単一回転子の実施形態の概略的断面図である。

【図６】本発明による代表的な供給側回転子の供給側回転子面の図である。

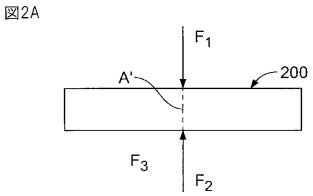
【図７】本発明による代表的な製品側回転子の製品側回転子面の図である。

【図８】本発明による、種々のバネ力に対して回転子を回すのに必要とされるトルクとバネ力の力の中心の半径方向の位置との関係を説明するグラフである。

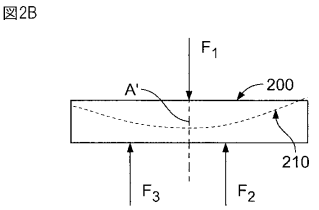
【図１】



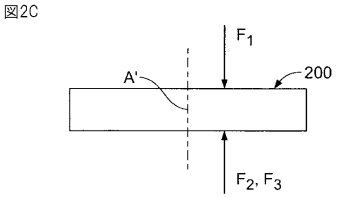
【図２Ａ】



【図２Ｂ】

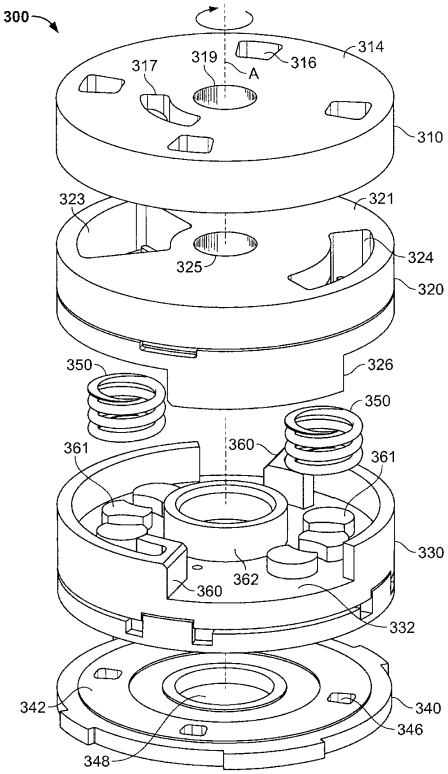


【図２Ｃ】



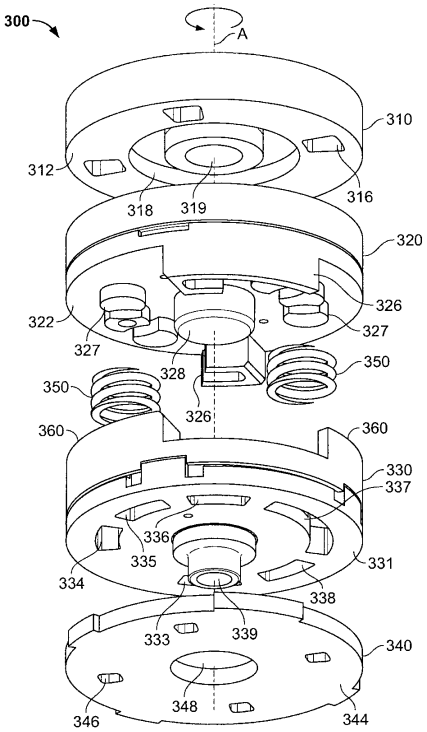
【図３】

図3



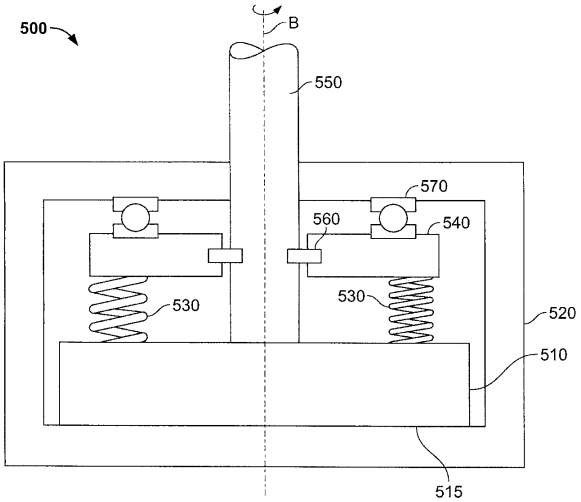
【図４】

図4



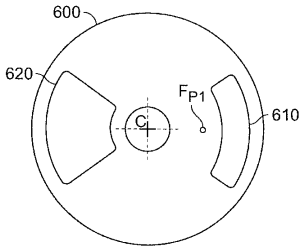
【図５】

図5



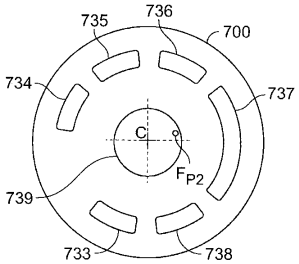
【図６】

図6



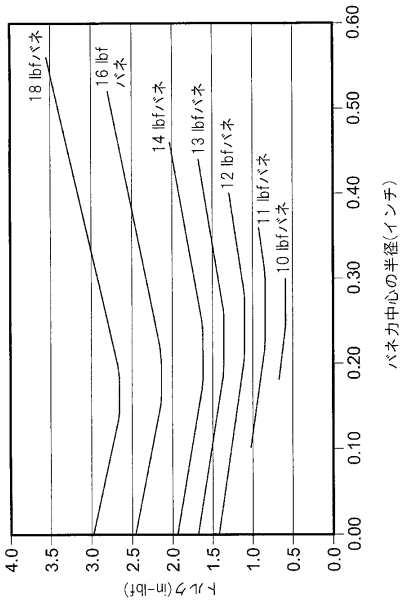
【図７】

図7



【図８】

図8


18 lbfバネ
16 lbf バネ
14 lbfバネ
13 lbfバネ
12 lbfバネ
11 lbfバネ
10 lbfバネ
トルク(in-lbf)
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
0.00
0.10
0.20
0.30
0.40
0.50
0.60
バネ力中心の半径(インチ)

フロントページの続き

(74)代理人 100077517
弁理士 石田 敬
(74)代理人 100087413
弁理士 古賀 哲次
(74)代理人 100111903
弁理士 永坂 友康
(74)代理人 100102990
弁理士 小林 良博
(74)代理人 100093665
弁理士 蛯谷 厚志
(72)発明者 グレン ポール ワグナー
アメリカ合衆国，ペンシルベニア １８０５１，フォーゲルスビル，フェザント ラン ８１３７

審査官 熊谷 健治

(56)参考文献 特開２００７－０４６７８４（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－００２３４１（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１２５３６８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０１７７７７（ＪＰ，Ａ）
米国特許第４９３０５４０（ＵＳ，Ａ）
特開平０９－１１８２３２（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０７６８５８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｋ １１／００－１１／２４
Ｆ１６Ｋ ３／０４
Ｆ１６Ｋ ３１／０４