

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5688374号
(P5688374)

(45) 発行日 平成27年3月25日(2015.3.25)

(24) 登録日 平成27年1月30日(2015.1.30)

(51) Int.Cl.

F 1

B04B 11/08	(2006.01)	B 04 B	11/08
B04B 1/02	(2006.01)	B 04 B	1/02
B04B 11/05	(2006.01)	B 04 B	11/05

請求項の数 20 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-542924 (P2011-542924)
(86) (22) 出願日	平成21年12月29日 (2009.12.29)
(65) 公表番号	特表2012-513888 (P2012-513888A)
(43) 公表日	平成24年6月21日 (2012.6.21)
(86) 國際出願番号	PCT/IB2009/007990
(87) 國際公開番号	W02010/076657
(87) 國際公開日	平成22年7月8日 (2010.7.8)
審査請求日	平成24年12月26日 (2012.12.26)
(31) 優先権主張番号	61/141,040
(32) 優先日	平成20年12月29日 (2008.12.29)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	504348334 ワグナー デベロップメント, インコーポレイテッド モナコ公国 エムシー98000 アブニュ デ シトロニエル3-5 ラ ブランス デ ガル セカンド フロワ
(74) 代理人	100062225 弁理士 秋元 輝雄
(72) 発明者	カー, ロバート, ビー. アメリカ合衆国 02445 マサチューセツ州 ブルックライン, ローソン ロード 175

審査官 原 賢一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】使い捨て式接触要素を備えた固体排出遠心分離機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二重ピストン分離機ボウル組立体を備えた固体排出遠心分離機であって、前記組立体は、上側部分、円筒形の中間部分、及び円錐形の下側部分を備える分離機ボウルであって、上側部分は、流体が通過する経路を有するスピンドル軸を備え、前記流体は分離液を含み、前記スピンドル軸はボウルを回転する駆動モータと係合可能であり、前記スピンドル軸は、その上端で出口ポートに終結し、下側部分は、その下端で、ボウルが回転している間、供給液体が入口ポートを通ってポンプで送り込まれる、入口ポートに終結する円筒形の延長部を備えた分離機ボウルと、

ボウルの中心軸の周りに配設される中空の中央コアで、前記スピンドル軸の下側端から前記円筒形延長部の上側端まで伸び、円筒状の延長部は中央コアを介して経路を定め、中央コアを通って供給液体が流れ、その後蓄積した固体は中央コアを通って排出され、分離液溝は中央コア内に形成され、供給液体からの固体はボウルの内面に蓄積し、分離液は分離液溝を通ってボウルの回転に連れて出口ポートから流出し、

ボウル内に移動可能に配設され、ボウルの内面に一致すると共に、中央コアを囲む第1ピストンで、ボウルの回転を停止させた後で、第1のピストンは円筒状延長部によって定められた経路を通って蓄積された固体の塊を、中央コアを通って円錐状の下側部分へ移動することによって入口ポートから排出可能で、

中央コア内に移動可能に配設され、中央コアの内面に一致すると共に、前記円筒形延長部を通って下向きに伸びることが可能であり、第1ピストンがボウルから固体の塊を排出

10

20

した後で入口ポートを通して、ボウルから最後に残存する固体を排出する第2ピストンとを備えることを特徴とする固体排出遠心分離機。ここで、入口ポートから、固体を含んだ流体が供給され、ボウルから排出される固体とは、遠心分離によって分離された固体であり、スピンドル軸内を流れる流体は分離液である。

【請求項2】

分離機ボウルの下側部分は、取り外し可能である請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項3】

ボウルライナーを更に備える請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項4】

分離液弁を有する組立体を更に備え、この組立体は、

開放位置及び閉鎖位置を有する分離液弁であって、開放位置にあるときは、分離機からの分離液の流れを出口ポートを通じて収集用の分離液ポートに向けて導くことが可能であり、また閉鎖位置にあるときは、分離機からの分離液の流れを停止することが可能な分離液弁と、

第1及び第2ピストンの少なくとも1つを前記分離機の前記分離機ボウル内で移動させて、ボウルから固体を排出することが可能な固体排出ピストン作動器とを備える請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項5】

供給／排出弁を有する組立体を更に備え、この組立体は、

供給ラインに接続するための供給ポートと、

固体収集容器に接続するための固体ポートと、

第1の開放形態及び第2の開放形態を有する三方弁であって、第1の開放形態は、供給ポートからの供給液体を前記分離機の分離機ボウルの下側端の前記入口ポートに向けて導き、また第2の開放形態は、前記入口ポートから固体ポートへの経路を与える、この経路は、分離機ボウル内の第2ピストンの移動の方向に一致している三方弁とを備える請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項6】

空気供給用の第1のポートが分離作動器を上昇駆動させ、第2のポートが分離作動器を下降駆動させる、第1ピストン空気供給分離作動器を更に備える請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項7】

前記スピンドル上のスリーブに接触する上側密閉シール及び前記円筒形延長部上のスリーブに接触する下側密閉シールを更に備える請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項8】

1以上のシール冷却ポートを更に備え、各ポートは、冷却液を前記密閉シールの1つに向けて導く経路に接続する請求項7に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項9】

前記分離機ボウルを囲むハウジングであって、1つの球状の架台上に搭載された、1以上の軸受回転防止ピンを有する上側軸受組立体を含む上部を有する前記ハウジングを更に備える請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項10】

前記分離機ボウルを囲むハウジング、回転防止ピン付きの下側軸受組立体を備える下部を有する前記ハウジングを更に備える請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項11】

前記分離機ボウルを囲むハウジング、上側及び下側部分を有する前記ハウジングを更に備え、下側部分は上側部分から取り外し可能である請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項12】

全ての試料接触部品は使い捨て式である請求項1に記載の固体排出遠心分離機。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

密閉された請求項 1 に記載の固体排出遠心分離機。

【請求項 14】

固体排出遠心分離機を操作する方法であって、前記分離機は、

上側部分、円筒形の中間部分、及び円錐形の下側部分を備える分離機ボウルであって、上側部分は、流体が通過する経路を有するスピンドル軸を備え、前記流体は分離液を含み、前記スピンドル軸はボウルを回転する駆動モータと係合可能であり、このスピンドル軸は、上端で出口ポートに終結し、下側部分は、下端で、ボウルが回転している間、供給液体が入口ポートを通ってポンプで送り込まれる、入口ポートに終結する円筒形の延長部を備えた分離機ボウルと、

ボウルの中心軸の周りに配設される中空の中央コアで、前記スピンドル軸の下側端から前記円筒形延長部の上側端まで伸び、円筒状の延長部は中央コアを介して経路を定め、中央コアを通って供給液体が流れ、その後蓄積した固体は中央コアを通って排出され、分離液溝は中央コア内に形成され、供給液体からの固体はボウルの内面に蓄積し、分離液は分離液溝を通ってボウルの回転に連れて出口ポートから流出し、

ボウル内に移動可能に配設され、ボウルの内面に一致すると共に、中央コアを囲む第1ピストンであって、その移動はボウル内の加圧された流体によって規制される第1ピストンで、ボウルの回転を停止させた後で、第1のピストンは円筒状延長部によって定められた経路を通って蓄積された固体の塊を、中央コアを通って円錐状の下側部分へ移動することによって入口ポートから排出可能で、

中央コア内に移動可能に配設され、中央コアの内面に一致すると共に、前記円筒形延長部を通って下向きに伸びることが可能であり、第1ピストンがボウルから固体の塊を排出した後で入口ポートを通って、ボウルから最後に残存する固体を排出する第2ピストンであって、その移動は第2ピストンと機械的に結合された作動器によって規制される第2ピストンとを備え、前記方法は、

(a) 供給液体を入口ポートを通して分離機ボウル中に流すステップと、

(b) 分離機ボウルを回転させることによって、供給液体の固体成分がボウルの内面に蓄積するステップと、

(c) 供給液体を入口ポート中に流しながら、分離機ボウルの回転を継続して、浄化された分離液液体が出口ポートを通して流出するステップと、

(d) ボウルの回転を停止し且つ残りの液体を円筒状の延長部によって定められた経路を介して入口ポートを通ってボウルから排水するステップと、

(e) 加圧された流体をボウル内に導入することによって、第1ピストンがボウル内で下向きに位置換えさせられ、そして蓄積された固体の塊が入口ポートを通して排出されるステップと、

(f) 作動器を下向きに駆動することによって、第2ピストンが中央コア内で下向きに移動して、残りの固体が入口ポートを通して排出されるようにするステップとを備えることを特徴とする方法。

ここで、入口ポートから、固体を含んだ流体が供給され、ボウルから排出される固体とは、遠心分離によって分離された固体であり、スピンドル軸を流れる流体は分離液である。

【請求項 15】

(g) 加圧された流体を入口ポートを通してボウル内に導入することによって、第1ピストンがボウル内で上向きに位置換えられるステップを更に備える請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

固体排出遠心分離機用のボウルライナー組立体であって、

前記分離機の分離機ボウルの内壁に一致するボウルライナーであって、分離機ボウルは、上側部分、円筒形の中間部分、及び円錐形の下側部分を備え、前記上側部分は、流体経路を有するスピンドル軸を備え、前記スピンドル軸は駆動モータと係合可能であり、また

前記スピンドル軸は、その上端で出口ポートに終結し、下側部分は、その下端で入口ポートに終結する円筒形の延長部を備え、前記ボウルライナーは、入口ポートから出口ポートまで連続的に伸び、

ボウルの中心軸の周りに配設され、前記スピンドル軸の下側端から前記円筒形延長部の上側端まで伸びる中空の中央コアで、円筒状の延長部は中央コアを介して経路を定め、中央コアを通じて供給液体が流れ、その後蓄積した固体は中央コアを通じて排出され、分離液溝は中央コア内に形成され、供給液体からの固体はボウルの内面に蓄積し、分離液は分離液溝を通じてボウルの回転に連れて出口ポートから流出するようになっていて、

ライナー内に移動可能に配設され、ライナーの内面に一致すると共に、中央コアを囲む第1ピストンで、ボウルの回転を停止させた後で、第1のピストンは円筒状延長部によって定められた経路を通じて蓄積された固体の塊を、中央コアを通じて円錐状の下側部分へ移動することによって入口ポートから排出可能で、

中央コア内に移動可能に配設され、中央コアの内面に一致すると共に、前記円筒形延長部を通じて下向きに伸びることが可能であり、第1ピストンがボウルから固体の塊を排出した後で入口ポートを通じて、ボウルから最後に残存する固体を排出する第2ピストンと、

を備えることを特徴とするボウルライナー組立体。

ここで、入口ポートから、固体を含んだ流体が供給され、ボウルから排出される固体とは、遠心分離によって分離された固体であり、スピンドル軸を流れる流体は分離液である。

【請求項17】

ボウルライナーは、プラスチック材料で作られている請求項16に記載のボウルライナー組立体。

【請求項18】

ボウルライナー、分離機ボウル、並びに第1ピストンは、プラスチック材料で作られている請求項16に記載のボウルライナー組立体。

【請求項19】

事前滅菌された使い捨て式ユニットとして構成された請求項16に記載のボウルライナー組立体。

【請求項20】

分離機ボウルの下側端は取り外し可能で、ライナー組立体の交換を可能にする請求項16に記載のボウルライナー組立体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

【関連出願との相互参照】

この出願は、「使い捨て式接触要素を備えた固体排出遠心分離機」なる名称で2008年12月29日に出願された米国仮出願第61/141,040号の優先権を主張し、ここにその全体を参照によって組み入れる。

【背景技術】

【0002】

複数の異種混合物を比重に基づいて複数の成分に分離するための多くの異なるタイプの遠心分離機が知られている。典型的には、供給材料または液体とも呼ばれる1つの異種混合物が、遠心分離機の回転式ボウル内に注入される。この回転式ボウルは、高速でスピントして、高い比重を持つ成分を沈殿分離によって混合物から分離させる。この結果、高濃度の固体はケーキとしてボウルの内面又は壁に密接して縮む。そして浄化された液体、即ち分離液は、ケーキよりも半径方向内側に形をなす。ボウルは、分離液から固体を分離するように、重力より20,000倍も大きな力を作用するのに十分な速度でスピントすることができる。固体はボウルの壁に沿って蓄積するので、分離液はボウルから出て、分離機を離れる。ひとたび所望量の固体が蓄積したら、分離機は排出モードにされ、固体が分離機から取

10

20

30

40

50

り除かれる。しばしば、例えば内部のスクレーパが使用されて、ボウルの壁から固体をこすり落とす。

【0003】

従来の分離機は、特別な種類の固体や液体を排出するときに多くの欠点を有する。例えば、いくつかの分離機は、粘着性の固体を完全に排出することはできず、結果的に不十分な歩留まりを生じさせる。不十分な歩留まりは、高価値の固体、例えば医薬品プロセスで遭遇するものにとって、特に問題となる。伝統的な分離機はまた、供給材料をボウルの回転速度に加速するときに、供給材料を非常に高い剪断力にさらすので、例えば敏感な化学又は生物学的物質、例えば無傷細胞を損傷する可能性がある。他の分離機は、敏感な固体を扱い、そして回収することに便利な手段を与えない。例えば、オペレータは通常、固体排出及び回収を補助することが必要とされ、汚染の潜在性を導入してしまう。更には、従来の分離機は、定置洗浄や滅菌をすることが難しい傾向にあり、有意に保守費用を増加させる操作を必要とし、また異なる調製品間に相互汚染の潜在性を作りだす。

【0004】

生物工学及び医薬品産業は、製造用の使い捨て式プロセス部品を益々当てにするようになっている。使い捨て式の事前滅菌された試料接触材料は、非常に多くの利点、例えば時間、労力、及びコストの節約を、初期設定と操業間分解検査の双方に対して与えている。それらはまた、汚染のリスクを劇的に減少させ、且つプロセス確認を単純化する。細胞や他の生体適合物質を処理するに好適な従来の製造規模の遠心分離機は、定置洗浄及び滅菌に対し特別な注意を必要とする。にもかかわらず、我々の知る限りでは、事前滅菌された使い捨て式試料接触材料を提供する利用可能な分離機はない。

【発明の概要】

【0005】

本発明によれば、粘着性の固体を効率的に回収すると共に、供給材料の低剪断充填及び加速を提示する一方で、使い捨て式プロセス接触要素を収容して、定置洗浄及び定置滅菌操作の必要性をなくす遠心分離機が開示される。この分離機の使い捨て式要素は、ユーザが単一使用に好適であると考えるに十分安価な材料で作られており、したがって一般的には金属ではなくプラスチック製である。ただし、ある種の金属、ゴム、又は他の材料を使い捨て式要素中に存在させることも可能である。使い捨て式要素はまた、事前滅菌されたユニットとして供給され、そして包装され得る。また、それらの使用は、操作中の洗浄及び滅菌ステップの必要性を回避することができる。この分離機はまた、密閉形態で操作され得る。この分離機は特に、敏感な固体、例えば化学又は生物学的物質に対して有用である。この発明の分離機は、敏感な固体、液体、材料又はそれらの組み合わせを、オペレータの介在や追加の機械的設備なしに回収できる。

【0006】

この遠心分離機は、分離機ボウルと、分離機ハウジングと、可变速駆動モータとを有する。ハウジングは、上側、中間、及び下側部分を有する。中間部分は、分離機ボウルを囲う。いくつかの実施形態では、ハウジングのこの部分は、例えば冷却液流用のジャケットを通して、温度制御されている。ボウルは、上側及び下側部分を有する。一実施形態では、上側部分は円筒形で、下側部分は円錐形である。ボウルは、入口ポートをボウルの底部に、そして出口ポートをボウルの上部に、又はボウルから上向きに伸びたスピンドル軸の上部に有する。ハウジングの上側部分は、ボウルの上側部分、又はボウルから上向きに伸びたスピンドル軸に係合する上側軸受組立体を含む。ハウジングの下側部分は、ボウルの下側部分に係合する下側軸受組立体を含む。いくつかの実施形態はまた、ボウル又はスピンドル軸の上部における出口ポートに連結する上側弁及びシール組立体を有する。いくつかの実施形態はまた、ボウルの底部における入口ポートに連結する下側弁及びシール組立体を有する。ある種の実施形態では、分離機には、精密で自動化された固体排出サイクルの規制用ピストン位置検知システムが設けられる。

【0007】

下側弁及びシール組立体は、供給ポートと、固体排出ポートと、弁とを有する。この弁

10

20

30

40

50

は、流れを供給ポート又は固体排出ポートのいずれかからボウルの底部分の入口ポートへ切り替えるためのものである。一実施形態では、この弁は三方ボール弁である。下側弁及びシール組立体はまた、ボウルの下側部分、又はボウルの下側部分からの延長部に接して、分離機ハウジングを下側軸受組立体において密閉するための1以上のシールを有する。

【0008】

上側弁及びシール組立体は、分離液ポート及び光学ポート、並びに弁を有する。この弁は、出口ポートへのアクセスを、分離液ポートとレーザピストン位置検知システムで使用する光学ポートとの間で切り替えるためのものである。一実施形態では、この弁は、三方ボール弁である。上側弁及びシール組立体はまた1以上のシールを有する。これはボウルの上側部分、又はボウルの上側部分から伸びたスピンドル軸に接して、分離機ハウジングを上側軸受組立体において密閉するためのものである。10

【0009】

本発明のもう1つの形態は、円筒形分離機ボウルである。このボウルは、その形状が例えば円筒形である上側部分と、その形状が例えば円錐形である下側部分とを有する。このボウルの下側部分は、例えばボウルの底部に入口ポートを有し、そこを通して供給材料や液体が供給モードの操作時に注入される。ボウルは高速回転するので、注入された供給液体は、ボウルの円錐形下側端の傾斜面に遭遇する。回転加速力は、液体が半径方向外側に移動するに従って次第に損なわれる。その後、固体は供給液体から分離し、ボウルの内面に沿って例えばケーキのように蓄積する。一体的なスピンドル軸は、ボウルの上部からボウルの円筒形上側部分を超えて伸びている。スピンドル軸は、分離機ボウル用の駆動機構、例えばモータに取り付けられた駆動ベルトに係合することができる。スピンドル軸の上部の出口ポートは、流体、例えば分離液が、ボウルを出ることを可能にする。いくつかの実施形態では、分離機ボウルは、ボウルの底部の入口ポートとボウルの上部又はスピンドル軸の上部の出口ポートとの間に異なる入口又は出口ポートが全くない。これは、ボウル内の試料によって経験される剪断力を最小にするためである。20

【0010】

ボウルはさらに、ボウルの内面と密着嵌合関係でボウル内に配設されたピストンを有する。このピストンは、形状が例えば円筒形である上側部分と、形状が例えば円錐形である下側部分を特徴とする。このピストンは、異なるモードの分離機操作中に気圧又は液圧をピストンに加える流体によって接触されている。例えば、固体排出モードでは、流体、例えば圧縮ガスや水力学的液体が、ピストンの上側部分に作用し、それを軸方向下向きに押し込んで、蓄積した固体をボウルから円錐形下側端の開口を通して押し出す。ピストンを移動させるための例示的タイプの圧縮ガスは、窒素とアルゴンである。同様に、ボウル内でピストンを移動させるための例示的な水力学的液体は、蒸留水である。一実施形態では、ボウルの下側端とピストンの下側部分は相補的形状を持ち、比較的完全な固体の排出を促進する。例えば、ボウルの下側部分とピストンの下側部分は、実質的に円錐形状又は円錐台形状を特徴とする。30

【0011】

分離機ボウルのある種の実施形態はまた、使い捨て式ボウルライナーを備える。使い捨て式ボウルライナーの使用は、定置洗浄及び定置滅菌操作の必要性をなくすことができる。この結果、本発明の使い捨て式ボウルライナーは、従来の設計に対していくつかの利点を有する。例えば、セットアップ時間及び分解検査時間の削減、バッチ間汚染の削減又は排除、容易な確認、及び低い労働コストである。使い捨て式ボウルライナーを使用する実施形態では、分離機ボウルの下側部分は通常ボウルの上側部分から取り外されて、使い捨て式ボウルライナーの交換を可能にする。使い捨て式ボウルライナーは典型的に、ボウルライナー空洞内に、上述したような使い捨て式ピストンを含む。ボウルライナーが分離機ボウルで使用されると、ピストンはボウルライナー内を移動し、そして蓄積された固体を、ボウルそれ自体からではなく、ボウルライナーの内面から配設することに使用される。ボウルライナーが使用されるとき、分離機ボウルは構造要素として機能し、ボウルライナーを支持する。いくつかの実施形態では、分離機ボウルには、使い捨て式下側弁及びシーパー4050

ル組立体及び／又は使い捨て式上側弁及びシール組立体を備えることができる。これらの組立体は、ボウルを充填及び排水するための流体経路の切り替えを仲介することができ、しかも密閉シールを与えることもできる。このシールは、ボウル内容物がボウル内部から出ることを防止し、且つ環境汚染物や微生物がボウルに入ることを防止するものである。これにより、ボウル内容物の滅菌性及び純度を確保すると共に、外部環境をボウル内容物による汚染から保護する。

【0012】

本発明のもう1つの形態は、固体排出遠心分離機用のピストン組立体である。ピストンは、上側部分及び下側部分を有する。下側部分は、上述したボウルのように、分離機ボウルの下側部分の内面と一致する。いくつかの実施形態では、ピストンの上側部分はまた、分離機ボウルの上側部分と実質的に一致する。一実施形態では、ピストンの上側部分は円筒形であり、ピストンの下側部分は円錐形である。このピストンは、流体、例えば供給液体、分離液、又は駆動流体をピストンを通して輸送するための流体経路を含む。ピストン内部に配設され、そして流体経路内に配置されているのは、シャトル弁である。このシャトル弁は、この弁にかかる圧力に応答して、前記経路を通る流体流を規制する。この流体経路は、ピストンの上部で開きシャトル弁の上側で終了する第1の経路を有する。この流体経路はまた、ピストンの下側部分で開きシャトル弁の下側で終了する第2の経路を有する。シャトル弁は、第2の経路内の圧力が第1の経路内の圧力よりも大きいときに第1の経路を封止し、また第1の経路内の圧力が第2の経路内の圧力よりも大きいときに第2の経路を封止する。

10

【0013】

本発明の更にもう1つの形態は、遠心分離機用のピストン位置検知システムである。このシステムは、分離機ボウルと、ボウルの内面に接して移動可能に配設されたピストンと、レーザと、信号プロセッサとを有する。分離機ボウルは、軸方向に位置決めされた光学ポート又は窓をその上部端に有し、且つ出口ポートを底部端に有する。ピストンは、レーザからの光を上向きに反射して信号プロセッサ方向に戻すようにピストンの上面に位置決めされたミラーを有する。ボウル内のピストンの位置は、信号プロセッサによって、既知の方法、例えば三角測量法、飛翔時間測定法、又は干渉計使用法を用いて決定される。一実施形態では、ピストンは、ピストンを通る流体経路と、その流体経路内に配設されたシャトル弁とを有する。この実施形態では、ミラーはシャトル弁上に搭載されるか、その代わりにシャトル弁がミラー付きの表面を持つ。この実施形態では、流体経路は、シャトル弁上のミラーにつながる光学経路として機能して、ピストン位置情報を信号プロセッサに与える。

20

【0014】

この発明はまた、前述した遠心分離機を操作するための方法を提供する。一実施形態では、この方法は、(a)供給液体を入口ポートを通して分離機ボウル中に流すステップと、(b)分離機ボウルを回転させることによって、供給液体の固体成分がボウルの内面に蓄積するステップと、(c)供給液体を入口ポート中に流しながら、分離機ボウルの回転を継続して、浄化された分離液液体が出口ポートを通して流出するステップと、(d)ボウル回転を停止し且つ残りの液体を入口ポートを通してボウルから排水するステップと、(e)出口ポートを通して流体を流し戻すことによって、ピストンがボウル内で下向きに位置換えされ、そして蓄積された固体が入口ポートを通して排出されるステップを備える。ある実施形態では、この方法は更に、(f)流体を入口ポート中に流すことによって、ピストンがボウル内で上向きに位置換えされるステップを備える。これにより、更なる分離サイクルが行われる。

30

【0015】

この発明のもう1つの形態は、ピストン内のシャトル弁を有し、且つ上述したような上側及び下側弁組立体を有する遠心分離機を操作するための方法である。この方法は、(a)供給液体を下側弁組立体の供給液体ポートを通して分離機ボウル中に流すステップと、(b)分離機ボウルを回転させることによって、供給液体の固体成分がボウルの内面に蓄

40

50

積するステップと、(c) シャトル弁を開放形態に維持するに十分な流速で供給液体を供給液体ポート中に流しながら、分離機ボウルの回転を継続して、浄化された分離液液体が分離液弁を通して流出するステップと、(d) ボウル回転を停止し且つ残りの液体を供給液体ポートを通してボウルから排水することにより、シャトル弁が閉鎖形態となるステップと、(e) シャトル弁を開放形態に維持するに十分な流速で流体を供給液体ポートを通してボウル中に流すことによって、液体経路からピストン、スピンドル軸、上側弁組立体、及び分離液ポートを通して液体を追い出すステップと、(f) 下側弁組立体を切り替えて、入口ポートから固体排出ポートへの経路を開くと共にシャトル弁を閉鎖形態に駆動するに十分な流速で流体を分離液ポートを通して流し戻すことによって、ピストンはボウル内で下向きに位置換えされ、そして蓄積された固体は固体排出ポートを通して排出されるステップを備える。ある種の実施形態では、この方法は、(g) 下側弁組立体を切り替えて供給液体ポートから固体排出ポートへの経路を開くと共に流体を供給液体ポートへ流すことによって、残りの固体が固体排出ポートを通して追い出されるステップと、(h) 下側弁組立体を切り替えて供給液体ポートから入口ポートへの経路を開くと共に流体を供給液体ポートへ流すことによって、シャトル弁が閉鎖形態となると共にピストンがボウル内で上向きに位置換えされるステップとを更に備える。この実施形態では、ピストンはリセットされ、そして分離機は、もう1つの分離サイクルを行うことが可能になる。

【0016】

この発明のもう1つの形態は、固体排出遠心分離機用のボウルライナー組立体である。この組立体は、ボウルライナーと、中空の中央コアと、第1ピストン組立体と、第2ピストン組立体とを有する。ボウルライナーは、分離機のボウルの内壁に一致する。分離機ボウルは、上側部分、円筒形の中間部分、及び円錐形の下側部分を有する。ボウルの上側部分は、駆動モータと係合可能なスピンドル軸を有する。このスピンドル軸は、その上端で出口ポートに終結する。ボウルの下側部分は、その下端で入口/固体排出ポートに終結する円筒形の延長部を有する。ボウルライナーは、入口ポートから出口ポートまで連続的に伸びて、ボウルの壁に沿って完全な試料接触表面を形成する。中空の中央コアは、ボウルの中心軸を中心として配設され、そしてスピンドル軸におけるライナーから下側延長部におけるライナーまで伸びている。第1ピストンはライナー内に移動可能に配設され、ライナーの内面に一致する。第1ピストンはまた中央コアを囲んでいる。第2ピストンは中央コア内に移動可能に配設され、中央コアの内面に一致する。第2ピストンは円筒形延長部を通して伸びて、第1ピストンが固体の大部分をボウルから押し出した後に、最後に残存している固体をボウルから排出することが可能である。組立体のボウルライナー及び他の部品は各々オプションでプラスチックにより作られる。またボウルライナー組立体は好ましくは単一の使い捨て式ユニットとして構成され、事前滅菌された状態で提供される。ある実施形態では、中央コアは、第1及び第2ピストンの一方又は双方を駆動する駆動流体又はガス用の溝に適合する。好ましい実施形態では、ライナー組立体は、取り外し可能な下側端を持つ分離機ボウルで使用されるように構成される。このことにより、ボウルが開かれて、ボウル組立体の交換を可能にする。

【0017】

この発明の更にもう1つの形態は、固体排出遠心分離機用の二重ピストン分離機ボウル組立体である。この組立体は、分離機ボウルと、中空の中央コアと、第1ピストンと、第2ピストンとを備える。分離機ボウルは、上側部分、円筒形の中間部分、及び円錐形の下側部分を有する。ボウルの上側部分は、駆動モータと係合可能なスピンドル軸を有する。このスピンドル軸は、その上端で出口ポートに終結する。ボウルの下側部分は、その下端で入口/固体排出ポートに終結する円筒形の延長部を有する。中空の中央コアは、ボウルの中心軸を中心として配設され、スピンドル軸からボウルの下側延長部まで伸びている。第1ピストンはボウル内に移動可能に配設され、ボウルの内面に一致する。第1ピストンはまた中央コアを囲んでいる。第2ピストンは中央コア内に移動可能に配設され、中央コアの内面に一致する。第2ピストンは円筒形延長部を通して伸びて、第1ピストンが固体の大部分をボウルから押し出した後に、最後に残存している固体をボウルから排出するこ

10

20

30

40

50

とが可能である。ある実施形態では、ボウル組立体は、ボウルライナーを有するか、又は使い捨て式ボウルライナーと共に使用されるように構成される。いくつかの実施形態では、ボウルの下側部分は取り外し可能で、ボウル内の部品が交換されることを可能にする。

【0018】

この発明の別の1つの形態は、固体排出遠心分離機用の分離液弁組立体である。この組立体は、分離液弁と、固体排出ピストン作動器とを有する。分離液弁は、開放位置及び閉鎖位置を有する。開放位置では、この弁は、分離機からの分離液の流れを収集用に分離液ポートに向けて導くことが可能である。閉鎖位置では、この分離液弁は分離機からの分離液の流れを停止することが可能である。固体排出ピストン作動器は、ピストンを分離機の分離機ボウル内で移動させて、ボウルから固体を排出することが可能である。分離液弁及びピストン作動器は組み合わされて、単一の組立体になる。この組立体は、好ましくは使い捨て式ユニットとして構成され、事前滅菌された状態で提供される。ある実施形態では、分離液弁組立体はまた、分離機に向かう出口ポートを密閉するシール組立体を有する。ある実施形態では、弁組立体は、1以上の冷却液用ポート及び溝を有し、組立体を通る冷却液の流れを可能にして、シールを冷却する。ある実施形態では、ピストン作動器はピストン位置センサを有する。ある実施形態では、組立体はまた1以上のポートを有し、ボウル内でのピストンの移動を駆動する駆動流体又はガスを供給する。

【0019】

この発明のもう1つの形態は、固体排出遠心分離機用の供給／排出弁組立体である。この組立体は、供給ポートと、固体ポートと、三方弁とを有する。供給ポートは、供給ラインへの接続を形成して、供給材料を分離機に導入することが可能である。固体ポートは、固体収集容器への接続を形成することができる。この容器は、分離機の作用によって供給材料から分離された固体を収集することに使用される。三方弁は、第1の開放形態及び第2の開放形態を有する。第1の開放形態では、この弁は、供給ポートからの供給液体を分離機の分離ボウルの下側端の入口ポートに向けて導く。第2の開放形態では、この弁は、入口ポートから固体ポートへの経路を与える。この経路は、分離機ボウル内に存在する固体排出ピストンに一致している。ピストンは、残りの固体を弁及び固体ポートを通してボウルから押し出すことに使用される。供給／排出弁組立体は、使い捨て式ユニットとして構成され、事前滅菌された状態で提供されることが好ましい。ある実施形態では、供給／排出弁組立体はまた、分離機に向かう入口ポートを密閉するシール組立体を有する。ある実施形態では、弁組立体は、1以上の冷却液用ポート及び溝を有し、組立体を通る冷却液の流れを可能にして、例えればシールを冷却する。ある実施形態では、三方弁は回転して、第1及び第2の開放形態を切り替える。いくつかの実施形態では、第2の開放形態の経路は、直径が少なくとも10mmであるが、他の実施形態では、濃厚な固体ペーストでの使用又は大きな塊の固体を伴う大きな分離での使用が意図されているため、その経路は、直径が少なくとも30mmである。

【0020】

この発明の別のもう1つの形態は、固体排出遠心分離機用のピストン位置検知システムである。このシステムは、分離機ボウルと、ボウル内のピストンと、光源と、信号プロセッサとを有する。分離機ボウルは、周方向に位置決めされ且つボウルの上側部分と一体化された光学ポートを有する。ピストンはボウルの内面に接して移動可能に配設されている。このピストンは、その上側部分に光反射性表面を有する。これは、光源からの光を反射して光学ポートを通して信号プロセッサに向けて戻すことが可能である。光反射性表面は光学ポートと整列され、ボウルを通してピストンへ向かう連続した光学経路を与える。光源は、ボウルの外側に位置決めされ、ボウルの回転の少なくとも一部分の間は、光学ポートを通してボウル上の反射性表面を照明する。信号プロセッサは、反射性表面で反射された光学ポートを通して戻る光を受信し、ボウル内のピストンの位置を示す出力値を与える。いくつかの実施形態では、このシステムは、ボウルライナーの上面に周方向に位置決めされた光学窓を持つボウルライナーを有する。この窓は、ボウルライナーの上部の一部分であるか、ボウルライナーの上部全体である。この窓が一部分だけである場合、それはボウルライナーの上部全体である。

10

20

30

40

50

ルの上部において光学ポートと整列される。

【0021】

この発明の更に別の形態は、二重ピストン固体排出遠心分離機である。この分離機は、二重ピストン分離機ボウル組立体を備える。この組立体は、分離機ボウルと、中空の中央コアと、第1ピストンと、第2ピストンとを有する。分離機ボウルは、上側部分、円筒形の中間部分、及び円錐形の下側部分を有する。ボウルの上側部分は、駆動モータと係合可能なスピンドル軸を有する。このスピンドル軸は、その上端で出口ポートに終結する。ボウルの下側部分は、その下端で入口／固体排出ポートに終結する円筒形の延長部を有する。中空の中央コアはボウルの中心軸を中心として配設され、スピンドル軸からボウルの下側延長部まで伸びている。第1ピストンはボウル内に移動可能に配設され、ボウルの内面に一致する。第1ピストンはまた中央コアを囲んでいる。第2ピストンは中央コア内に移動可能に配設され、中央コアの内面に一致する。第2ピストンは円筒形延長部を通って移動して、第1ピストンが固体の大部分をボウルから押し出した後に、最後に残存している固体をボウルから排出することが可能である。ある実施形態では、分離機ボウルの下側部分は取り外し可能であり、また下側部分固定ナットを取り付け可能である。いくつかの実施形態では、分離機はまた、ボウルライナー、分離液弁組立体、供給／排出弁を有する組立体、又はピストン位置検知システムを有する。ピストン位置検知システムは、第1及び／又は第2ピストンのボウル内の位置を動作中に測定するように構成される。分離機のいくつかの実施形態は、速度及び角度位置を検知する可変速ベクター型の駆動モータを有することがある。分離機のある実施形態は、ピストン空気供給作動器を有する。これは、駆動ガスを供給するポートによって上昇又は下降駆動される。いくつかの実施形態では、分離機は、分離機ボウル、又はボウルライナーの上側及び下側端において、シール／スリーブ組立体によって密閉される。このシールには、冷却液流がシール及びシール組立体を冷却するための冷却ポート及び排水ポートが設けられる。ある実施形態では、分離機は、安定性を維持し且つ振動を減衰させるための構造体を有する。そのような構造体は、球状又は部分的に球状の架台に搭載された上側軸受組立体と、回転防止ピンを持つ上側及び下側軸受組立体とを有する。いくつかの実施形態では、分離機ボウルは、冷却ジャケットを含むハウジングによって囲まれる。いくつかの実施形態では、ハウジングは、上側及び下側部分に分離される。ある実施形態では、分離機は、1以上の使い捨て部品、例えば使い捨て式ボウルライナー、使い捨て式ボウルライナー／第1ピストン組立体、使い捨て式分離機ボウル／ボウルライナー／第1ピストン組立体、使い捨て式分離液弁組立体、使い捨て式第2ピストン組立体、使い捨て式分離液弁／第2ピストン組立体、又は使い捨て式供給／排出弁組立体を有する。いくつかの実施形態では、全ての試料接触表面は使い捨て式である。いくつかの実施形態では、全ての試料接触表面は使い捨て式であり、また分離機は密閉されている。

【0022】

この発明のもう1つの形態は、先の段落で説明された固体排出遠心分離機を操作する方法である。この方法は、以下のようなステップ(a)～(g)を有する。ステップ(a)では、供給液体が入口ポートを通して分離機ボウル中に流入される。ステップ(b)では、分離機ボウルが回転させられることによって、供給液体の固体成分がボウルの内面に蓄積する。ステップ(c)では、供給液体が入口ポート中に流れながら、ボウルが回転し続けて、浄化された分離液液体が出口ポートを通して流出する。ステップ(d)では、ボウルの回転が停止され、残りの液体が入口ポートを通してボウルから排水される。ステップ(e)では、加圧された流体又は駆動ガスがボウル内に押し込まれることによって、第1ピストンがボウル内で下向きに位置換えさせられ、そして蓄積された固体が入口ポートを通して排出される。ステップ(f)では、第2ピストン用の作動器が下向きに駆動されることによって、第2ピストンが中央コア内で下向きに移動して、最終的な残りの固体が入口ポートを通して排出されるようにする。ある実施形態では、この方法はまた、ステップ(g)を有し、そこでは加圧された流体またはガスを入口ポートを通してボウル内に導入することによって、第1ピストンがボウル内で上向きに位置換えさせられる。いくつかの

実施形態では、分離機は、1以上の使い捨て部品を有する。またこの方法は、ステップ(h)を有し、そこではステップ(a)を繰り返す前に、使い捨て部品の1以上を交換する。この方法のいくつかの実施形態では、ステップ(a)~(g)又は(a)~(h)は、単一タイプの供給液体での動作、あるいはサイクル間で異なるタイプの供給液体に切り替える動作の2又は3サイクルの間繰り返される。ある実施形態では、ピストン位置検知システムが使用され、ステップ(a)~(g)のいずれかの間に、ボウル内の第1及び/又は第2ピストンの運動を追跡する。

【0023】

この発明の更にもう1つの形態は、固体排出遠心分離機を操作又は改造するためのキットである。このキットは、以下の使い捨て部品の1以上を含んでいる。即ち、使い捨て式ボウルライナー、使い捨て式ボウルライナー/第1ピストン組立体、使い捨て式分離機ボウル/ボウルライナー/第1ピストン組立体、使い捨て式分離液弁組立体、使い捨て式第2ピストン組立体、使い捨て式分離液弁/第2ピストン組立体、又は使い捨て式供給/排出弁組立体である。このキットはまた、遠心分離機に関連した使い捨て部品を使用するための使用説明書を有する。

10

【0024】

本発明の他の形態、特徴、及び利点は、後続する発明の詳細な説明から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

本発明は、添付の図面を参照することによって、より十分に理解される。

20

【図1】この発明に係る遠心分離機の1つの実施形態の断面図である。

【図2】供給モードで動作している図1の分離機の断面図である。

【図3】排水モードで動作している図1の分離機の断面図である。

【図4】分離液追出しモードで動作している図1の分離機の断面図である。

【図5】固体排出モードで動作している図1の分離機の断面図である。

【図6】固体追出しモードで動作している図1の分離機の断面図である。

【図7】固体排出後のピストンの最高位置への復帰を示す図1の分離機の断面図である。

【図8】使い捨て式部品の交換用分解形態において、動作に後続する図1の分離機の断面図である。

【図9A】この発明に係る遠心分離機の1つの実施形態の断面図であり、図9Aは大きな供給/排出弁実施形態の分離機を示す。

30

【図9B】この発明に係る遠心分離機の1つの実施形態の断面図であり、図9Bは上側密閉領域の拡大図を示す。

【図9C】この発明に係る遠心分離機の1つの実施形態の断面図であり、図9Cは小さな供給/排出弁実施形態の下側部分を示す。

【図10】供給モードで動作している図9の分離機の断面図である。

【図11】排水モードで動作している図9の分離機の断面図である。

【図12】固体排出モードで動作している図9の分離機の断面図である。

【図13】最終固体排出モードで動作している図9の分離機の断面図である。

【図14】固体排出後のピストンの最高位置への復帰を示す図9の分離機の断面図である。

40

【図15】使い捨て式部品の交換用分解形態において、動作に後続する図1の分離機の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

[発明の詳細な説明]

図1は、この発明に係る遠心分離機の1つの実施形態を縦断面で示しているが、中間部は取り除かれている。分離機100は、分離機ボウル150と、分離機ハウジング110と、可変速駆動モータ300とを有する。

【0027】

50

ハウジングは、上側、中間、及び下側部分を有する。分離機ハウジングの中間部分は、分離機ボウル 150 を包囲する。図 1 に示された実施形態では、ハウジングのこの部分は、流体ジャケット 113 によって温度制御されている。このジャケットは、制御された温度の流体、例えば水を、ハウジングの下側部分にある冷却入口ポート 114 を通して流入させ、またハウジングの中間部分の上部付近にある冷却出口ポート 116 を通して流出させるためのものである。用途に応じて、ハウジングの流体ジャケットは、分離機内部を、したがって分離中の試料を、冷やすか温めるかのいずれかに使用される。敏感な材料、例えば細胞懸濁液の分離に際しては、冷却水を使用して、分離機を例えば 4 のような温度まで冷却することが一般的である。これは、生物学的材料、例えば細胞、タンパク質、又は核酸の構造及び機能を保つためである。

10

【 0028 】

ハウジングの上側部分は、分離機ボウルから上向きに伸びたスピンドル軸 160 と係合する上側軸受組立体 115 を有する。この実施形態では、軸受組立体 115 は、半球状の上側部分と、短円筒形の中間部分と、下側の半球状部分とを有する。オプションで、半球状部分は、1 以上の座の相手表面に接して静置することができる。この発明の分離機で使用され得る例示的な半球状部分は、ここに参照により組み入れられる米国特許第 6,986,734 号によって記載されている。ハウジングの下側部分は、供給円錐及び下側軸受組立体 120 を有する。供給円錐は、ボウルの下側部分として機能し、供給円錐固定ナット 122 によって、ボウルの上側部分に連結する。このナットは、円筒形ボウル部分の底部のねじ部に連結する。下側軸受組立体は、供給円錐から下向きに伸びる下側ボウル延長部 154 と一体化されている。ボウル固定ハンドル 124 は、供給円錐及び下側軸受組立体の取り付け又は取り外し中にボウルを固定することに使用される。ハウジングの下側部分は、下側ハウジングクランプリング 112 を取り外し、供給円錐及びボウル組立体にアクセスすることによって開かれる。上側及び下側のハウジング部分の他の特徴は、下側(117)及び上側(118)回転防止ピン及びゴム振動抑制リング 119 である。

20

【 0029 】

分離機ボウル 150 は、円筒形の上側部分及び円錐形の下側部分を有する。ボウルの下側部分は、ボウルの底部に入口ポート 170 を有し、そこを通して供給モードの動作中に供給液体が注ぎ込まれる。ボウルの回転によって、供給液体はボウルの円錐形下側端の内面を上昇し、そして半径方向外側に移動する。その後固体は供給液体から分離し、ボウルの内面に沿って、例えばケーキとして蓄積する。スピンドル軸 160 は、駆動ブーリ 162 を介して駆動ベルト 310 に係合する。スピンドル軸の上部の出口ポート 180 は、分離液がボウルを出ることを可能にする。入口及び出口ポートをそれぞれボウルの底部及び上部に位置決めすると、ボウルは徐々に且つ完全にボウルの底部から上部にかけて供給液体で充填され、空気を残すことがない。したがって、例えば他の設計では生じる表面張力効果と剪断力による試料成分に有害な気泡又は泡沫の形成を、回避又は最小にすることができます。

30

【 0030 】

ピストン 200 は、ボウルライナー 220 内に配設されている。このピストンは、ボウルライナーの上側部分に一致する上側部分と、ボウルライナーの下側部分に一致する下側部分を特徴とする。図 1 に示された実施形態では、ピストンの上側部分は円筒形であり、また下側部分は形状が円錐形である。ピストンはボウルの中心軸に沿って上下動可能である。供給モードの動作中、ピストンはボウルの上部まで上昇させられる。また固体排出モードの動作中、ピストンはボウル内で次第に低下させられて、蓄積された固体をボウルライナーの内壁からボウルの底部の入口ポートを通して外に排除する。図 1 に示された実施形態では、ボウルライナーの下端とピストンの下側部分は近接した相補形状を持ち、ピストンの下面是ボウルライナーの底部内面内でぴったりと適合して、単一サイクルの動作で固体の最大放出を達成する。

40

【 0031 】

ピストンは、流体、例えば供給液体、分離液、又は ピストンを介して駆動流体（不活性

50

な液体又はガス)を輸送するための流体経路を有する。ピストン内に配設され且つ流体経路内に配置されているはシャトル弁250であり、これは弁にかかる圧力に応答して、前記経路を通る流体流を規制する。シャトル弁については2つの代替設計が描かれている。円筒形又は歯車形のシャトル弁250の詳細図が分離機の左側に示されており、これはミラー付き表面260を上部に持つ。代替のボール状シャトル弁250が分離機の右側に描かれている。このボールはミラー付き表面を持つ。ピストン空洞に対し、及び/又はシャトル弁に対し、シールを適切に加えて、弁の移動の上限及び下限における効率的な封止を促進することができる。流体経路は2つの部分を持つ：第1の経路212は、ピストンの上部で開き、ピストンの中心軸に沿って伸び、そしてシャトル弁の上側で終了する。第2の経路214は、シャトル弁の下側と連通し、通路を半径方向外向きに伸ばし、ピストンの下側円錐部分のほぼ中間部に開口を与える。ピストン軸に沿う第2の経路の高さが次のように選択されている点に留意されたい。即ち、ピストンの下側部分の経路開口は適切な直径であり、流体経路に詰まる可能性のある蓄積された固体をボウルライナーの壁から取り込むことを回避するように、である。固体放出サイクルの間のように、圧力が第1の経路に加えられると、シャトル弁は、第1の経路からの流れが第2の経路を通して下降することを防止する。第1の経路に加えられる圧力が存在しない状態では、シャトル弁は開いたままで、流体流がピストン流体経路を通ることを許容する。同様に固体放出後にピストンを上昇させると、第2の経路内の圧力が第1の経路内の圧力を更に1つのしきい値量だけ超えると、シャトル弁は第2の経路からの流れが第1の経路を通して上昇することを防止する。

10

20

【0032】

分離機ボウルには使い捨て式ボウルライナー220が設けられている。このライナーは、各動作後に又は異なる試料を含んだ動作の間に交換され得る。このことで、定置洗浄及び定置滅菌処置の必要性を低減又はなくすことができる。これは、清浄で滅菌された使い捨て式ボウルライナーが、必要とされる時に、設置され得るからである。図1に示されたもののような実施形態では、ピストン200は、使い捨て式の、例えばプラスチック製ピストンとして提供され得る。このピストンは、単一の交換可能な組立体として、ボウルライナー内で事前封止されたものである。交換は、供給円錐ナット122を取り外し、供給円錐及び下側軸受組立体120を取り外し、囲い込まれたピストンを含むボウルライナーを交換し、それから供給円錐及び下側軸受組立体を再び取り付け、そして供給円錐固定ナットを締め付けることによって遂行される。

30

【0033】

上側弁及びシール組立体230と下側弁及びシール組立体232は、それぞれ出口及び入口ポートにおいて、ボウル組立体の上側及び下側端に取り付けられている。これらの組立体は、ボウル充填及び排水用流体経路の切り替えを仲介する。それらはまた、材料がボウル内部へ入ること又はそこを出ることを防止する密閉シールを有して、ボウル内容物の滅菌性及び純度を確保すると共に、外部環境をボウル内容物による汚染から保護する。上側及び下側の弁及びシール組立体に埋設されたリップシール(176, 186)は、図1に示されたように、弁組立体本体と下側ボウル延長部154及びスピンドル軸160の双方との間に、適切な封止機構を与える。このタイプの封止機構は摩擦加熱にさらされるので、上側及び下側の弁及びシール組立体内に冷却ポート(178, 188)が設けられ、冷却液、例えば水を流す。シール漏出排水ポート189はまた、上側リップシールからの冷却液漏れを排水するために設けられている。

40

【0034】

下側弁及びシール組立体は、供給ポート172と固体排出ポート174とを有する。これらは、三方ボール弁175を経由して切り替え可能であり、いずれかのポートを入口ポート170に接続する。上側弁及びシール組立体は、分離液ポート182と光学ポート184とを有する。三方ボール弁185は、これらのポートから出口ポート180へのアクセスを切り替える。

【0035】

50

図 1 に示された分離機には、固体排出サイクルの自動化と増加された精度のために、ピストン位置検知システムが設けられる。レーザ 280 が分離機ハウジングの上側部分に搭載され、レーザビーム 282 が上側弁及びシール組立体 230 の上部の光学窓 164 を通して導かれる。レーザビームは、光学ポート 184 を通して、ボール弁 185 の開放経路を通して、スピンドル軸 160 を通して下側に、そしてピストン 200 内の第 1 の流体経路 212 を通して下側に投影され、シャトル弁 250 に搭載されたミラー 260 の表面で反射される。このビームは、同じ光学経路を戻って信号処理ユニット 290 に入り、そこで光は信号プロセッサによって分析され、ボウル内のピストンの位置の尺度である出力信号を生じる。信号処理ユニットはまた、電子部品、例えば 1 以上のマイクロプロセッサ、メモリーチップ、ディスプレイ、及びボタンやキーボードのような入力デバイスを有し、そのため動作サイクルパラメータ及び設定値がオペレータによって入力されるようにするか、あるいは実際の動作サイクルパラメータ値がオペレータによって読み取られるか又は後の検索のために記憶され得る。入力及び / 又は出力接続もまた供給され、そのため動作パラメータの入力及び出力、信号処理用の計算、及びデータ記憶が、デバイス、例えば信号処理ユニットを経由して分離機に接続されたコンピュータによってなされる。10

【 0036 】

図 2 は、供給モードの動作中の図 1 の遠心機を描いている。分離機ハウジングの下側及び中間部分は、冷却液 113 の流れによって冷却されている。下側及び上側リップシールは、下側軸受組立体と同様に、冷却剤流 179 によって冷却されている。分離機ボウルの回転 (152) は駆動モータによって引き起こされる。このときの速度は、所望の分離に必要とされるような、適切なレベルの遠心力をボウル内で達成するに十分なものである。下側三方ボール弁 175 は、供給液体ポート 172 から入口ポート 170 への経路を開くようにセットされる。上側三方ボール弁 185 は、分離液ポート 183 から出口ポート 180 への経路を開くようにセットされる。供給液体 171 は、下からボウル内に注ぎ込まれる。供給液体がボウル空洞に入るにつれ、固体はボウルライナーの内壁上に沈積され、そして浄化された分離液流体はボウルの中心軸の周りに蓄積する。分離液流体はピストンの第 2 の流体経路 214 に流入する。その流速はシャトル弁 250 を開かせるのに十分であって、分離液流体 183 がピストンを通して上に、そして分離液ポート 182 を通して外に流れることを可能にする。しかしながら、その流速は、シャトル弁がその上面で封止するほどには高くない。この上面は第 1 の流体経路 212 を通る流れを阻止するものである。供給モードは、十分な固体がボウルの内部に蓄積して、ボウルの排水及び固体排出サイクルの稼働を正当化又は必要とするまで続く。20

【 0037 】

図 3 は、排水モードにある図 1 の遠心機を描いている。駆動モータ及びボウル 150 は、制動されて停止している。残りの供給液体 371 は、供給液体ポートを通して排水又は注ぎ戻され、そして供給液体保持タンク内に収集又は回収されている。下からの分離液液体圧力の欠乏に起因して、シャトル弁 250 は閉じ、ピストンの第 1 の流体経路を通ってボウル室に入る分離液の逆流を防止する。収集された固体 173 は、ボウルライナーに固着して残存する。30

【 0038 】

図 4 は、図 3 に示された排水動作直後の図 1 の遠心機を描いている。図 4 において、遠心機は分離液追出しモードで示されている。不活性駆動ガス 190 (例えば、空気、窒素、又はアルゴン) は、供給液体ポート 172 を通してボウル内に、そしてピストンを通して上に流れる。このガスの流速は、シャトル弁を第 2 の流体経路から開くには十分であるが、シャトル弁を第 1 の流体経路に向けて閉じるには十分ではない。排水サイクルから残存している分離液液体 183 は、駆動ガスによって分離液ポート 182 から追い出される。40

【 0039 】

図 5 は、固体排出モードにある図 1 の遠心分離機を描いている。下側三方ボール弁 175 は切り替えられていて、入口ポートから固体排出ポート 174 への経路を与えている。50

上側三方ボール弁 185 は切り替えられていて、出口ポートから分離液ポート 182 及び光学ポート 184 の双方への経路を与えていている。これは、レーザビーム 282 を双方向へ伝達するための窓を有する。駆動ガス 190 は、分離液ポート 182 を通して導入され、シャトル弁 250 がその下面で閉じて、ピストン内の第 2 の流体経路を通るガスの流れを防止する。駆動ガスの圧力によって、ピストンはボウル内で下向きに移動し、蓄積された固体をボウルライナーの内壁から、収集用の固体排出弁を通して外に排除する。ピストンの運動はレーザビームによって追跡される。このレーザビームはシャトル弁上のミラーで反射され、分離機ハウジングに取り付けられた信号処理ユニットに向けて戻される。固体の一貫性は変化することがあるので、固体排出を完了させるに要する時間もまた変化する。自動化されたピストン位置検知システムの使用は、ボウル内のピストン位置が知られることを可能にする。このため駆動ガスの流れを適切な時に、例えばピストンがボウルの底部に到達したときに停止することによってサイクルは決定される。10

【0040】

図 6 は、ボウルの底部で、ピストンがフルストロークにある図 1 の分離機を示している。駆動ガス 190 からの圧力は分離液ポート 182 で維持され、ピストンをその最低位置に保つ。一方、下側三方ボール弁 175 は切り替えられて、供給液体ポート 172 から固体排出ポート 174 への経路を与えていている。このことにより、弁に捕捉された固体（373）は、供給液体ポートで加えられた駆動気体によって追い出される。

【0041】

図 7において、図 1 の分離機はピストン収縮モードで示されている。固体排出サイクルに続いて、更に 1 つの供給サイクルを開始する前に、ピストンはその最高位置へ戻される。下側三方ボール弁 175 は切り替えられていて、供給液体ポート 172 だけを入口ポートへ接続する。駆動ガス 190 は供給液体ポート 172 を通して加えられ、ピストンを上向きに押し上げる。ガス圧は、シャトル弁をピストン内の第 1 の流体経路に接して閉じるのに十分である。分離液ポート 182 での駆動ガスの供給は遮断されているが、弁は開いたままである。これはピストンが上昇するにつれ、ガスが逃れることを許容するためである。レーザ 280 は、ピストンの運動を追跡して、いつピストンがそのストロークの最上部に到達したかを検知することに使用される。20

【0042】

図 8 は、いかにして分離機の使い捨て式要素が取り外され、交換されたかを模式的に描いている。上側弁及びシール組立体 230 と下側弁及びシール組立体 232 は取り外され、廃棄される。分離機ハウジングの下側部分は取り外され、それから供給円錐ナットが緩められ、そして供給円錐及び下側弁及びシール組立体が取り外される。これらの部品は再使用のために取っておく。シャトル弁 250 のついたピストン 200 を含むボウルライナー 220 は取り外され、廃棄される。新たなピストン及びシャトル弁を含む新たなボウルライナー組立体は、それからハウジング内に設置される。供給円錐及び下側軸受組立体は交換され、そして供給円錐固定ナットを使用して保持される。下側ハウジング部分は交換され、そして新たな上側及び下側の弁及びシール組立体が設置される。分離機は、それから新たな試料を分離するように準備される。30

【0043】

図 9 は、この発明に係る遠心分離機の、二重固体排出ピストンを有したもう 1 つの実施形態を示す。この分離機は縦断面で示されているが、中間部は取り除かれている。殆どの部品は、図 1 に描かれた実施形態と同じであるか、同様である。相違点が以下で論じられる。二重ピストン設計は、単一ピストン設計と比べて、より完全な固体の抽出と、より少ないサイクル間相互汚染を考慮したものである。40

【0044】

分離機ボウル 150 はボウルライナー 220 を覆っている。このボウルライナーはボウルから取り外し可能で、好ましくは使い捨て式である。ボウルライナーの内壁に沿って蓄積された固体の大半を排出する役目を担う第 1 ピストン 200 は、ライナーによって覆われており、そしてこのピストンの側面はボウルライナーの内面と一致している。ボウルラ50

イナーの中心縦軸と整列しているのは中央コア 225 であり、これはボウルライナーの上部から底部まで伸びている。ボウルライナーの下側内面は、好ましくは第1ピストンの下面に一致している。第1ピストンは中心穴を有して、そこに中央コアを収容する。それに沿って、第1ピストンはボウルライナー内を移動する。中央コアの内部には第2ピストン 205 があり、これはその上面で押出しロッド 208 に取り付けられている。この押出しロッドは、第2ピストンを下向きに駆動して、排出サイクル中に残りの固体を追い出すことに使用される。第2ピストンは、分離の必要性に従って、異なる直径に構成され得る。例えば、図9Aは、より濃厚で、より粘り気のある固体ペーストに適切な大きな第2ピストン設計を描いている。これに対し図9Cは、より希薄で、粘り気の少ない固体ペーストに好適な小ピストン径の小さな第2ピストン設計を描いている。第2ピストンの大きな構成は好ましくは直径が約30から約40mmであり、また小さな構成は好ましくは直径が約10から約30mmである。ただし、特定の用途の必要性に従って、他のサイズも使用され得る。円筒形の延長部 154 はボウルライナーの底部から伸びて、分離中に分離機へ供給液体を加えること並びに蓄積された固体を固体排出プロセス中に除去することの双方に供される経路を形成する。

【0045】

ボウルライナーの上側部分は、図9Bに描かれているように、ボウルのスピンドル部分を通して上へ伸ばされ、そして分離液弁組立体中に嵌入されることが好ましい。分離液弁組立体は、図9Aに示されているような第2ピストン作動器ユニット 206 と組み合わされ得るか、あるいは分離液弁組立体と第2ピストン作動器は、別々のユニットとして構成され得る。上側ボウルライナーの最上部分は、スピンドルから伸びて分離液弁組立体に嵌入し、そこで分離液弁組立体シール 187 と接する。光学シールは、分離機動作中にボウルライナー内に密閉された環境を与える。オプションでライナー延長部にはスリーブ 187 が適合され、それはシールに接触する。例えばシールは“F1e x 1 i p”全プラスチック製リップシール（パークー社、オハイオ州クリーブランド）であり、またスリーブはCR“Speedi Sleave”（登録商標）（SKFシーリングソリューション社、イリノイ州エルギン）である。シール冷却液用のポート 188 は、シール漏出排水ポート 189 と同様に、分離液弁組立体に含められる。

【0046】

ボウルライナーの下側延長部 153 は下側ボウル延長部 154 に嵌入し、これは次に下側軸受組立体 121 に嵌合される。この下側軸受組立体は次に下側ハウジングクランプリング 112 に取り付けられ、これは軸受組立体と分離機ボウルを分離機ハウジング 110 の下側部分に固定する。軸受組立体は回転防止ピン 117 によって安定化され得る。クランプリングは取り外し可能で、分離機ボウル及びそのライナー組立体へのアクセスを可能にする。下側ボウル延長部 154 の取り外し及びボウルライナー組立体の交換のために、ボウル底部固定ナット 156 はアクセスを与える。固定ナットを取り出すために、分離機ボウルは、ボウル固定ハンドル 124 を使用して定位置に固定され得る。

【0047】

供給／排出弁を有する組立体 175 は、下側軸受組立体 121 の下端に取り付けられており、そして三方弁を有する。この三方弁は、供給液体へのアクセスを与える1つの経路と、分離機からの固体排出用出口ポートを与えるもう1つの経路との間の切り替えを可能にするものである。この弁を通る固体排出路の直径は、その中を移動する第2ピストンを収容するだけのものである。第2ピストンは、この弁を通して伸ばされていて、最後に残存している残りの固体を最終排出動作中に弁から取り除くものである。三方弁は例えばボール弁でありうる。供給／排出弁組立体は、上述したように、第2ピストンの大小の実施形態での使用向けに、大小のバージョンに構成することができる。好ましくは供給／排出弁組立体は使い捨て式であり、そして1以上のプラスチック材料で作られることが好ましい。動作中に分離機が密閉されるべきである場合は、供給／排出弁組立体にリップシールを設けることができる。またボウルライナーの下側延長部には、分離液弁組立体について先に論じたように、シールに接触するためのスリーブを設けることができる。この弁には

10

20

30

40

50

シール冷却液用ポート 178 を設けることができる。

【0048】

図 10 は、供給及び分離モードにある図 9 の分離機を示している。第 1 及び第 2 ピストンは、それらの最高位置にある。ボウルは、分離に適切な速度で回転 152 させられている。駆動モータ 300 は、好ましくは速度及び角度位置を検知する可変速ベクター型モータである。好ましくは、冷却液 113 は分離機ハウジングを通して循環させられる。固体 173 はボウルライナーの内壁に沿って蓄積する。中央コアの存在はボウル内の空気スペースの大半をなくし、これにより分離と、分離中の供給液体の成分の双方を害する乱流源をなくす。分離液は、分離機ボウルから中央コア内の分離液溝 309 を通して流れ、そして供給ポンプ 372 からの圧力で開いている分離液弁 382 を通して流出する。この間、排水弁 383 と供給収縮弁 376 は閉じたままである。ピストン通気弁 375 と排出弁 374 も閉じたままである。第 2 ピストン押し出しロッド 308 は、第 2 ピストンとの接触点のすぐ上に 1 以上の開口を有する。これらの開口は、分離液流体が中空の押し出しロッド 308 を通して上向きに逃げることを可能にする。冷却液はシール冷却ポート 178 及び 188 を通して循環させられる。10

【0049】

図 11 は、分離に後続した排水モードにおける図 9 の分離機を示している。モータは、減速して停止させられている。反転可能な供給ポンプ 372 は、残りの供給液体を貯蔵容器に注ぎ戻している。このとき、排水通気弁 383 は開放位置にある。弁 382, 375, 374 及び 376 は閉じられている。20

【0050】

図 12 は、排水モードに後続した初期固体排出モードにおける図 9 の分離機を示している。駆動モータは停止させられている。供給 / 排出弁 175 は排出位置へ回転させられ、そして蓄積された固体 373 は排出ポートを通して排出される。供給収縮弁 376 は閉じられ、また供給ポンプ 372 はオフにされている。駆動ガス 190 は固体排出弁 374 を通して加えられる。固体排出ピストン空気供給分離作動器 201 は、分離作動器ポート 202 に加えられた駆動ガスによって下向きに押し込まれている。この位置で、分離作動器は第 1 ピストンダウントロード 204 からの経路を開き、排出弁からの駆動ガスが第 1 ピストン上方のスペースに到達し、これによりピストンを下向きに押し込むことができるようになる。弁 375, 376, 382 及び 383 は閉じられたままである。第 1 ピストンのボウル内の位置は、飛翔時間レーザユニット 280 を使用して追跡され得る。このユニットは、レーザビーム 282 を上側軸受組立体とボウル及びボウルライナー内の窓を通して送る。このビームは、第 1 ピストンの上面のミラー付き表面または反射性テープ 260 で反射される。30

【0051】

図 13 は、図 12 に示された初期排出モードに後続する最終排出モードにおける図 9 の分離機を示している。駆動モータは停止させられている。第 1 ピストン 200 はボウルの底部に至るまで低下させられる。また第 2 ピストン 205 は供給 / 排出弁を通して低下させられて、最後に残存している固体 373 を弁から除去する。第 2 ピストンは中空押し出しロッド 208 の作用により下向きに駆動され、このロッドは次に第 2 ピストン作動器 206 によって駆動される。この作動器は第 2 ピストンダウントロード 209 に加えられたガスによって駆動される。第 2 ピストン作動器駆動ロッド 208 は第 2 ピストン押し出しロッド 308 と接觸する。押し出しロッド 308 排出弁 374 は開いたままであり、また第 1 ピストン分離作動器は、ポート 202 及び 204 で加えられたガスによって下降位置にとどまる。このガスは第 1 ピストンをその最下位置に維持するものである。ボウル又は排出弁内の第 2 ピストンの位置は、第 2 ピストン位置センサ 207 を使用して追跡され得る。このセンサは、例えば作動器 206 内の磁気又は容量式位置センサである。残りの弁 376, 375, 382 及び 383 は閉じたままである。40

【0052】

図 14 は、図 13 に示された最終排出モードに後続するピストン収縮モードにおける図50

9の分離機を示している。駆動モータは停止させられている。収縮弁376は開かれ、供給位置にある。そして駆動ガスは供給／排出弁を通して加えられて、第1ピストンを上昇させる。ガスはまたピストン分離作動器ダウンポート202に加えられ、分離作動器202を低下姿勢に維持する。この姿勢は、ポート203からの駆動ガスが第2ピストンの下側に到達することを可能にする経路を開く。駆動ガスは第2ピストンを上向きにその開始位置まで駆動し、そして第2ピストンは次に押しロッド308を同様に上向きにその開始位置まで分離機ボウルスピンドル内で駆動する。駆動ガスはまた第2ピストン作動器上昇ポート210に加えられ、第2ピストン駆動ロッド208を収縮させる。ピストン通気弁375は開かれ、第1ピストン上方に捕捉されたガスがポート204を通して逃げることを可能にする。このことは分離作動器の低下姿勢によても可能にされる。この作動器は、ポート204と第1ピストン上方のスペースとの間の経路を開く。弁374、382及び383は閉じられている。第1及び第2ピストンの位置は、収縮中にそれぞれの位置検知システムを使用して監視され得る。ひとたび第1ピストンが十分に収縮されると、駆動ガスを分離作動器上昇ポート302に加えることによって、分離作動器もまた上昇姿勢へ収縮される。

【0053】

図15は、使い捨て式パーツの運用間交換用に分解された図9の分離機を示している。変位変換器207は、再使用又は交換用に使い捨て式分離液弁／第2ピストン作動器組立体306から取り外される。この組立体は、新鮮な、好ましくは滅菌された組立体と交換される。同様に、供給／排出弁組立体232は取り外され、新たな、好ましくは滅菌された組立体と交換される。ボウルライナー及びピストン組立体を交換するために、下側ハウジングクレームリング112と下側ハウジングキャップ312が先ず取り外される。それから、固定ハンドル124を締め付けることによってボウルが定位置に固定されると、下側軸受組立体121とボウル底部固定ナット156が取り外され得る。このことで、ボウルライナー200、第1ピストン200、分離液コア225、下側ライナー延長部153、及び上側ライナー延長部353を含んだ組立体が露出される。この組立体は取り外され、そして新たな、好ましくは滅菌された組立体と交換される。

【0054】

この発明はまた、この発明に係る二重ピストン遠心分離機で使用される使い捨て式要素又は組立体の任意の組み合わせを含んだキットを予測している。例えば、そのようなキットは以下のいずれか、あるいはそれらの任意の組み合わせを含むことができる。即ち、使い捨て式ボウルライナー、使い捨て式ボウルライナー／第1ピストン組立体、使い捨て式分離機ボウル／ボウルライナー／第1ピストン組立体、使い捨て式分離液弁組立体、使い捨て式第2ピストン組立体、使い捨て式分離液弁／第2ピストン組立体、又は使い捨て式供給／排出弁組立体である。そのようなキットはまた、分離機内の与えられた使い捨て部品の設置及び／又は使用のための使用説明書を有することもある。

【0055】

更に、この発明は、図9に描かれたもののような、この発明に係る二重ピストン遠心分離機を操作する方法を予測している。そのような方法の一実施形態は、以下のステップを有する。ステップ(a)では、供給液体が入口ポートを通して分離機ボウル中に流されるか、ポンプで送り込まれる。分離機ボウルは、中空の中央コアと、このコアを囲む第1ピストンと、コア内の第2ピストンとを有する。ステップ(b)では、分離機ボウルが駆動モータの作用で回転させられ、そしてその過程で、固体又は供給液体の濃厚な成分がボウル又はボウルライナーの内面に蓄積する。ステップ(c)では、供給液体が入口ポート中に流れながら、分離機ボウルが回転し続けられる結果、浄化された分離液液体が製造され、それが出口ポートを通して流出する。ステップ(d)では、ボウル回転は停止され、そして残りの液体が入口ポートを通してボウルから排水される。ステップ(e)では、加圧された流体、例えば駆動ガスがボウル内に導入されることによって、第1ピストンがボウル内で下向きに変位させられ、そして蓄積された固体が入口ポートを通して排出される。ステップ(f)では、第2ピストン用の作動器が下向きに駆動されることによって、第2

10

20

30

40

50

ピストンが中央コア内で下向きに移動し、そして残りの固体が入口ポートを通して排出される。オプションのステップ(g)では、加圧された流体または駆動ガスが入口ポートを通してボウル内に導入され、これにより第1ピストンがボウル内で上向きに変位させられ、またステップ(a)用の開始条件が再度作られる。この方法のいくつかの実施形態では、ステップ(a)～(g)が2又は3サイクルの間繰り返される。このことは、例えば大量の単一供給液体材料を処理するのに有用である。オプションのステップ(h)では、ステップ(f)又はステップ(g)に後続して分離機は部分的に分解され、そしてステップ(a)を繰り返す前に、分離機の1以上の使い捨て部品が交換される。このことは供給材料を異なる材料に切り替えるときに有用であり、異なるタイプの供給材料間の相互汚染を回避すると共に、滅菌性を維持することを助ける。

10

【0056】

本発明は好ましい実施形態に関連して説明されてきたが、当業者は、先の明細書を読んだ後に、ここで述べられた組成、物品、方法及び装置に対する種々の変更、均等物の置換及び他の変形をなすことが可能になるであろう。例えば、流体圧は他の実施形態では、限定されるものではないが、電気機械的な力によって置き換えることができる。同様に、ピストン及びボウルの下側部分及び端部はそれぞれ、その形状が非円錐形であってもよい。ただし、固体回収には、それらの形状が相補的であることが好ましい。弁は手動操作されるか、あるいは例えば電気的又は圧力駆動式作動器によって操作され得る。

【0057】

更には、この発明はまた、ここで説明された種々の通路、弁、ピストン、作動器、組立体、ポート、部材等が、遠心分離機の動作に好適な任意の形態や配置にもなり得ると予測している。上述した実施形態は各々、全ての他の実施形態の変形のいずれかを含んだり組み入れたりしてもよい。例えば、ここで説明されたレーザピストン位置センサ組立体は、本発明の実施形態のいずれか又は全てに関連して使用され得る。遠心分離機は密閉されることも、密閉シールを欠くこともできる。種々の部品、例えばボウル、ボウルライナー、ピストン、又は弁は、別々のアイテムとして、あるいは関連したアイテムと組み合わされたキットとして提供され得る。このキットは、この発明に係る分離機又は方法で用いられる使用説明書を含む。更には、ここで説明された実施形態は、米国公開特許出願第2007-0049479号及び2007-0114161号、米国特許第7,261,683号、米国特許第7,052,451号、及び米国特許第6,986,734号のいずれかに記載された部品又は構成のいずれかを含んでもよい。これらの全ては、参照によりここに組み入れられる。従って、ここで特許によって認められる保護は、添付された請求の範囲及びその均等物に含まれる定義によってのみ制限されることが意図されている。

20

【符号の説明】

【0058】

100	分離機
110	分離機ハウジング
112	ハウジングクランプリング
113	流体ジャケット、冷却液
114	冷却入口ポート
115	上側軸受組立体
116	冷却出口ポート
117	回転防止ピン
119	回転防止ピン及びゴム振動抑制リング
120、121	下側軸受組立体
122	供給円錐ナット
124	固定ハンドル
150	分離機ボウル、駆動モータ
152	分離機ボウルの回転
153	下側延長部

30

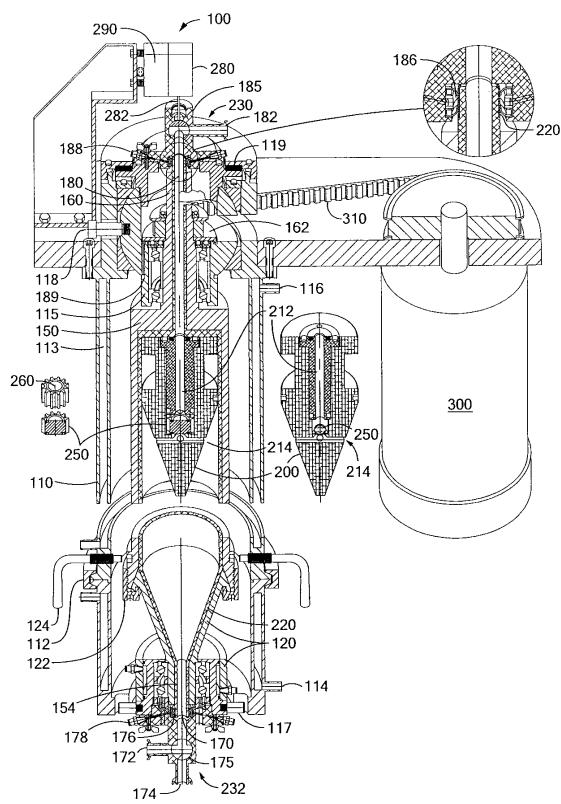
40

50

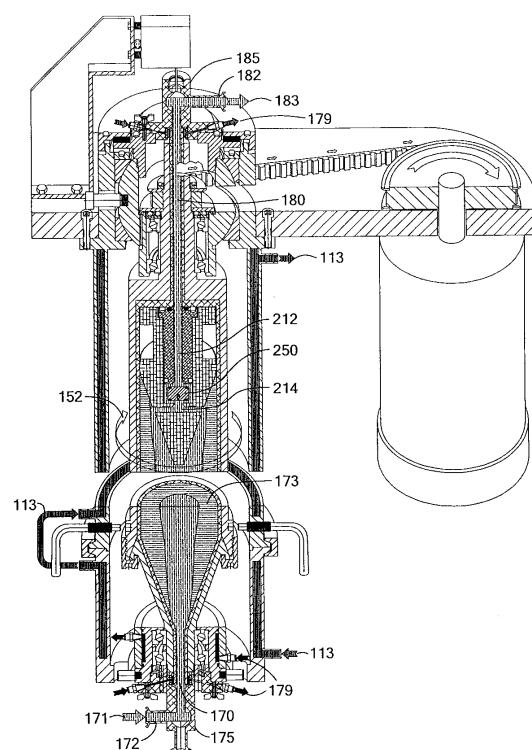
1 5 4	ボウル延長部	
1 5 6	ボウル底部固定ナット	
1 6 0	スピンドル軸	
1 6 2	駆動ブーリ	
1 6 4	上部の光学窓	
1 7 0	入口ポート	
1 7 1	供給液体	
1 7 2	供給液体ポート	
1 7 3、3 7 3	固体	10
1 7 4	固体排出ポート	
1 7 5	下側三方ボール弁、供給／排出弁	
1 7 6、1 8 6	リップシール	
1 7 8、1 8 8	シール冷却液用ポート	
1 7 9	冷却剤流	
1 8 0	出口ポート	
1 8 2、1 8 3	分離液ポート	
1 8 4	光学ポート	
1 8 5	ボール弁	
1 8 9	シール漏出排水ポート	
1 8 7	分離液弁組立体シール	20
1 8 8	シール冷却液用のポート	
1 9 0	駆動ガス	
2 0 0	ピストン、ボウルライナー	
2 0 1	固体排出ピストン空気供給分離作動器	
2 0 2	分離作動器ポート	
2 0 4	第1ピストンダウンポート	
2 0 5	第2ピストン	
2 0 6	第2ピストン作動器ユニット	
2 0 7	第2ピストン位置センサ、変位変換器	
2 0 8、3 0 8	第2ピストン押しロッド	30
2 0 9	第2ピストンダウンポート	
2 1 0	第2ピストン作動器上昇ポート	
2 1 2	第1の流体経路	
2 1 4	第2の流体経路	
2 2 0	ボウルライナー	
2 2 5	中央コア、分離液コア	
2 3 0	上側弁及びシール組立体	
2 3 2	下側弁及びシール組立体、供給／排出弁組立体	
2 5 0	シャトル弁	
2 6 0	ミラー、反射性テープ	40
2 8 0	レーザ	
2 8 2	レーザビーム	
2 9 0	信号処理ユニット	
3 0 0	可変速駆動モータ	
3 0 2	分離作動器上昇ポート	
3 0 6	第2ピストン作動器組立体	
3 0 9	分離液溝	
3 1 0	駆動ベルト	
3 1 2	下側ハウジングキャップ	
3 5 3	上側ライナー延長部	50

- | | |
|-------|---------|
| 3 7 1 | 供給液体 |
| 3 7 2 | 供給ポンプ |
| 3 7 4 | 排出弁 |
| 3 7 5 | ピストン通気弁 |
| 3 7 6 | 供給収縮弁 |
| 3 8 2 | 分離液弁 |
| 3 8 3 | 排水通気弁 |

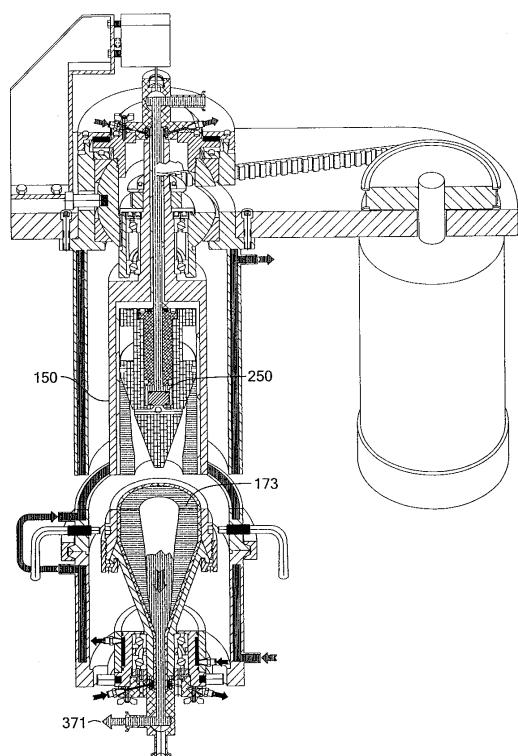
【 図 1 】



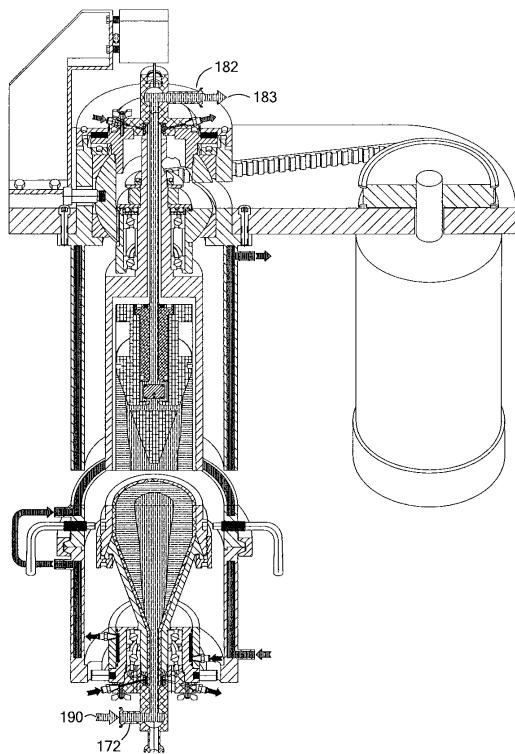
【図2】



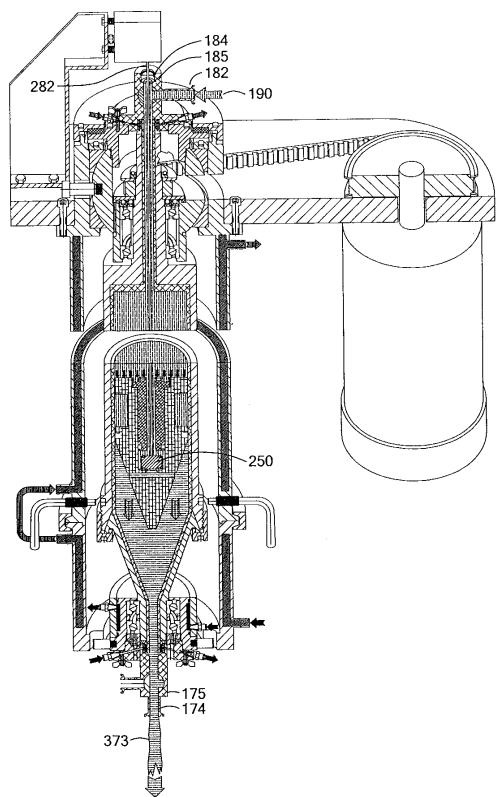
【図3】



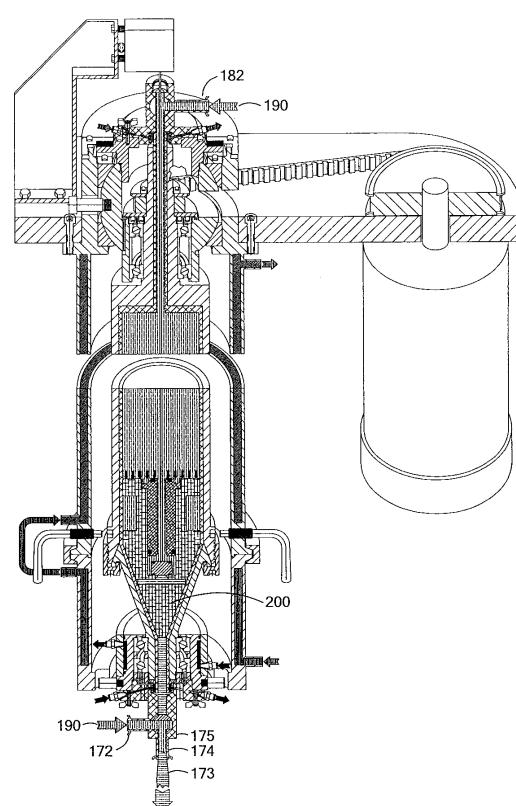
【図4】



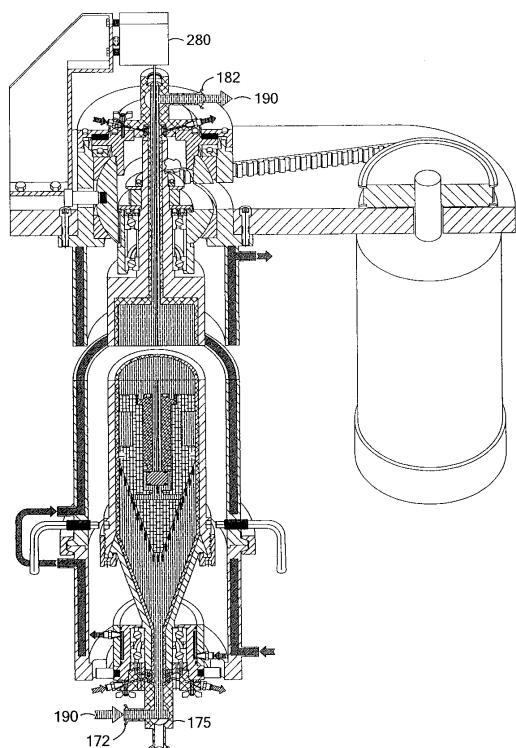
【図5】



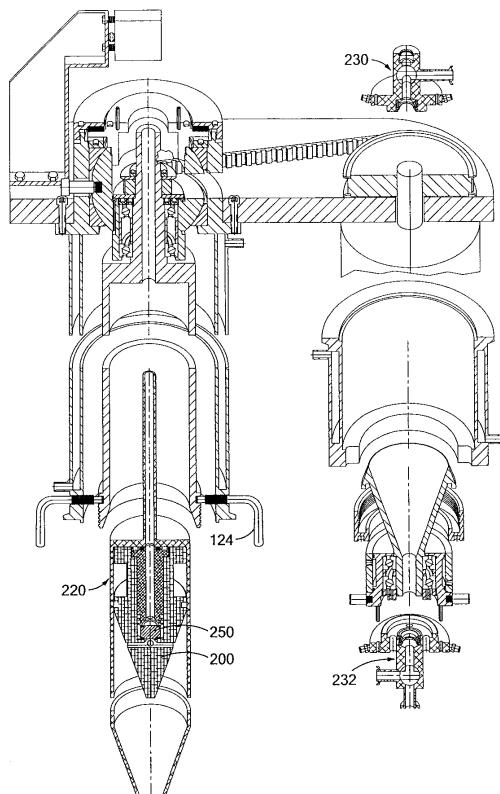
【図6】



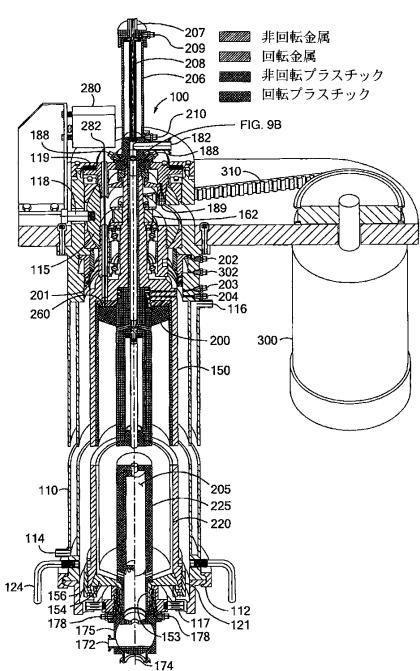
【図7】



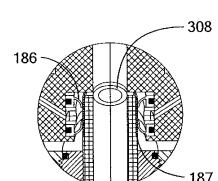
【図8】



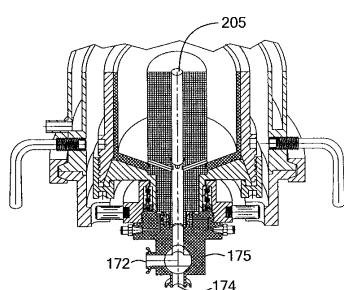
【図9A】



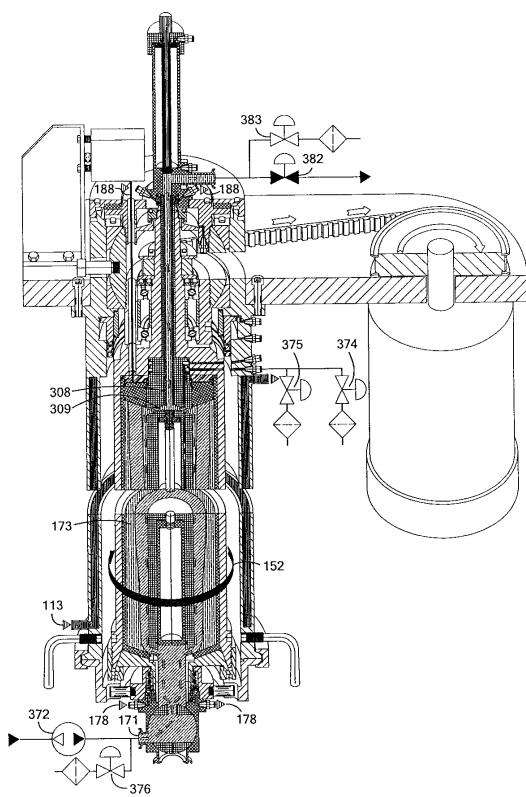
【図9B】



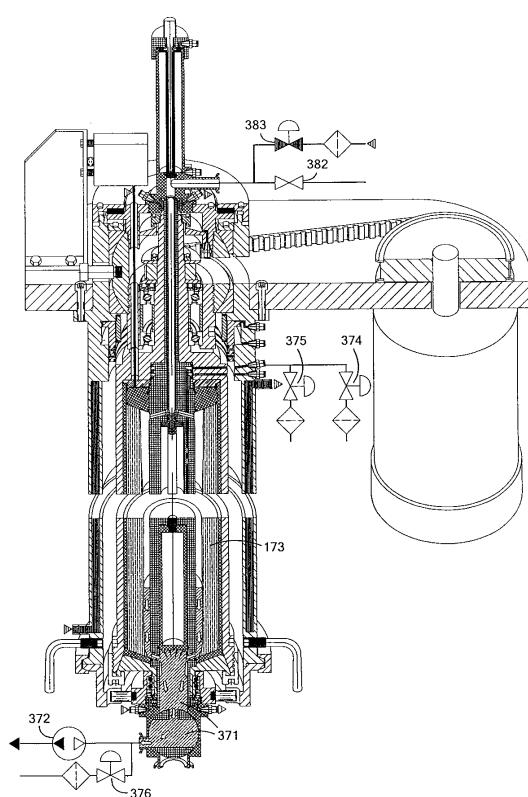
【図9C】



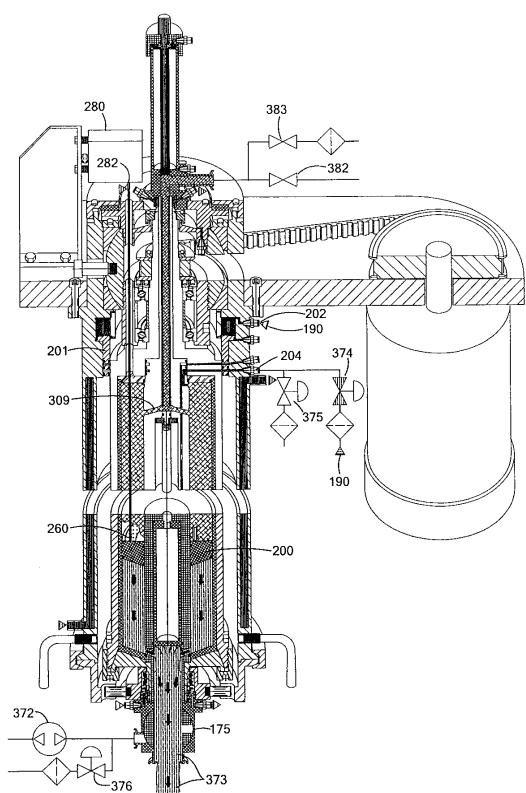
【図10】



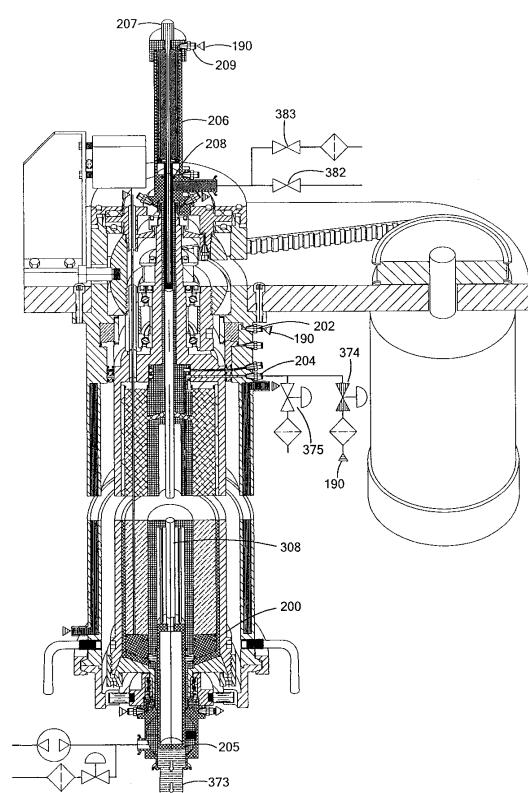
【図11】



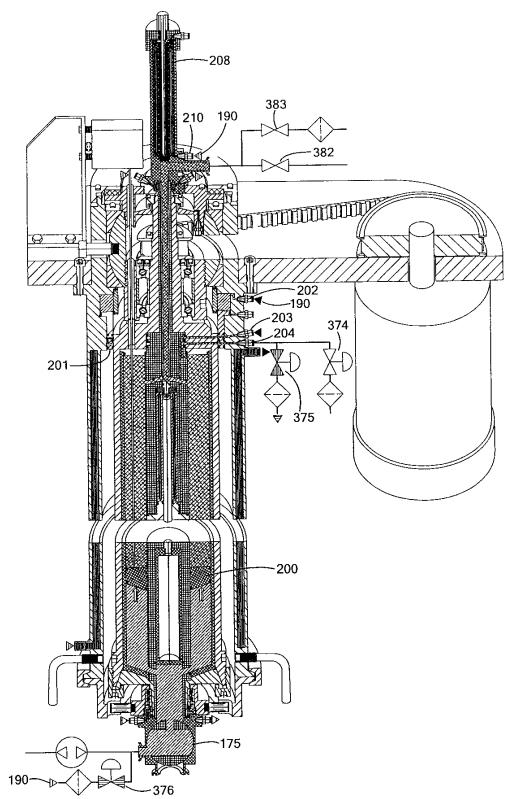
【図12】



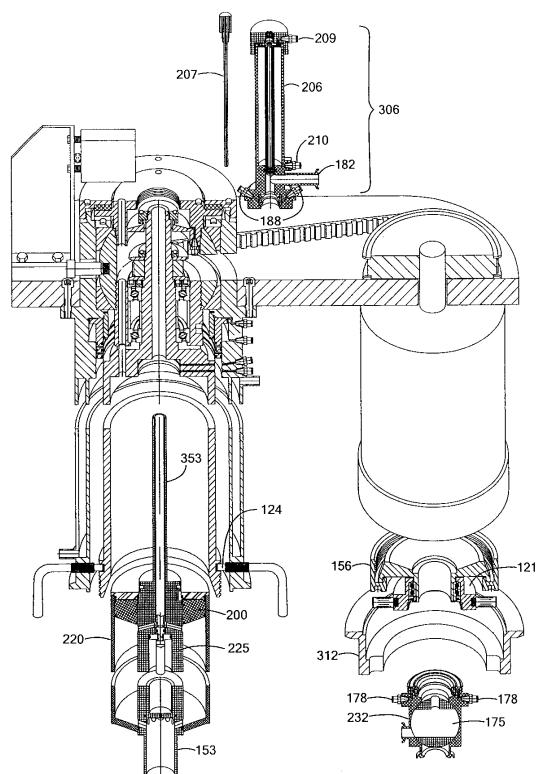
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2008-534241(JP,A)
特表2008-517741(JP,A)
特表2009-518161(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B04B 1/00-15/12
B01J 4/00-4/04