

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4763718号
(P4763718)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int.Cl.

F 1

B O 1 D 65/06 (2006.01)
B O 1 D 63/02 (2006.01)B O 1 D 65/06
B O 1 D 63/02

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-547083 (P2007-547083)
 (86) (22) 出願日 平成17年12月19日 (2005.12.19)
 (65) 公表番号 特表2008-525165 (P2008-525165A)
 (43) 公表日 平成20年7月17日 (2008.7.17)
 (86) 國際出願番号 PCT/AU2005/001919
 (87) 國際公開番号 WO2006/066319
 (87) 國際公開日 平成18年6月29日 (2006.6.29)
 審査請求日 平成20年11月19日 (2008.11.19)
 (31) 優先権主張番号 2004907391
 (32) 優先日 平成16年12月24日 (2004.12.24)
 (33) 優先権主張国 オーストラリア (AU)

(73) 特許権者 507058144
 シーメンス・ウォーター・テクノロジーズ
 ・コーポレーション
 アメリカ合衆国・ペンシルヴェニア・15
 086・ウォーレンデイル・ゾーン・ビル
 ・ロード・181
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】膜濾過システムの洗浄

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧力差が、懸濁液中に浸漬された、透過性を有する中空の膜の壁を横切ってかけられるタイプの設備における、透過性を有する中空な膜を洗浄する方法であつて、

前記設備は複数の中空な膜を有する膜モジュールと該モジュールを収容する容器とを備え、前記容器は前記容器を大気に対して開／閉するために制御可能なバルブを有し、前記懸濁液は、多孔性かつ中空の前記膜の外面に適用されて前記膜壁を通じた濾過作用を生じさせ、かつ維持しており、

(a) 前記懸濁液の幾分かは、前記膜の壁を通過して前記中空の膜の内腔から浄化液又は濾過液として引き出され、

(b) 少なくとも幾分かの固形分は、前記中空の膜の上、若しくは中に、又は別様に膜を取り囲む液体の中に懸濁された固形分として保持され、

前記洗浄方法は、

(i) 少なくとも部分的に、液体を前記膜の濾過液側から除去するステップと、

(ii) 少なくとも部分的に、液体を前記膜の外側から除去するステップと、

(iii) 前記膜壁の外側に洗浄液を適用するステップと、

(iv) 前記膜壁を横切って圧力差をかけて前記壁を通じる、前記膜の外側から前記膜内腔の中への前記洗浄液の流れを生じさせ、前記内腔を洗浄液で少なくとも部分的に充填するステップと、

(v) 前記膜の外側を前記バルブを閉じることによって隔離するステップと、

10

20

(v i) 加圧されたガスを前記膜壁の濾過液側に適用し、前記膜壁を通じる前記外側へ戻る前記洗浄液の流れを生じさせるステップと

(v i i) 前記洗浄液の流れの結果として前記膜の外側に発生する増加した圧力を累積するステップと、

(v i i i) 前記加圧されたガスによって前記膜壁の濾過液側へ適用された圧力を開放し、前記膜壁の外側に累積された圧力の効果の下で、前記外側から前記濾過液側への前記膜を通じる前記洗浄液の流れを生じさせるステップと、

を備える、方法。

【請求項 2】

前記洗浄液は、化学的洗浄液であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 3】

前記ステップ v i)において、ガスは、前記膜内腔が実質的に洗浄液で洗い流されるように適用されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記圧力は、前記ステップ v i i)において、前記膜壁の前記外側に設けられたガス空間中に累積されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記圧力は、前記ステップ v i i)において、プラダー装置内に累積されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。 20

【請求項 6】

前記ステップ i v)の前記圧力差は、ガス圧を前記膜壁の前記外側に適用することによって提供されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記ステップ i v)の前記圧力差は、前記濾過液側に真空を適用することによって提供されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、膜濾過システムに使用される中空の透過性膜の逆洗に関し、特に、中空の透過性膜の逆洗及び洗浄の改善された方法に関する。 30

【背景技術】

【0002】

本明細書の全体を通しての背景技術についてのいかなる論考も、そのような背景技術が広く知られており、又はこの分野における共通の一般的な知識の一部を形成しているということの容認として考えられなければならないわけでは決して無い。

【0003】

既知の逆洗システムは、我々の以前の特許文献 1 に記載されたシステムを含み、その主題はここに参照として組み込まれている。

【0004】

多くの場合、膜の洗浄中に、洗浄液は膜及び膜の透過性を有する壁を通じて流され、膜から汚染物を洗浄する。圧力下で洗浄液を適用することは、表面からの汚染物の除去を促進する。 40

【0005】

膜の典型的な既知の洗浄手順は、膜をその場で洗浄することを含んでいる。この手順は、通常 2 % のクエン酸、その後 200 ~ 1000 ppm の次亜塩素酸という、濃度の化学薬品を濾過液溶液中の膜に加える。これは、通常、2 時間の洗浄期間の最初に行われ、その後洗浄液は膜を通じて濾過され、浸漬された状態に保持される。

【0006】

膜の汚染物の本質は、供給液の質とタイプ、膜を通じる流量、及び操業時間によって変化するので、それぞれの状況において必要とされる化学的洗浄の量と長さもまた変化する 50

。多くの場合、このことは、標準的な化学的洗浄工程が汚染物の量とは関係無しに適用されるすべての方法に、1つの工程が合わせられるという結果を生じる。このことは、多量の洗浄液が、追加的な経費及び洗浄が完了した後の廃液の廃棄における環境的影響という効果を伴って、不必要に使用されるということを生じさせる。

【特許文献1】国際公開第93/02779号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、従来技術の欠点の1つ以上を克服する、若しくは少なくとも改善すること、又は有益な代替法を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の特徴によれば、本発明は、圧力差が、懸濁液中に浸漬された透過性を有する中空の膜の壁を横切ってかけられるタイプの設備における、透過性を有する中空な膜を洗浄する方法を提供し、前記懸濁液は、多孔性中空膜の外面に適用されて膜壁を通じた濾過作用を生じさせ、かつ維持しており、

(a) 懸濁液の幾分かは、膜の壁を通過して中空の膜の内腔から浄化液又は濾過液として引き出され、

(b) 少なくとも幾分かの固形分は、中空の膜の上、若しくは中に保持され、又は別様に膜を取り囲む液体の中に懸濁固形分として保持され、洗浄方法は、

20

(i) 少なくとも部分的に、液体を膜の濾過液側から除去するステップと、

(ii) 少なくとも部分的に、液体を膜の外側から除去するステップと、

(iii) 膜壁の外側に洗浄液を適用するステップと、

(iv) 前記膜壁を横切って圧力差をかけて前記壁を通じる、膜の外側から膜内腔の中への洗浄液の流れを生じさせ、前記内腔を洗浄液で少なくとも部分的に充填するステップと、

(v) 膜の外側を隔離するステップと、

(vi) 圧力をかけられたガスを膜壁の濾過液側に適用し、膜壁を通じる外側へ戻る洗浄液の流れを生じさせるステップと

(vii) 前記洗浄液の流れの結果として、膜の外側に発生する増加した圧力を累積するステップと、

30

(viii) 前記圧力をかけられたガスによって膜壁の濾過液側へ適用された圧力を開放し、前記膜壁の外側に累積された圧力の効果の下で、外側から濾過液側への前記膜を通じる前記洗浄液の流れを生じさせるステップと、

を備えている。

【0009】

好ましくは、洗浄液は化学的洗浄液である。ステップ(vi)において、通常は空気であるガスは、好ましくは膜内腔が実質的に洗浄液を排出するように適用される。ステップ(vii)において、圧力は、好ましくは膜壁の外側に設けられたガス空間に、又は代替的にブレーダー(bladder)の中に累積される。

40

【0010】

ステップ(iv)の圧力差は、ガスの圧力を膜壁の外側に適用することによって、又は濾過液側を真空中に引くことによって、提供することができる。

【0011】

さらなる特徴によれば、本発明は、懸濁液中に浸漬された透過性を有する中空の膜の壁を横切って、圧力差がかけられるタイプの設備における、透過性を有する中空な膜を洗浄する方法を提供し、前記懸濁液は、多孔性中空膜の外側面に適用されて膜壁を通じた濾過作用を生じさせ、かつ維持しており、

(a) 懸濁液の幾分かは、膜の壁を通過して中空の膜の内腔から浄化液又は濾過液として引き出され、

50

(b) 少なくとも幾分かの固形分は、中空の膜の上、若しくは中に保持され、又は別様に膜を取り囲む液体の中に懸濁固形分として保持され、洗浄方法は、

(i) 膜壁の一方の側に洗浄液を適用するステップと、

(i i) 前記膜壁を横切って圧力差をかけて、膜壁の一方の側から膜壁の他方の側への前記壁を通じる洗浄液の流れを生じさせるステップと、

(i i i) 前記膜壁を横切って逆の圧力差をかけて、膜壁の前記他方の側から膜壁の前記一方の側へ戻る、前記壁を通じる前記洗浄液の流れを生じさせるステップと、
を備えている。

【 0 0 1 2 】

またさらなる特徴によれば、本発明は、懸濁液中に浸漬された透過性を有する中空の膜の壁を横切って、圧力差がかけられるタイプの設備における、透過性を有する中空な膜を洗浄する方法を提供し、前記懸濁液は、多孔性中空膜の外面に適用されて膜壁を通じた濾過作用を生じさせ、かつ維持しており、

(a) 懸濁液の幾分かは、膜の壁を通過して中空の膜の内腔から浄化液又は濾過液として引き出され、

(b) 少なくとも幾分かの固形分は、中空の膜の上、若しくは中に保持され、又は別様に膜を取り囲む液体の中に懸濁固形分として保持され、洗浄方法は、

(i) 少なくとも部分的に、液体を膜の濾過液側から除去するステップと、

(i i) 少なくとも部分的に、液体を膜の外側から除去するステップと、

(i i i) 膜壁の外側に洗浄液を適用するステップと、

(i v) 前記膜壁を横切って圧力差をかけて膜の外側から膜内腔の中への前記壁を通じる洗浄液の流れを生じさせ、前記内腔を洗浄液で少なくとも部分的に充填するステップと、

(v) 前記膜壁を横切って圧力差をかけて膜の内腔の側から膜の内腔の外側へ戻る、前記壁を通じる前記洗浄液の流れを生じさせるステップと、
を備えている。

【 0 0 1 3 】

好ましくは、ステップ(v)における圧力差は、圧力をかけられたガスを膜壁の濾過液側からかけることによって生成され、外側から戻る、洗浄液の膜壁を通じる流れを生じさせる。

【 0 0 1 4 】

洗浄工程は、洗浄液が膜の一方の側から他方の側へ、膜壁を通じて交互に動くように、周期的に繰り返される。

【 0 0 1 5 】

工程は、開放状態の容器に浸漬された膜及び圧力をかけられた濾過システムに適用することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の別の特徴によれば、膜の化学洗浄を制御する方法が提供されており、この方法は、

pH及び/又は前記洗浄の少なくとも一部に対する膜の膜抵抗を測定するステップと、

pH及び/又は膜抵抗があらかじめ決められた値を達成するときに前記化学洗浄を中止するステップと、
を備えている。

【 0 0 1 7 】

本発明の別の特徴によれば、膜の化学洗浄を制御する方法が提供されており、この方法は、

pH及び/又は前記洗浄の少なくとも一部に対する膜の膜抵抗を測定するステップと、
洗浄の経過時間を測定するステップと、

時間に対するpHの変化率($d\text{pH}/dt$)及び/又は時間に対する膜抵抗の変化率(dR/dt)を計算するステップと、

10

20

30

40

50

$d \text{pH} / d t$ 及び / 又は $d R / d t$ があらかじめ決められた値に達したときに前記化学洗浄を中止するステップと
を備えている。

【0018】

本発明の別の特徴によれば、濾過システムの化学洗浄を制御する方法が提供されており、この方法は、

前記洗浄の少なくとも一部に対する膜の膜抵抗を測定するステップと、
洗浄の経過時間を測定するステップと、
時間に対する膜抵抗の変化率 ($d R / d t$) を計算するステップと、
($d R / d t$) を使用して、洗浄の完了までの時間を計算するステップと、
を備えている。 10

【0019】

本発明の別の特徴によれば、膜の化学洗浄を制御する方法が提供されており、この方法は、

洗浄の間に存在する化学洗浄剤の量を増加するステップと、
前記洗浄の少なくとも一部に対する膜の膜抵抗を測定するステップと、
膜抵抗があらかじめ決められた値に達したときに、化学洗浄剤の増加を中止するステップと、
を備えている。 20

【0020】

好ましくは、洗浄剤の量は一定量で増加される。好ましくは、あらかじめ決められた値は、膜抵抗の安定状態の値に近い値とされている。好ましくは、膜は精密濾過又は限外濾過タイプの膜である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明の好ましい実施形態が、添付の図面を参照しつつ、例のみの方法で記載されている。

【0022】

図1～7を参照すると、複数の中空の纖維膜6を有する膜モジュール5が示されている。纖維膜6は内腔7を有し、この内腔7は、下部ポット8中の下端部で閉塞されており、上部ポット9を通じて上端部において開放されている。モジュール5は容器10を含んでおり、容器10は、容器10を大気に対して開／閉するための、制御可能なバルブ11を有している。上部ポット9は、ポート13を有する濾過液収集チャンバ12に接続されている。 30

【0023】

本発明による洗浄工程の1つの実施形態は、図1～3を参照して記載されている。図1a～1cに最も良く示されているように、濾過作用の後の内腔7中に残留している液体は排液され、容器10中に残留する液体もまた、少なくとも部分的に排液される。次いで、容器10は少なくとも部分的に、図1aに最もよく示されているように、洗浄液14を充填される。次いで、この実施形態においてはポート13から真空に引くことによって、圧力差が膜壁15を横切って適用され、洗浄液14が(図1bに示されるように)膜壁15を通じて抜き取られ、少なくとも部分的に膜内腔7が洗浄液で充填されるまで、膜内腔を上昇する。 40

【0024】

次いで、図2a及び図2bに示されるように、容器10を切り離すためにバルブ11が閉じられ、加圧されたガスがポート13を通じて膜内腔7を充填している洗浄液に適用され、内腔7が実質的に洗浄液を排液されるまで、膜壁15を通じて置換される。容器10が切り離されているので、膜壁15を通じる膜6の外側への洗浄液14の移動は、容器内の圧力を、容器10内のガス空間16が圧縮されるにつれて増加させる。

【0025】

10

20

30

40

50

図3a～3cに示すように、膜の内腔側は大気に通気されている。次いで、ガス空間16内の累積圧力は、洗浄液14を押圧し、図3bに最もよく示されるように、膜壁15を通じて戻るように流している。

【0026】

図4a～7bは本発明の実施形態を図示しており、これら実施形態においては、プラダーモジュール構成を圧力が累積するためのガス空間16の代わりに使用することができる。

【0027】

図4a～4cを参照すると、操作は図3a～3cに示した操作と同様であるが、この実施形態においては、膜の内腔側が大気に通気されている場合に、プラダーモジュール16はバルブ17を通じて圧力を容器10の供給側に供給し、図4及び4cに最もよく示されるように、洗浄液14を膜壁15を通じ、膜内腔7に沿って押圧する。10

【0028】

図5a及び5bを参照すると、内腔側／濾過液側の加圧が示されている。加圧されたガスは、加圧されたガスをライン18及びバルブ17を通じてポート13に供給することによって、膜6の内腔側／濾過液側に適用される。加圧されたガスは、内腔7内の洗浄液が膜壁15を通じて膜の外側へ流れるようにし、容器10内の圧力を増加させ、ライン19及びバルブ11を通じて容器10に接続されたプラダーモジュール16に移動するようにしている。

【0029】

図6a～6cは、図4a～4cと同様の構成を示しているが、この実施形態においては、ガス圧はプラダーモジュール16よりはむしろ外部供給源から、ライン19及びバルブ11を通じて容器10に供給されている。プラダーモジュール16は図6aに示すように、膜6の内腔側に圧力を累積するために使用されている。20

【0030】

図7a及び図7bに示すように、洗浄液の逆の流れが必要とされる場合には、容器10はライン19及びバルブ11を通じて大気に通気され、プラダーモジュール16は累積された圧力を、内腔内の洗浄液14を内腔壁15を通じて戻すように押圧している内腔側に開放する（図7b参照）。

【0031】

図8及び図9を参照すると、本発明による洗浄工程の実施形態が図示されており、この実施形態においては、容器10は大気に開口している。この実施形態においては、膜壁15を通じる洗浄液の流れは、膜の内腔側に吸入／真空若しくは圧力を交互に適用することによって提供される。膜モジュール5は、化学的洗浄液14に少なくとも部分的に再び浸漬され、吸入が纖維膜内腔7の開口端に適用される。図8bに最も良く示されるように、洗浄液14は膜壁15を通じて纖維膜内腔7の中へ引き抜かれる。次いで、洗浄液14は、内腔7を通じて、図8cに示されるように完全に充填されるまで引き出される。次いで、図9a及び図9bに示すように、加圧されたガスは膜内腔7を充填している洗浄液14に適用され、洗浄液は、既に記載されたように、膜壁15を通じて置換される。30

【0032】

実施形態に図示された工程は、洗浄液が膜壁15の一方の側から他方の側へ交互に動かされるように、周期的に繰り返すことができる。膜内腔7へ、及び膜内向から、及び膜内向に沿った、この洗浄液の流れは、膜モジュール5の効果的な化学洗浄を生じさせる。40

【0033】

図10は、本発明による、容器10が大気に開口しているタイプの膜モジュールへの洗浄計画の適用の結果を示している。洗浄工程は、以下のように行われた。

【0034】

1. 膜容器は、内腔側からシェル側への逆充填を介して濾過液で充填され、同時に塩素が濾過液ラインの中に投入された。容器の濾過レベルは約30%であり、30mLの目標容積の洗浄液(NaOCl)を有していた。

【0035】

2. 濾過液は、次いで、システムを通じて一時的に再循環され、洗浄液の十分な混合を保50

証した。

【0036】

3. 次いで、内腔は、濾過液ラインに適用される 100 kPa の空気によって液体を排液された。このことによって、洗浄液は開孔を通じて拡散し、纖維の長さを降下し、濾過液容器レベルを上昇させた。このステップは、液レベルの上昇が停止するときに終了させることができる。

【0037】

4. 次いで、内腔は、膜の内腔側に適用された真空を使用することによって、洗浄液で充填された。このステップの間、濾過液タンク内のレベルは、液体が纖維内腔の中に引き出されるにつれて低下した。このステップは、液レベルが降下を停止するときに終了させることができる。10

【0038】

5. 内腔の充填及び排液のステップは、接触時間が 1800 秒に達するまで繰り返された。。

【0039】

6. 洗浄液の 1800 秒の接触の後に、容器は供給液で一杯まで充填された。このことによって、洗浄液中に残留している遊離塩素は、洗浄の間には露出していたモジュールの部分に接触することができた。

【0040】

7. 次いで、システムは、液体とモジュールとの接触を最大化するように曝気された。20

【0041】

8. 次いで、タンクは排液され、通常の操作に戻る前に濾過液で洗い流された。

【0042】

図 10 に描かれたデータは、洗浄作業が 24 時間の濾過ごとに一度行われた場合であって、1.7 m³ / hr のモジュールの操業が 30 分の逆洗の間隔で引き続いて 4 日の間行われた期間を示している。亜塩素酸ナトリウム (NaOCl) の形態の塩素が使用され、洗浄中の平均の遊離塩素濃度は 100 ppm であった。供給水の濁度は、始めから終わりまで 60 ~ 90 NTU の間であった。

【0043】

図 10 に示したデータは、各洗浄に続く膜間圧力における通常の減少を示している。30

【0044】

本発明の 1 つの実施形態は、洗浄工程における再循環段階における膜を通じる抵抗をモニタしながら、膜タンクに一定に追加することによって必要とされる化学薬品の量を最小化しようとするものである。化学薬品の追加は、さらなる化学薬品の追加が、膜抵抗を前もって決められたレベルより低く変化させた場合には中止することができ、よって、洗浄工程中に使用される過剰な化学薬剤の量を最小化している。

【0045】

抵抗値は、濾過液の再循環の間、モニタすることができる。通常、標準的な洗浄手順の間は、化学的洗浄液は洗浄の開始時にのみ再循環され、続いて膜の 48 時間までの浸漬が行われる。本実施形態においては、化学的洗浄液は、浸漬 / 通気段階の間は 15 ~ 30 分毎に数分間（例えば 3 分間）再循環され、洗浄工程の始めから終わりまで、膜抵抗を周期的に測定することを可能としている。40

【0046】

3 回の再循環あたりの抵抗の変化が予め決められた値（例えば、0.1）を下回った場合、洗浄工程は、その化学濃度における最大能力を回復しており、さらなる化学薬剤が添加される。さらなる化学薬剤の添加が、3 回の再循環の予め決められた値（例えば 0.1）より小さい変化を示す場合、更なる回復は達成されず、よって洗浄工程は直ちに終了することができる。反対に、洗浄の可能性を、洗浄工程を延長することによって最大化することができ、この場合、3 回の循環あたりの抵抗の変化は所定の予め決められた値を下回る。図 11 は、クエン酸 (CIP1) と塩素 (CIP2) との洗浄薬剤を使用した 2 つの50

異なる洗浄計画のための洗浄工程の間の抵抗値の変化のグラフを示している。

【0047】

図12に示すグラフを参照すると、化学薬剤の量は、膜抵抗の大幅な低下を生じる、Aで示されている100mL近辺で始まっている。化学薬剤の量は、膜抵抗のさらなる減少を生じるB及びCで示されるようにさらに増加されている。いったん化学薬剤の容積が約250mLに達すると、膜抵抗の変化はDで示されるように実質的に安定し、化学薬剤のさらなる増加は最小の効果しか示していない。この段階で、添加される化学薬剤の量は、逆に洗浄工程と膜間の流れにおける回復とに影響することなく終了することができる。

【0048】

上述の測定を使用して、特定の膜配置又は構成のための洗浄工程中の抵抗プロファイルを決定することができるということが理解されるだろう。抵抗プロファイルは、次いで洗浄工程時間の終了、半減期、及び同様のシステムの同時洗浄における化学薬品の使用の削減を予想することに使用することができる。抵抗プロファイルはさらに、供給液及び汚染物の品質に依存する化学薬品のタイプ及び量での洗浄工程中に、化学薬品が添加される必要があるかどうかを決定するために使用することができる。

【0049】

使用することができる典型的な洗浄液は、酸性溶液、アルカリ性溶液、及び酸化性溶液(例えは塩素)を含んでいる。

【0050】

本発明は、本発明の方法に従って操作されるようにやや変形された、前述の国際出願WO93/02779に記載された同様の装置に具体化することができる。

【0051】

本発明のさらなる変型及び改良が、記載された本発明の精神又は技術的範囲から離ること無く可能であるということが理解されるであろう。

本発明の実施態様の例は以下のとおりである。

(1) 圧力差が、懸濁液中に浸漬された、透過性を有する中空の膜の壁を横切ってかけられるタイプの設備における、前記透過性を有する中空な膜を洗浄する方法であって、前記懸濁液は、前記多孔性中空膜の外面に適用されて前記膜壁を通じた濾過作用を生じさせ、かつ維持しており、

(c) 前記懸濁液の幾分かは、前記膜の壁を通過して前記中空の膜の内腔から淨化液又は濾過液として引き出され、

(d) 少なくとも幾分かの固形分は、中空の膜の上、若しくは中に、又は別様に膜を取り囲む液体の中に懸濁された固形分として保持され、

前記洗浄方法は、

(i) 前記膜壁の一方の側に洗浄液を適用するステップと、

(ii) 前記膜壁を横切って圧力差をかけて、前記膜壁の一方の側から前記膜壁の他方の側への前記壁を通じる前記洗浄液の流れを生じさせるステップと、

(iii) 前記膜壁を横切って逆の圧力差をかけて、前記膜壁の前記他方の側から前記膜壁の前記一方の側へ戻る、前記壁を通じる前記洗浄液の流れを生じさせるステップと、を備えている方法。

(2) 前記ステップ(i)の前記圧力差は、ガス圧を前記膜壁の前記一方の側に適用することによって提供されることを特徴とする実施態様(1)に記載の方法。

(3) 前記ステップ(ii)の前記圧力差は、前記膜壁の前記他方の側に真空を適用することによって提供されることを特徴とする実施態様(1)に記載の方法。

(4) 前記ステップ(iii)の前記逆の圧力差は、ガス圧を前記膜壁の前記他方の側に適用することによって提供されることを特徴とする実施態様(1)に記載の方法。

(5) 前記ステップ(iii)の前記逆の圧力差は、前記膜壁の前記一方の側に真空を適用することによって提供されることを特徴とする実施態様(1)に記載の方法。

(6) 前記洗浄液は、化学的洗浄液であることを特徴とする実施態様(1)に記載の方法。

—

10

20

30

40

50

(7) 圧力差が、懸濁液中に浸漬された透過性を有する中空の膜の壁を横切ってかけられるタイプの設備における、前記透過性を有する中空な膜を洗浄する方法であつて、前記懸濁液は、前記多孔性中空膜の外面に適用されて前記膜壁を通じた濾過作用を生じさせ、かつ維持しており、

(a) 前記懸濁液の幾分かは、前記膜の壁を通過して前記中空の膜の内腔から浄化液又は濾過液として引き出され、

(b) 少なくとも幾分かの固形分は、前記中空の膜の上、若しくは中に、又は別様に膜を取り囲む液体の中に懸濁された固形分として保持され、

前記洗浄方法は、

(i) 少なくとも部分的に、液体を前記膜の濾過液側から除去するステップと、

10

(ii) 少なくとも部分的に、液体を前記膜の外側から除去するステップと、

(iii) 前記膜壁の外側に洗浄液を適用するステップと、

(iv) 前記膜壁を横切って圧力差をかけて前記膜の外側から前記膜内腔の中への前記壁を通じる前記洗浄液の流れを生じさせ、前記内腔を洗浄液で少なくとも部分的に充填するステップと、

(v) 前記膜壁を横切って圧力差をかけて前記膜の内腔の側から前記膜の内腔の外側へ戻る、前記壁を通じる前記洗浄液の流れを生じさせるステップと、
を備えている方法。

(8) 前記ステップv)における前記圧力差は、加圧されたガスを前記膜壁の内腔側に適用することによって生成され、前記膜壁を通じる前記外側へ戻る前記洗浄液の流れを生じさせることを特徴とする実施態様(7)に記載の方法。

20

(9) 前記洗浄方法の前記複数のステップは周期的に繰り返され、前記洗浄液は、前記膜の一方の側から前記他方の側へ前記膜壁を通じて交互に動かされることを特徴とする実施態様(7)に記載の方法。

(10) 前記洗浄液は、化学的洗浄液であることを特徴とする実施態様(7)に記載の方法。

(11) pH及び/又は前記洗浄の少なくとも一部に対する膜の膜抵抗を測定するステップと、

pH及び/又は膜抵抗があらかじめ決められた値に達するときに前記化学洗浄を中止するステップと、

30

を備えている膜の化学洗浄を制御する方法。

(12) pH及び/又は前記洗浄の少なくとも一部に対する膜の膜抵抗を測定するステップと、

洗浄の経過時間を測定するステップと、

時間に対するpHの変化率($d \text{pH} / d t$)及び/又は時間に対する膜抵抗の変化率($d R / d t$)を計算するステップと、

$d \text{pH} / d t$ 及び/又は $d R / d t$ があらかじめ決められた値に達したときに前記化学洗浄を中止するステップと、

を備えている膜の化学洗浄を制御する方法。

(13) 前記洗浄の少なくとも一部に対する膜の膜抵抗を測定するステップと、

40

洗浄の経過時間を測定するステップと、

時間に対する膜抵抗の変化率($d R / d t$)を計算するステップと、

($d R / d t$)を使用して、洗浄の完了までの時間を計算するステップと、

を備えている濾過システムの化学洗浄を制御する方法。

(14) 洗浄の間に存在する化学洗浄剤の量を増加するステップと、

前記洗浄の少なくとも一部に対する膜の膜抵抗を測定するステップと、

膜抵抗があらかじめ決められた値に達したときに、化学洗浄剤の増加を中止するステップと、

を備えている膜の化学洗浄を制御する方法。

(15) 洗浄剤の量は、一定量で増加されることを特徴とする実施態様(14)に記載の

50

方法。

(16) 前記予め決められた値は、膜抵抗の安定状態における値に近くされていることを特徴とする実施態様(14)又は(15)に記載の方法。

(17) 前記膜は、精密濾過膜又は限外濾過膜であることを特徴とする実施態様(11)、(12)、又は(14)に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】(a) 膜モジュールの簡単化された側部断面組立図であり、モジュールの下部が化学洗浄液に浸漬されており、吸入が膜の内腔に設けられている。(b) 図1aに示された膜の拡大された断面図である。(c) 図1aに示された膜の拡大された断面図である。 10

【図2】(a) 図1に示した膜モジュールの簡単化された側部断面組立図であり、モジュールの下部が化学洗浄液に浸漬されており、加圧されたガスが膜の内腔に適用されている。(b) 図2aに示された領域の膜の拡大された断面図である。

【図3】(a) 図1に示した膜モジュールの簡単化された側部断面組立図であり、モジュールの下部が化学洗浄液に浸漬されており、吸入が膜の内腔に設けられている。(b) 図3aに示された領域の膜の拡大された断面図である。(c) 図3aに示された領域の膜の拡大された断面図である。

【図4a】膜モジュールの別の実施形態の簡単化された側部断面組立図であり、モジュールの下部が化学洗浄液に浸漬されており、吸入が膜の内腔に設けられている。

【図4b】図4aに示された領域の膜の拡大された断面図である。 20

【図4c】図4aに示された領域の膜の拡大された断面図である。

【図5a】図4の膜モジュールの簡単化された側部断面組立図であり、モジュールの下部が化学洗浄液に浸漬されており、加圧されたガスが膜の内腔に適用されている。

【図5b】図5aに示された領域の膜の拡大された断面図である。

【図6a】膜モジュールの別の実施形態の簡単化された側部断面組立図であり、モジュールの下部が化学洗浄液に浸漬されており、吸入が膜の内腔に設けられている。

【図6b】図6aに示された領域の膜の拡大された断面図である。

【図6c】図6aに示された領域の膜の拡大された断面図である。

【図7a】図6の膜モジュールの簡単化された側部断面組立図であり、モジュールの下部が化学洗浄液に浸漬されており、加圧されたガスが膜の内腔に適用されている。 30

【図7b】図7aに示された領域の膜の拡大された断面図である。

【図8】(a) 開放された容器内の膜モジュールの実施形態の簡単化された側部断面組立図であり、モジュールの下部が化学洗浄液に浸漬されており、吸入が膜の内腔に設けられている。(b) 図8aに示された領域の膜の拡大された断面図である。(c) 図8aに示された領域の膜の拡大された断面図である。

【図9】(a) 図8の実施形態の膜モジュールの簡単化された側部断面組立図であり、モジュールの下部が化学洗浄液に浸漬されており、加圧されたガスが膜の内腔に適用されている。(b) 図9aに示された領域の膜の拡大された断面図である。

【図10】本発明による方法を使用した化学洗浄の進行中の、図8及び図9に示したタイプの膜モジュールに対する時間に対する膜間圧力(TMP)のグラフである。 40

【図11】洗浄工程中に加えられる化学洗浄剤の容積が一定比率で増加する2つのタイプの化学洗浄工程に対する、時間に対して測定された膜抵抗のグラフである。

【図12】時間に対して測定された膜抵抗のグラフであり、洗浄工程中に加えられる化学洗浄剤の容積が一定比率で増加している。

【符号の説明】

【0053】

5・・・膜モジュール

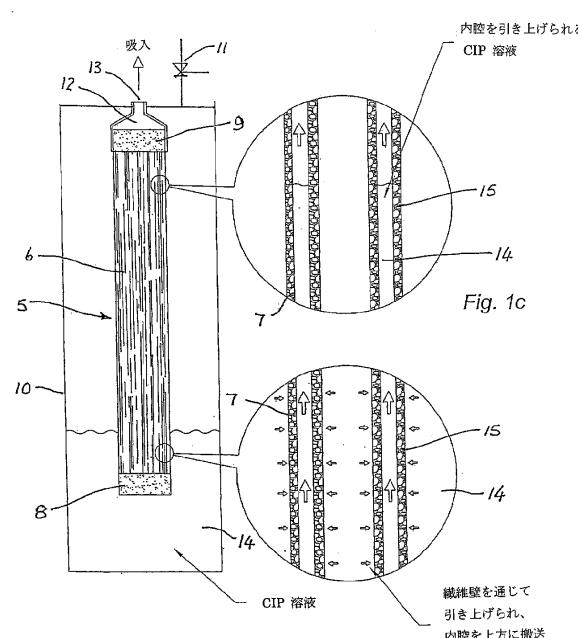
6・・・膜

7・・・内腔

8・・・下部ポット

- 9 . . . 上部ポット
 10 . . . 容器
 11、17 . . . バルブ
 12 . . . 濾過液収集チャンバ
 13 . . . ポート
 14 . . . 洗浄液
 15 . . . 膜壁
 16 . . . ガス空間、ブラダー
 18、19 . . . ライン

【図1】



【図2】

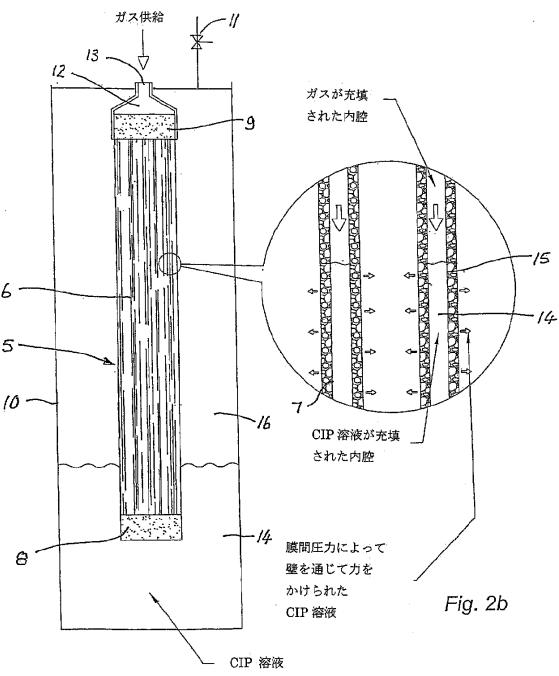


Fig. 2a

【図3】

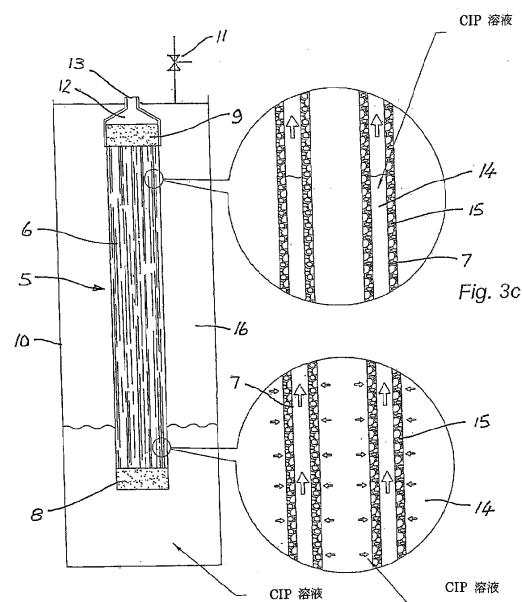


Fig. 3a

Fig. 3b

Fig. 3c

【図4 a - c】

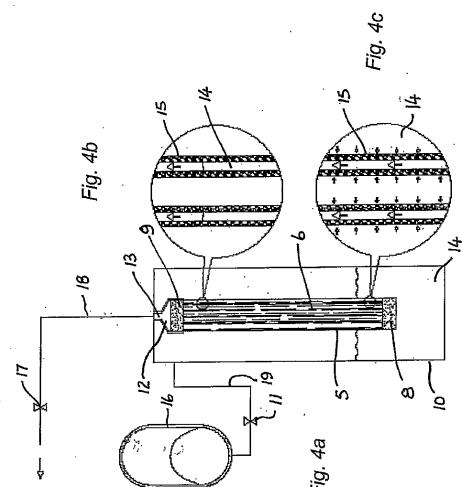


Fig. 4a

Fig. 4b

Fig. 4c

【図5 a - b】

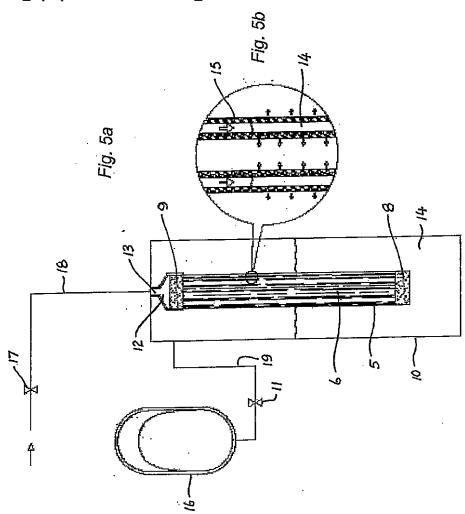


Fig. 5a

Fig. 5b

【図6 a - c】

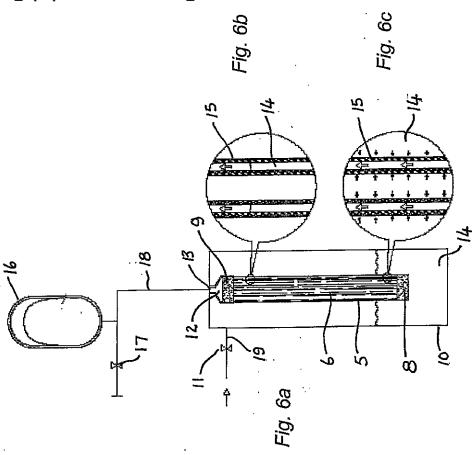


Fig. 6a

Fig. 6b

Fig. 6c

【図7 a - b】

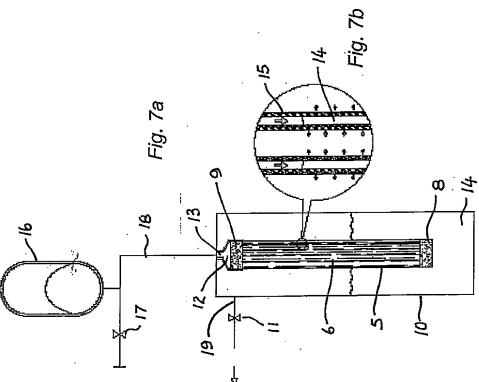
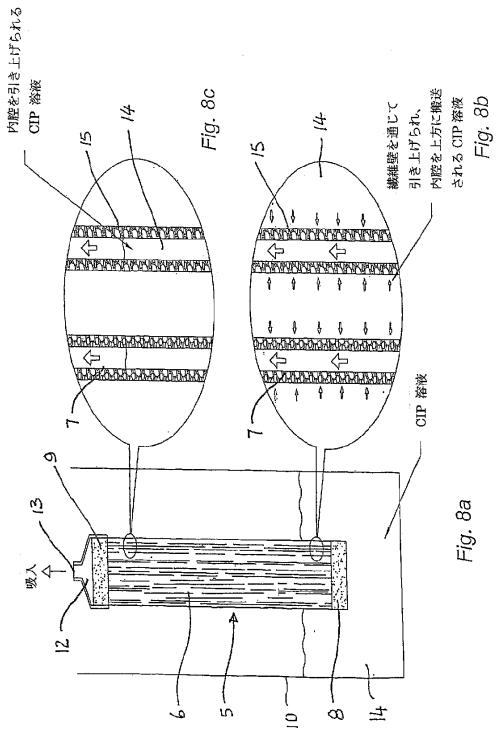


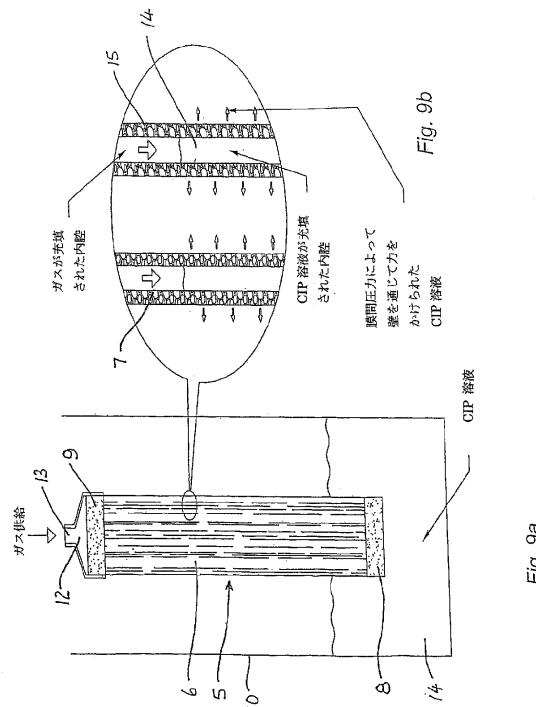
Fig. 7a

Fig. 7b

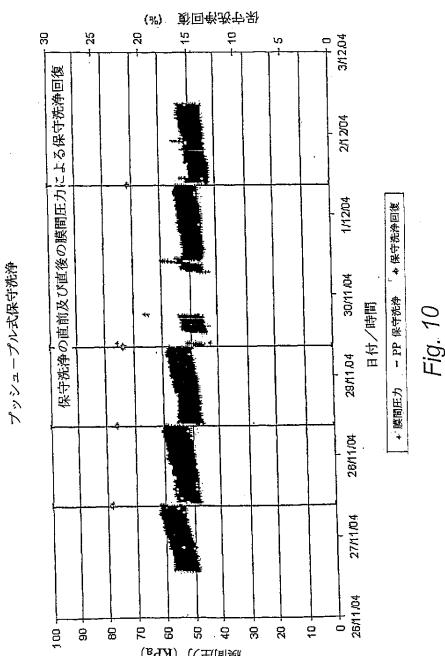
【図 8】



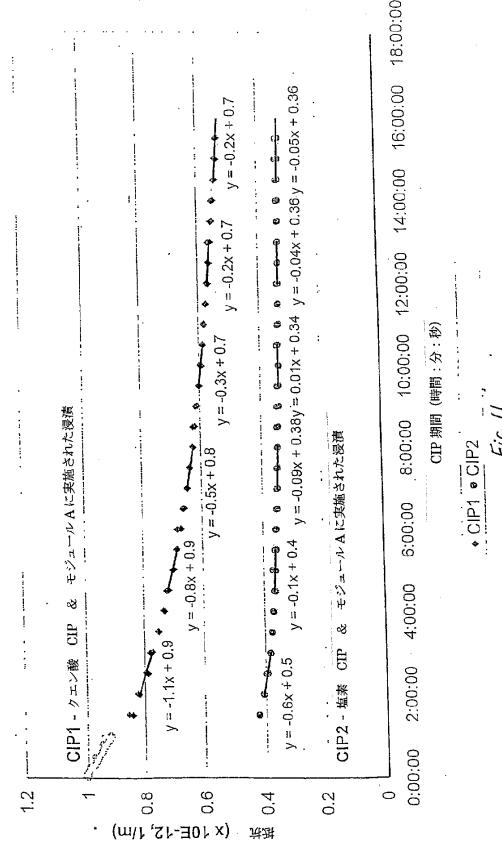
【図 9】



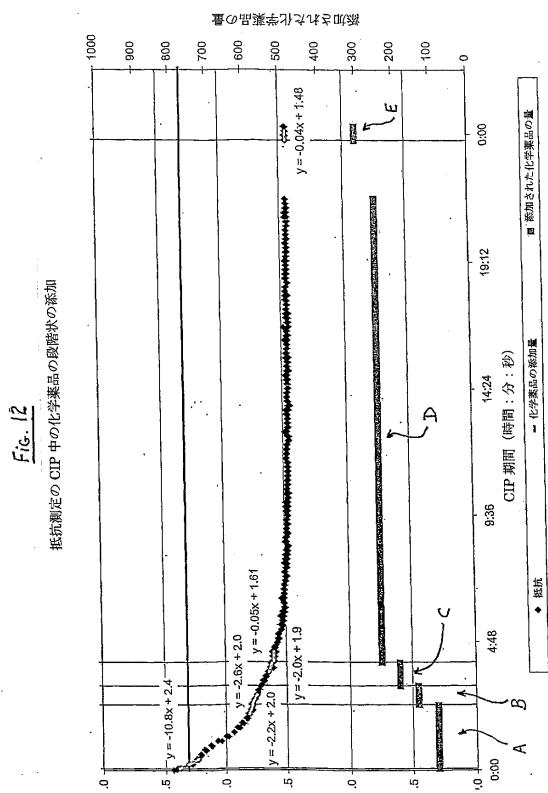
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 ウォレン・トーマス・ジョンソン
オーストラリア・ニュー・サウス・ウェールズ・2753・グロース・ウォルド・アヴォカ・ロード・87
(72)発明者 トーマス・ウィリアム・ベック
オーストラリア・ニュー・サウス・ウェールズ・2756・ノース・リッチモンド・ケダ・サーキット・121
(72)発明者 レベッカ・ヨー
中華人民共和国・ペイジン・100028・ドンチェン・ディストリクト・ドンツイメン・シャンヘュアン・ロード・ナンバー・1・ダン・ダイ・ワン・グオ・チェン・ビルディング・7・ユニット・1609

審査官 大島 忠宏

(56)参考文献 特開2000-079390(JP,A)
特開2002-177746(JP,A)
特開平10-328538(JP,A)
特開平02-126922(JP,A)
特開2003-071254(JP,A)
特開2001-120963(JP,A)
特開2002-263407(JP,A)
特開平02-164423(JP,A)
特開平10-286441(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 65/06

B01D 63/02