

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5652901号
(P5652901)

(45) 発行日 平成27年1月14日 (2015. 1. 14)

(24) 登録日 平成26年11月28日 (2014. 11. 28)

(51) Int. Cl.

F 1

B O 1 D 63/14 (2006. 01)
B O 1 D 29/07 (2006. 01)
B O 1 D 29/66 (2006. 01)
B O 1 D 39/16 (2006. 01)
B O 1 D 63/00 (2006. 01)

B O 1 D 63/14
 B O 1 D 29/06 5 1 O A
 B O 1 D 29/38 5 1 O A
 B O 1 D 29/38 5 2 O A
 B O 1 D 29/38 5 4 O

請求項の数 9 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-58788 (P2008-58788)
 (22) 出願日 平成20年3月7日 (2008. 3. 7)
 (65) 公開番号 特開2009-213984 (P2009-213984A)
 (43) 公開日 平成21年9月24日 (2009. 9. 24)
 審査請求日 平成23年2月25日 (2011. 2. 25)
 審判番号 不服2013-21164 (P2013-21164/J1)
 審判請求日 平成25年10月30日 (2013. 10. 30)

(73) 特許権者 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 100072660
 弁理士 大和田 和美
 (72) 発明者 柏原 秀樹
 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
 住友電気工業株式会社大阪製作所内
 (72) 発明者 中井 龍賢
 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
 住友電気工業株式会社大阪製作所内
 (72) 発明者 小野 公三
 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
 住友電気工業株式会社大阪製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 濾過用分離膜モジュール及び該分離膜モジュールを用いた濾過装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

懸濁成分を含む被処理液を濾過膜に透過させて固液分離処理を行う濾過用分離膜モジュールであって、

多孔質シートを繰り返して折り返した折り畳み状態とし、折り畳んだ状態で隣接する対向面間に空間を明け、該空間の開口方向を、被処理液流入側と、透過液流出側兼逆洗浄水流入側との反対方向とした折り畳み構造の濾過膜と、

前記多孔質シートからなる前記濾過膜の各対向面間の空間保持材として介在させる多孔質材からなる中子材と、

前記被処理液流入側と透過液流出側との左右方向と直交する前後方向両端の前記多孔質シートの外面および折り畳み状態の前記多孔質シートの上下両端面に固着して、折り畳み状態を保持する前後封止材および上下封止材と、

前記透過液流出側に設けた透過液集水部材と、

を備え、

前記中子材は、樹脂材料からなる多孔質シート、不織布、メッシュあるいは穴空きシートで形成し、前記透過液流出側兼逆洗浄水流入側となる前記濾過膜の空間に介在させる前記中子材の空孔の平均孔径を、前記被処理液流入側の空間に介在させる前記中子材の空孔の平均孔径よりも小さくしていることを特徴とする濾過用分離膜モジュール。

【請求項 2】

前記前後封止材および上下封止材の外面に固着し、かつ、前記被処理液流入側と透過液

10

20

流出側に液流通空間をあけて囲むハウジングを備え、該ハウジングの透過液流出側に前記透過液集水部材となる集水管を取り付けると共に被処理液流入側に被処理液導入管を取り付けている請求項 1 に記載の濾過用分離膜モジュール。

【請求項 3】

前記濾過膜の空間に介在させる中子材の厚みは 0.1 ～ 10.0 mm である請求項 1 または請求項 2 に記載の濾過用分離膜モジュール。

【請求項 4】

該中子材は、100 μm ～ 20 mm の空孔を有するものとしている請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の濾過用分離膜モジュール。

【請求項 5】

前記多孔質シートは 1 m あたり 50 ～ 5000 ターンで折り返し、1 m³ 当たりの濾過膜の有効膜面積を 100 ～ 10000 m² としている請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の濾過用分離膜モジュール。

【請求項 6】

前記多孔質シートは、平均孔径が 0.01 ～ 5.0 μm、平均膜厚が 10 ～ 100 μm である延伸 PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）多孔質シートである請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の濾過用分離膜モジュール。

【請求項 7】

前記濾過膜の連続する被処理液側の折り目の外側と透過液側の折り目の外側に、前記中子材と濾過膜の撓みを規制するための直線状の規制部材を備えている請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の濾過用分離膜モジュール。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の濾過用分離膜モジュールを備えた濾過装置であって、前記濾過膜の表面に付着した懸濁物質の除去用として、前記透過液あるいは空気を透過液側から加圧供給する逆洗浄手段を備えている濾過装置。

【請求項 9】

バラスト水処理用として用いられる請求項 8 に記載の濾過装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、濾過用分離膜モジュール及び該分離膜モジュールを用いた濾過装置に関し、詳しくは、環境保全分野、半導体、医薬・食品分野等の固液分離処理を行う濾過装置に使用されるものであり、特に海水からなるバラスト水の処理に好適に用いられるものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、多孔質分離膜を用いた膜モジュールや膜エレメントが、浸漬型吸引濾過装置や外圧式濾過装置に装着され、環境保全分野、半導体、医薬・食品分野等において広く使用されている。

この種の膜モジュールとしては、支持板でシート状の多孔質膜を支持した平膜型の膜エレメントを複数備えた平膜モジュールや、多数本の中空糸を円形状に集束して配置し、その端部を開口状態で固定部材にて固定して集水部とした中空糸膜モジュール等がある。

【0003】

平膜モジュールとしては、例えば、特開平 11-300177 号公報（特許文献 1）において示されているような、図 8 に示す膜分離装置 1 がある。

膜分離装置 1 は、有効膜面積を確保するため、平板状膜カートリッジ 2 を多数並列させた構成としており、該膜カートリッジ 2 は、濾板 2 A の両表面に有機濾過膜 2 B を配置し、濾板 2 A と濾過膜 2 B との間、及び濾板 2 A の内部に形成された透過液流路に連通する透過液取出口 2 C を濾板 2 A に形成している。各膜カートリッジ 2 の透過液取出口 2 C はチューブ 3 を介して連通する集水管 4 に取り付けられ、該集水管 4 が膜カートリッジ 2 を

10

20

30

40

50

収容する膜ケース 5 に取り付けられている。

【0004】

中空糸膜モジュールとしては、例えば、本出願人は、特開 2006-7224 号公報（特許文献 2）において、多孔質延伸 PTFE 製のチューブからなる支持層と、ポリオレフィン系樹脂、ポリイミド、ポリ弗化ビニリデン系樹脂から選択される樹脂製の多孔質シートからなる濾過層を備え、前記支持層のチューブの外表面に前記濾過シートを巻きつけて一体化させていると共に前記支持層と濾過層の空孔を互いに三次元的に連通させている複層からなる多孔質複層中空糸を集束した濾過モジュールを提案している。

【0005】

【特許文献 1】特開平 11-300177 号公報

10

【特許文献 2】特開 2006-7224 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、前述した従来の平膜モジュールは、被処理液から濃縮液と透過液を取り出す方式（所謂「クロスフロー方式」）の濾過を行うものであるため、被処理液中の懸濁物質が膜面に堆積しないように膜間隔を広く取り、被処理液の流路を広く取る必要がある。そのため、膜モジュールをコンパクトな構造にできず、単位体積当たりの有効膜面積が小さくなる問題がある。

また、濾過装置においては、透過流束を低下させないため、濾過方向とは逆向きに圧縮空気や透過液を導入して濾過膜の逆洗浄を行い、一定期間濾過を継続して膜面に堆積した懸濁物質を除去し、濾過膜を再生することが行われる。しかし、図 8 の平膜モジュールにこの逆洗浄を行うと、濾過膜 2B の外表面は何ら支持されないため、濾板と濾過膜が剥離して膜損傷しやすく、十分な逆洗浄ができない問題がある。さらに、平膜モジュールは、各膜カートリッジ毎に部品を要し、有効膜面積当たりの部品数が多く、組立も煩雑となるため、製造コストもかかりやすい。

20

【0007】

一方、中空糸膜モジュールは、平膜モジュールに比べて単位体積あたりの有効膜面積を大きくできる点で利点を有するが、逆洗浄時の機械的負荷に対する耐久性については未だ改善の余地がある。

30

【0008】

本発明は前記問題に鑑みてなされたものであり、単位体積あたりの有効膜面積が大きく、コンパクトで、かつ、逆洗浄に対する優れた耐久性を有しており、高い濾過流束が長期に渡って得られる濾過用分離膜モジュールを提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記課題を解決するため、本発明は、

懸濁成分を含む被処理液を濾過膜に透過させて固液分離処理を行う濾過用分離膜モジュールであって、

多孔質シートを繰り返して折り畳んだ折り畳み状態とし、折り畳んだ状態で隣接する対向面間に空間をあけ、該空間の開口方向を、被処理液流入側と、透過液流出側兼逆洗浄水流入側との反対方向とした折り畳み構造の濾過膜と、

40

前記多孔質シートからなる前記濾過膜の各対向面間の空間保持材として介在させる多孔質材からなる中子材と、

前記被処理液流入側と透過液流出側との左右方向と直交する前後方向両端の前記多孔質シートの外面および折り畳み状態の前記多孔質シートの上下両端面に固着して、折り畳み状態を保持する前後封止材および上下封止材と、

前記透過液流出側に設けた透過液集水部材と、
を備え、

前記中子材は、樹脂材料からなる多孔質シート、不織布、メッシュあるいは穴空きシー

50

トで形成し、前記透過液流出側兼逆洗浄水流入側となる前記濾過膜の空間に介在させる前記中子材の空孔の平均孔径を、前記被処理液流入側の空間に介在させる前記中子材の空孔の平均孔径よりも小さくしていることを特徴とする濾過用分離膜モジュールを提供している。

【0010】

本発明の濾過用分離膜モジュールの濾過膜は、多孔質シートを繰り返し折り返した折り畳み状態としているので、単位体積あたり、大きな有効膜面積を確保することができる。

さらに、1枚の多孔質シートで大きな有効膜面積を確保することができるので、有効膜面積当たりのモジュールの部品数も大幅に少なくすることができる利点がある。

【0011】

前記折り畳み構造の濾過膜は、前記多孔質シートの各対向面間の空間保持材として多孔質材からなる中子材を介在させ、折り畳んだ状態で隣接する対向面間に空間をあけ、隣接する空間の開口方向を、被処理液流入側と、透過液流出側兼逆洗浄水流入側との反対方向としている。そのため、前記被処理液流入側の被処理液流路用および前記透過液流出側兼逆洗浄水流入側の透過液流路用の空間を確実に確保することができ、隣接する対向面の濾過膜同士が接触して有効膜面積を低下させることがない。

かつ、このように被処理液側には被処理液流路用中子材を配置すると共に、透過液流出側兼逆洗浄水流入側には透過液流路用中子材を配置しているので、濾過時に被処理液側から圧力が付加された状態となる濾過膜は透過液流路用中子材により支持されることになる一方、逆洗浄時に透過液側から圧力が付加された状態となる濾過膜は被処理液流路用中子材により支持される。そのため濾過時と逆洗浄時の両方において濾過膜が損傷されることがなく、極めて耐久性に優れる分離膜モジュールとでき、高い透過流束を長期に渡り維持することができる。

【0012】

本発明の濾過用分離膜モジュールは、基本的には、被処理液を前記濾過膜の一面側から他面側に透過させて透過液のみを取り出す、所謂「全濾過方式」の濾過を行うものとしている。従来の平膜モジュールや中空糸膜モジュールように、被処理液を循環させるクロスフロー方式とはしていない場合、被処理液の流路を広く取る必要はなく、被処理液や透過液が通過できれば、その流路は小さくてもよい。なお、被処理液の懸濁物質濃度が比較的小さい場合には、濁質が中子に詰まり難いためクロスフロー方式とすることができる。

【0013】

また、本発明の濾過用分離膜モジュールは、折り畳み構造の前記濾過膜の透過液流出側に設けた透過液集水部材により透過液をまとめて集水している。そのため、膜カートリッジの対向する濾過膜に挟まれた空間に透過してきた透過液を個別に集水していた従来の平膜モジュールのように比べ、コンパクトで有効膜面積当たりの部品数が少ないモジュールとすることができ、製造コストを低減することができる。

【0014】

前記濾過用分離膜モジュールは、具体的には、前記前後封止材および上下封止材の外面に固着し、かつ、前記被処理液流入側と透過液流出側に液流通空間をあけて囲むハウジングを備え、該ハウジングの透過液流出側に前記透過液集水部材となる集水管を取り付けると共に被処理液流入側に被処理液導入管を取り付けている構成とすることができる。

【0015】

本構成とすれば、濾過膜の前後方向両端を封止する前後封止材と、多孔質シートの上下両端面を封止する上下封止材とを同一ハウジング内の垂直配置する内壁に各々固定しているので、折り畳み構造を維持したままで濾過膜を安定に保持させることができる。かつ、ハウジング自体の透過液流出側に集水管を取り付けると共に被処理液流入側に被処理液導入管を取り付け、前記折り畳み構造の濾過膜により被処理液側と透過液側を隔てて固定するだけでよいので、組み立てに要する部品点数も極めて少なく、製造も容易である。

【0016】

前記のように、中子材は、樹脂材料からなる多孔質シート、不織布、メッシュあるいは

10

20

30

40

50

穴空きシートで形成される。このような空孔を有する多孔質材料で中子材を形成することで、被処理液及び透過液の流路を確実に確保することができる。

中子材は、濾過膜を損傷させず、被処理液に対する安定性を有するものであれば、樹脂材料、金属材料、あるいは樹脂被覆金属材料等、材質は特に問わないが、樹脂材料から成形することが好ましい。なかでも、安価な材料で加工も容易で、かつ耐久性を有することから、ポリエチレン、ポリプロピレン等のオレフィン系樹脂から成形することが好ましい。また、P T F E（ポリテトラフルオロエチレン）、P V D F（ポリビニリデンフロライド）、P F A（テトラフルオロエチレンーパーフルオロアルコキシビニルエーテル共重合体）等のフッ素樹脂、P S F（ポリスルホン）、P E S（ポリエーテルスルホン）、P E E K（ポリエーテルエーテルケトン）等の樹脂からなる中子材とすれば、機械的、化学的安定性に極めて優れる利点がある。

10

【0017】

前記中子材の厚みは、被処理液の懸濁物質濃度等に応じて変えればよいが、0.1～10.0mmであることが好ましい。

前記範囲とするのが好ましいのは、厚みが0.1mm未満であると流路確保用の空間として十分ではなく、10.0mmを超えると有効膜面積が大きくなるからである。中子材の厚みの下限は、より好ましくは100μm以上、特に好ましくは150μmで、上限はより好ましくは500μm以下、特に好ましくは200μm以下である。

【0018】

前記中子材は100μm～20mmの空孔を有するものとしている。また、前記のように、透過液流路用中子材の空孔を被処理液流路用中子材の空孔よりも小さくしている。

20

【0019】

本構成とすれば、濾過時には小さい空孔を有する透過液流出側兼逆洗浄水流入側の中子材で濾過膜を支持することができるので、高い圧力が負荷されても濾過膜に部分的に大きな応力が発生することを防止でき、濾過膜の損傷を抑えることができる。一方、逆洗浄時には大きな空孔を有する被処理液側の中子材に逆洗排水が流れ込むので、空孔の目詰まりをなくすことができる。逆洗浄は一定期間濾過を継続した後、短期間行われるのみであるため、被処理液流路用中子材が比較的大きな空孔を有していても、濾過膜損傷への影響は小さい。

【0020】

前記多孔質シートは、1mあたり50～5000ターンで折り返し、1m³当たりの濾過膜面積を100～10000m²としていることが好ましい。

30

本構成とすれば、多数回の折り返し構造としているので前述のような非常に大きな有効膜面積を確保することができる。

多孔質シートのターン数は、有効膜面積を確保する観点から、さらに100ターン以上、特に500ターン以上であることが好ましく、流路を確保する観点から、さらに2000ターン以下であることが好ましい。

前記濾過膜は1枚の多孔質シートからなることが好ましいが、複数枚の多孔質シートを継いで作製してもよい。

【0021】

前記多孔質シートの材質及びその膜特性は、濾過対象とする被処理液に応じて変更すればよく、特に限定されない。例えば、P T F E（ポリテトラフルオロエチレン）、P V D F（ポリビニリデンフロライド）、酢酸セルロース、ポリスルホン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアクリロニトリルからなる多孔質シートが例示できる。

40

なかでも、延伸P T F E多孔質シートを用いることが好ましく、その平均孔径が0.01～5.0μm、平均膜厚が10～100μmのものを用いることが好ましい。

【0022】

延伸P T F E多孔質シートの外表面には必要に応じて耐薬品性に優れた親水性高分子を架橋固定化し、表面の親水性を高めていることが好ましい。

前記延伸P T F E多孔質膜の表面の親水性を高める方法としては、例えば、耐薬品性に

50

比較的優れたポリビニルアルコール（PVA）を水溶液中で酸触媒を用いてジアルデヒドと架橋させることや、適当な架橋剤とともにUV処理などにより架橋させることにより水不溶化させる方法を用いることができる。これらの方法は化学的に比較的安定な親水性付与を行うことができる。

そのほか、エチレンービニルアルコール共重合体などをIPA（イソプロピルアルコール）等に溶解させたあとPTFE多孔質膜上で不溶化させる方法などがある。

【0023】

前記多孔質シートの平均孔径は、本発明の濾過用分離膜モジュールを、海水、淡水、汽水からなる被処理液に用いる場合、0.1～2.0μmであることがさらに好ましい。

また、平均膜厚は、20～80μmがより好ましく、25～50μmが特に好ましい。

前記平均孔径は、細孔直径分布測定装置（米国Porus Materials社製 多孔質材料自動細孔径分布測定システム）により測定している。

【0024】

さらに、前記多孔質シートは、住友電工ファインポリマー（株）製「ポアフロン（登録商標）メンブレン」シリーズを好適に用いることができる。

【0025】

前記濾過膜を形成する延伸PTFE多孔質シートは、1軸延伸、2軸延伸で得られたものでもよいが、PTFE未焼結粉末と液状潤滑剤のペースト押出によって得られる成形体を2軸延伸して得られた多孔質シートを焼結して得られたものであることが好ましい。2軸延伸することで、空孔を囲む繊維状骨格の強度を高めることができる。

また、PTFE多孔質膜は、空孔の大きさの異なるPTFE多孔質シートやフィルムを積層したものとしてもよい。この場合、未焼結状態のPTFE多孔質膜を焼結一体化することにより、容易に積層体を形成することができる。

前記積層体は、空孔の小さい方のPTFE多孔質膜を被処理液側に配置していることが好ましい。

【0026】

前記分離膜モジュールは、前記濾過膜の連続する被処理液側の折り目の外側と透過液側の折り目の外側に、前記中子材と濾過膜の撓みを規制するための直線状の規制部材を備えていてもよい。この場合、該規制部材はハウジングに固定していることが好ましい。

【0027】

本発明の濾過用分離膜モジュールは、加圧ポンプにより被処理液を送液して濾過を行う外圧濾過方式、吸引ポンプにより透過液を吸引して濾過を行う吸引濾過方式のいずれとしてもよいが、外圧濾過方式としていることが好ましい。

吸引濾過方式とする場合は、透過液流出側に配置される透過液集水部材を上部側に配置すると共に被処理液流入側を下部側に配置するようにしていることが好ましい。また、この場合は前記被処理液側の液流通空間はハウジングで覆わず、被処理液の貯留槽に浸漬するようにしてもよい。

【0028】

本発明は、第2に、前記濾過用分離膜モジュールを備えた濾過装置であって、前記濾過膜の表面に付着した懸濁物質の除去用として、前記透過液あるいは空気を透過液側から加圧供給する逆洗浄手段を備えている濾過装置を提供している。

【0029】

第2の発明の濾過装置に用いる被処理液は、SS（懸濁物質濃度）が1～100mg/Lであることが好ましい。これはSSが100mg/Lを超えると、折り畳み構造の濾過膜の折り目により形成される空間に懸濁物質が堆積し、十分な透過流束を確保するために頻繁に逆洗浄を行わなければならないからである。

【0030】

また、前記被処理液としては、前記濃度の懸濁物質を含む被処理液であれば、水系、有機溶剤系を問わずに用いることができるが、SSが前記範囲となる海水、半導体洗浄液あるいは食品排水の処理用として好適に用いることができる。

【0031】

なかでも、植物性及び動物性プランクトンを懸濁物質として含む海水の濾過に好適に用いることができる。海水は、船舶が空荷状態でも安全に航行するために積載するバラスト水として大量に用いられている。しかし、バラスト水は取水した海域と異なる海域に排水されると海水中の生物が本来の生息地でない海域に移動させられることになるため、含有するプランクトンを除去したのち廃棄することが国際条約で規定されている。このようなバラスト水は大量処理する必要があるため、高い透過流束が得られる本発明の濾過用分離膜モジュールは好適に用いることができる。

【発明の効果】

【0032】

前述したように、本発明によれば、多孔質シートを折り畳み構造とした濾過膜を用いているので、単位体積あたりの有効膜面積を大きくしたモジュールとすることができる。また、1枚の多孔質シートから大きな有効膜面積を確保できるので、有効膜面積当たりのモジュールの部品数も大幅に少なくすることができる。

また、前記濾過膜の各対向面間には空間保持材として多孔質材からなる中子材を介在させ、被処理液流路用および透過液流路用の空間を確実に確保しているため、隣接する対向面の濾過膜同士が接触して有効膜面積を低下させることがない。また、濾過膜は、濾過時には透過液流路用中子材により支持される一方、逆洗浄時には被処理液流路用中子材により支持されるので、濾過時と逆洗浄時のいずれにおいても濾過膜が局部的に機械的負荷を受けて損傷することなく、極めて耐久性に優れ、高い透過流束を長期に渡り維持することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

図1乃至図3は、本発明の第1実施形態の濾過用分離膜モジュール10を示す。

濾過用分離膜モジュール10は、懸濁物質を含む被処理液を濾過膜に透過させて固液分離処理を行い、清浄な透過液を得るものである。

【0034】

濾過用分離膜モジュール10は、被処理液流入側と透過液流出側を左右方向とした時に、該左右方向と直交する前後方向（図中矢印X方向）に多孔質シートを繰り返し折り返した、折り畳み構造とした濾過膜11を備えており、該濾過膜11は被処理液導入口20及び透過液取出口21を備えたポリエチレン製のハウジング本体22-1及び蓋体22-2からなるハウジング22内に收容されている。

【0035】

折り畳み状態の濾過膜11の前後方向両端の外面は、図2（A）に示すように、濾過膜11の前面側11-Sはハウジング本体22-1の内壁22aに、濾過膜11の後面側11-Tは該内壁22aに対向する内壁22bに、各々エポキシ系接着材からなる前後封止材23を介して接着・封止している。

一方、折り畳み状態の濾過膜11の上下両端面は、図2（B）に示すように、シート下側縁11dにより形成される下端開口S4はハウジング本体22-1の底壁22eに、シート上側縁11cにより形成される上端開口S3は蓋体22-2の内面に形成した凹部22fに各々前記前後封止材と同一のエポキシ系接着剤からなる上下封止材24を介して接着・封止している。このようにして、濾過膜11によりハウジング22内の空間を被処理液側の空間SQと透過液側の空間STを隔てる構成としている。

【0036】

ハウジング本体22-1の内壁22cと濾過膜11で形成される被処理液側の空間SQは被処理液導入口20に連通させ、ハウジング本体22-2の内壁22dは、透過液取出口21に向かって傾斜させていると共に透過液側の空間STは透過液取出口21に連通させている。

【0037】

折り畳み構造の濾過膜 11 の折り目 11 a により形成される対向面間 S1 には、平均開口 $100\mu\text{m} \sim 20\text{mm}$ のポリエチレン製メッシュ材からなる被処理液流路用中子材 12 を配置すると共に、折り目 11 b により形成される対向面間 S2 には、前記中子材 12 より平均開口を小さくしたポリエチレン製メッシュ材からなる透過液用中子材 13 を配置している。

【0038】

濾過膜 11 としては、本実施形態では、厚み $25 \sim 50\mu\text{m}$ の長尺の延伸 PTFE 多孔質シートを、厚み $150 \sim 200\mu\text{m}$ の前記被処理液流路用中子材 12 と透過液流路用中子材 13 を交互に挟みながら、折り畳み幅 W で折り畳んでいき、ハウジング本体 22-1 の内壁 22 a から 22 b までの距離に相当する 1 m 長さで濾過膜 11 を保持している。

10

これにより、濾過膜 11 は、1 m あたり $50 \sim 5000$ ターンの折り畳み構造とされ、 1m^3 当たりの濾過膜の有効膜面積を $100 \sim 10000\text{m}^2$ としている。

【0039】

前記延伸 PTFE 多孔質シートとしては、平均孔径が $0.20 \sim 0.50\mu\text{m}$ 、平均膜厚が $25 \sim 50\mu\text{m}$ のものを用いており、必要に応じてこれらに前述した親水化処理を行ったものを用いている。

特に、住友電工ファインポリマー（株）製「ポアフロ（登録商標）メンブレン」シリーズを好適に用いている。

【0040】

図 3 に、第 1 実施形態の変形例を示す。

20

本変形例の分離膜モジュール 10-2 は、濾過膜 11 の連続する折り目 11 a、11 b の外側に直線状の規制板 25 (25 A, 25 B) を架け渡す構成としている。なお、折り目 11 a 側は図示していないが、同様である。

規制板 25 (25 A, 25 B) は、ポリエチレン製とし、両端 25 a、25 b には係止金具 26 を取り付けしており、ハウジングの内壁 22 a、22 b に夫々取り付けた係止環 27 と係止する構成としている。

本構成とすれば、被処理液 Q が加圧供給されて生じる濾過膜 11、被処理液流路用中子材 12 及び透過液流路用中子材 13 の撓みを規制することができ、これらを安定支持することができる。

【0041】

30

図 4 に、前記濾過用分離膜モジュール 10 を用いた濾過装置 100 を示す。

濾過装置 100 は、前記第 1 実施形態の分離膜モジュール 10 を用いて被処理液 Q の全濾過を行い、透過液 T を得るものであり、分離膜モジュール 10 中の濾過膜 11 の表面に付着した懸濁物質 M を透過液 T を濾過方向とは逆方向に送液して定期的に逆洗浄する逆洗浄手段を備えている。

【0042】

具体的には、濾過装置 100 は、被処理液 Q を貯留する被処理液貯留槽 101 から分離膜モジュール 10 の被処理液導入口 21 へ被処理液 Q を供給する被処理液供給管 102、103 (103 A, 103 B) と、分離膜モジュール 10 と、分離膜モジュール 10 の透過液取出口 22 から透過液 T を透過液貯留槽 105 に導出する透過液導出管 104 (104 A, 104 B) を備えた流路で行っており、被処理液 Q を被処理液供給管 103 A と 103 B の間に介設されたポンプ P1 により圧力をかけて送液し、濾過膜 11 で濾過を行うものとしている。

40

【0043】

被処理液 Q としては、懸濁物質 M として植物性及び動物性のプランクトンを主に含む海水を用いており、その SS (懸濁物質濃度) が $1 \sim 100\text{mg/L}$ であるものを用いている。

【0044】

一方、逆洗浄時は、加圧ポンプ P1 の稼動を停止して濾過運転を停止した後、被処理液供給管 102 と 103 A の間に取り付けた切替弁 V を、逆洗排水 D を貯留する逆洗排水貯

50

留槽 106 に連結する逆洗排水排出管 107 側に切り替える。

次いで、前記透過液導出管 104 (104A、104B) 間に介設された加圧ポンプ P2 により圧力をかけて透過液 T を送液し、濾過膜 11 の被処理液側に付着・堆積した懸濁物質 M を濾過膜 11 から剥離・除去している。

【0045】

濾過装置 100 を用いて、前記被処理液 Q の濾過を行なうと、分離膜モジュール 10 では、図 5 (A) の模式図に示すように、被処理液流路用中子材 12 の空孔 12A を通過してきた被処理液 Q が濾過膜 11 の表面に導かれ、該被処理液 Q から懸濁物質 M が除去され、図中矢印方向に透過液 T が透過する。

この際、濾過膜 11 は透過液流路用中子材 13 に押し付けられて支持されている。

透過した透過液 T は、透過液流路用中子材 13 内の空孔 13A を通過して透過液 T として取り出され、透過液取出口 21 に導かれる。

【0046】

一方、逆洗浄時には、図 5 (B) の模式図に示すように、透過液流路用中子材 13 の空孔 13A を通過してきた透過液 T が、被処理液側に懸濁物質 M が付着した濾過膜 11 に透過液側から供給され、懸濁物質 M を剥離除去し、逆洗排水 D として回収される。

この際、濾過膜 11 は被処理液流路用中子材 12 に押し付けられて支持されている。

【0047】

このように分離膜モジュール 10 は、折り畳み構造とした多孔質シートからなる濾過膜 11 を用いているので、前述のような大きな有効膜面積を確保することができる。

また、濾過膜 11 の折り目 11a、11b の内部に形成される空間には被処理液流路用中子材 12 及び透過液流路用中子材 13 を配置し、被処理液 Q 及び透過液 T の流路を確実に確保しているため、隣接する濾過膜同士が接触して有効膜面積を低下させることがない。

さらに、濾過膜 11 は、濾過時及び逆洗浄時には図 5 (A) (B) に示すように、膜面に負荷を受けるが、透過液流路用中子材 13 及び被処理液用中子材 12 により各々支持されているので、局部的に機械的負荷を受けて損傷することがない。そのため、繰り返しの逆洗浄に対して優れた耐久性を有し、高い透過流束を長期に渡り維持することができる。透過液流路用中子材 13 の平均孔径は被処理液流路用中子材 12 の平均孔径よりも小さくしているため、長期間継続的に行われる濾過時には濾過膜 11 を小さな空孔を有する透過液流路用中子材 13 で局所的な機械的負荷をかけずに支持することができ、逆洗浄時には大きな被処理液流路用中子材 12 の空孔が懸濁物質 M の流れを妨げないので、スムーズに逆洗浄を行うことができる。

【0048】

また、前記濾過膜 11 は、1 枚の多孔質シートで大きな有効膜面積を確保しており、従来の平膜モジュールのように、各膜カートリッジ毎に部品を必要としないため、有効膜面積当たりのモジュールの部品数を大幅に少なくすることができ、組立が容易である利点がある。

【0049】

また、濾過膜 11 を形成する多孔質シートとして、延伸 PTFE 多孔質シートを用いることにより、機械的強度に優れ、微細孔を有しながら空孔率が高く、高い粒子捕捉率と透過容量を兼ね備えたものとする事ができる。用いる被処理液や濾過精度等の要求性能に応じて、延伸 PTFE 多孔質シートの延伸（段数、温度、倍率）や焼結等の製造条件を変えることにより、空孔形状や大きさ等の調整も容易である。

【0050】

前記分離膜モジュール 10 及びこれを用いた濾過装置 100 は、特に SS（懸濁物質濃度）が低濃度低濁度溶液の処理に好適に用いられる。

なかでも、懸濁物質として植物性プランクトンや動物性プランクトンを含む、オイルタンカーの空荷時にオイルの代わりに積載される海水であるバラスト水は、大量処理することが近年要求されているため、本発明の被処理液として好適に用いられる。

この場合、濾過膜 11 の平均孔径を $0.20\ \mu\text{m}$ 以下とすれば、本発明の分離膜モジュールでの処理の後、海洋に排出することができる程度の生个体数に減じることができるので、濾過装置 100 をバラスト水処理装置とすることができる。また、濾過膜 11 の平均孔径が $0.20\ \mu\text{m}$ を超える場合であっても、 $0.50\ \mu\text{m}$ 以下程度の平均孔径であれば、得られた透過水を紫外線処理することにより、生个体数を減じることができる。そのため、濾過装置 100 の透過液貯留槽 105 等に紫外線ランプを備えることにより、バラスト水処理装置とすることができる。

【0051】

図 6 及び図 7 に、第 2 実施形態の濾過用分離膜モジュール 30 を示す。

分離膜モジュール 30 は、第 1 実施形態と同様の濾過膜 11、被処理液流路用中子材 12 及び透過液流路用中子材 13 を備えるが、被処理液流入側は被処理液 Q を満たした被処理液貯留槽に浸漬して、透過液 T 側から吸引ポンプ（図示せず）で吸引して濾過を行うものとしている。

【0052】

具体的には、分離膜モジュール 30 は、折り畳み構造の濾過膜 11 を多孔質シートの上下両側縁 11c、11d が左右方向となるように配置し、該上下両側縁 11c、11d により形成される両端開口をエポキシ系接着剤からなる上下封止材 24 で各々封止し、側板 34A、34B の内面側に固定している。

【0053】

折り畳み構造の濾過膜 11 の透過液側は、多孔質シートの前面 11-S の先端部分と後面 11-T の終端部分を、前後封止材 23 を介して透過液取出口 21 を備えた集水ヘッダー 35 の内部に取り付け、被処理液側と透過液側を隔て、かつ、透過液 T を集水する構成としている。

【0054】

本構成としても、折り畳み構造の濾過膜 11 を被処理液流路用中子材 12、透過液流路用中子材 13 で支持でき、有効膜面積が大きい分離膜モジュールとすることができる。第 1 実施形態の分離膜モジュールと同様、透過液側から透過液 T を加圧送液することにより、逆洗浄が可能であるので、長期に渡り、高い透過流束が得られる。

他の構成及び効果は第 1 実施形態と同様のため、同一の作用を有する部材には同一符号を付して説明を省略する。

【0055】

なお、前記実施形態の各部材の材質、形状等は限定されず、本発明は特許請求の範囲に基づき解釈されるべきものである。

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明の濾過用分離膜モジュールは、環境保全分野、半導体、医薬・食品分野等の濾過装置に好適に用いられるが、懸濁物質を含む被処理液の固液分離処理を行う濾過装置に広く用いることができる。また、被処理液は水に限定されず、有機溶剤等であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図 1】第 1 実施形態の濾過用分離膜モジュールを示す模式図であり、(A) は蓋体を外した状態を示し、(B) は蓋体を取り付けた状態を示す。

【図 2】図 1 の (A) は A-A 断面図であり、(B) は B-B 断面図である。

【図 3】第 1 実施形態の変形例を示し、(A) は斜視概略図、(B) は支持棒の係止部分を側面から見た要部拡大図、(C) は (B) の係止部分を平面側からみた要部拡大図である。

【図 4】図 1 の分離膜モジュールを用いた濾過装置を示す模式図である。

【図 5】図 1 の濾過用分離膜モジュールの濾過作用及び逆洗浄作用を説明する図であり、(A) は濾過時、(B) は逆洗浄時を示す。

【図 6】第 2 実施形態の濾過用分離膜モジュールの斜視概略図を示す。

【図 7】図 6 の (A) は C-C 断面図、(B) は D-D 断面図である。

【図 8】従来例を示す図である。

【符号の説明】

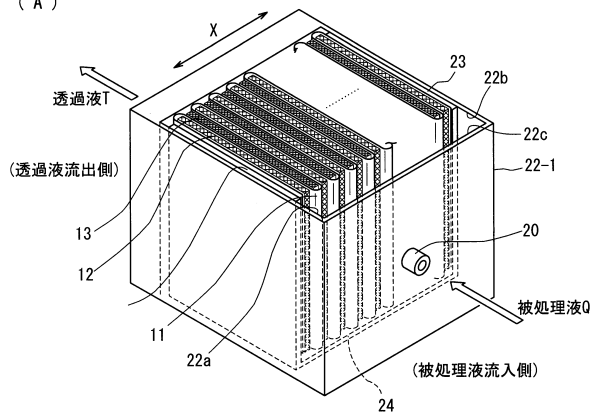
【0058】

- 10、30 濾過用分離膜モジュール
- 10a、10b 折り目
- 11 濾過膜
- 11-1 前面側
- 11-2 後面側
- 12 被処理液流路用中子材
- 13 透過液流路用中子材
- 20ハウジング
- 22-1ハウジング本体
- 22-2蓋体
- 20a、20b、20c、20d 内壁
- 100 濾過装置
- P1、P2 加圧ポンプ

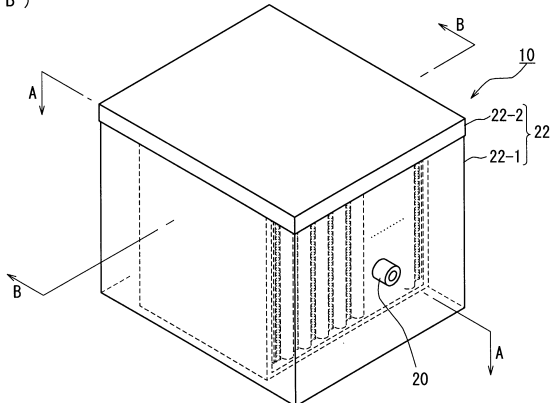
10

【図 1】

(A)

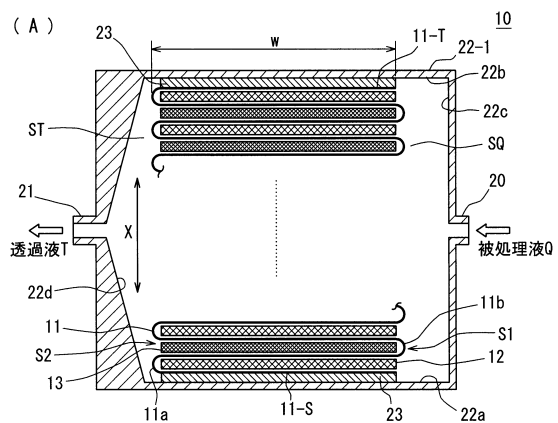


(B)

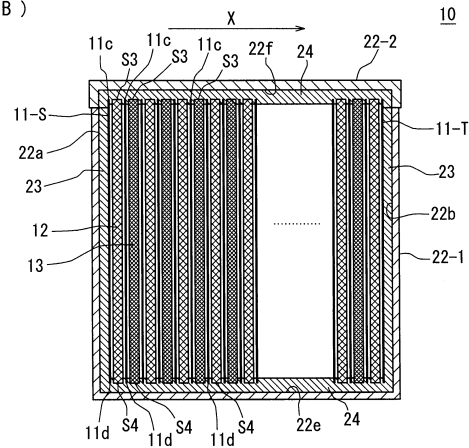


【図 2】

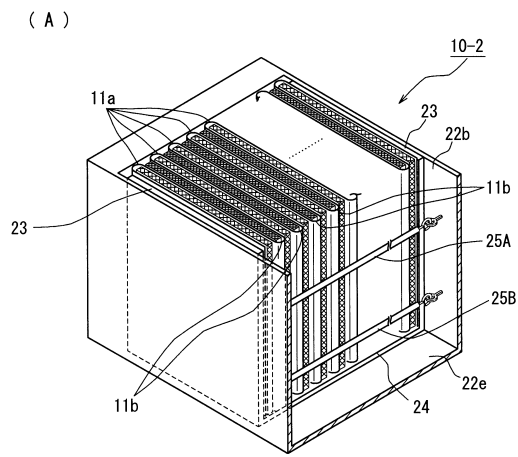
(A)



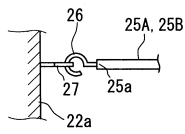
(B)



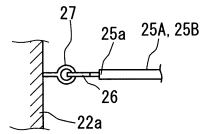
【図 3】



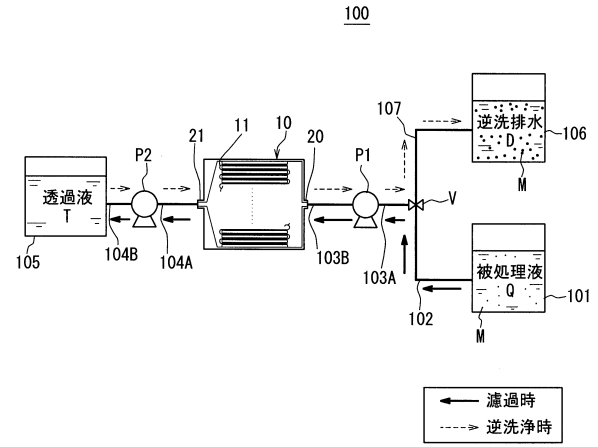
(B)



(C)

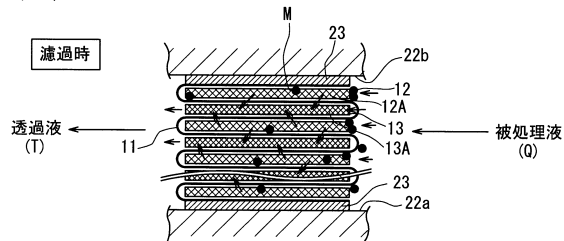


【図 4】

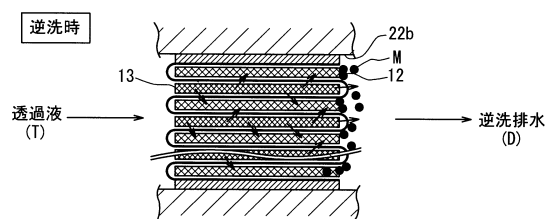


【図 5】

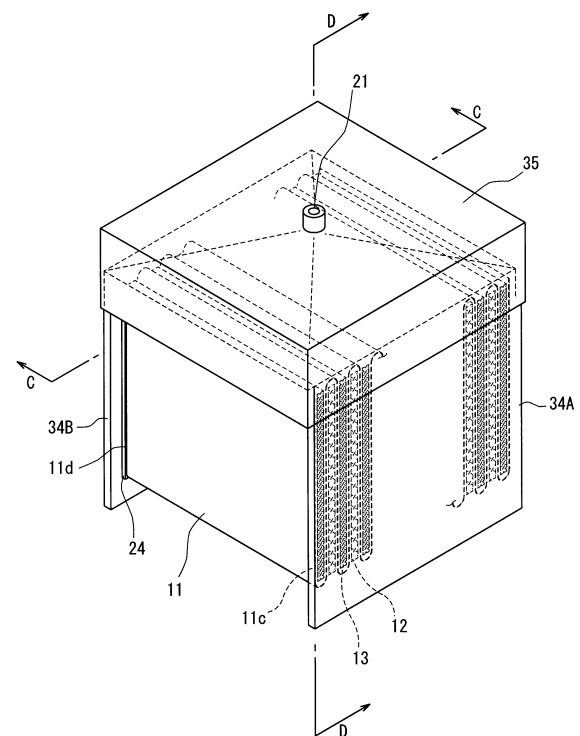
(A)



(B)

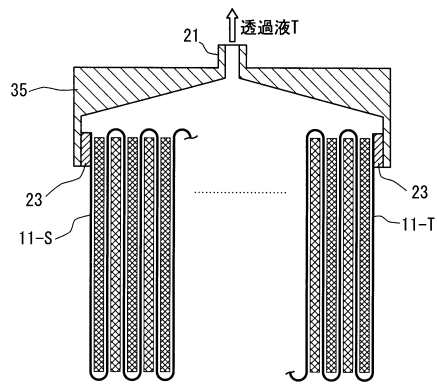


【図 6】

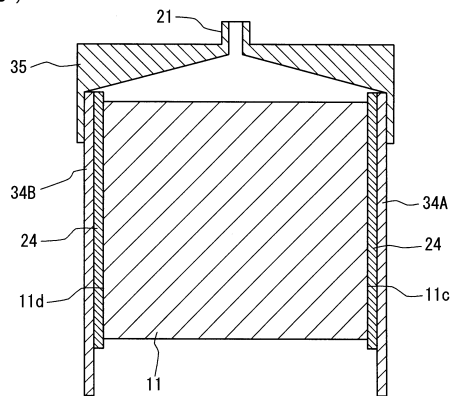


【図 7】

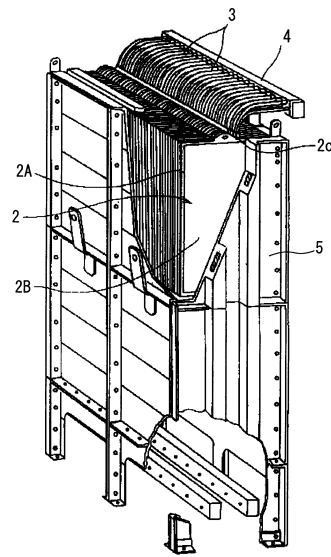
(A)



(B)



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>B 0 1 D</i>	<i>65/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i> 39/16 C
<i>B 0 1 D</i>	<i>71/36</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i> 63/00 5 1 0
<i>C 0 2 F</i>	<i>1/44</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i> 65/02
			<i>B 0 1 D</i> 65/02 5 2 0
			<i>B 0 1 D</i> 71/36
			<i>C 0 2 F</i> 1/44 A
			<i>C 0 2 F</i> 1/44 F

合議体

審判長 池渕 立

審判官 鈴木 正紀

審判官 河本 充雄

(56)参考文献 特開平4－1 5 0 9 2 8 (J P, A)
 特開2 0 0 4－2 8 3 7 0 8 (J P, A)
 特開平5－1 8 4 8 8 3 (J P, A)
 特開昭5 4－1 7 3 7 8 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
 B01D 61/00-71/82
 C02F 1/44