

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4501039号
(P4501039)

(45) 発行日 平成22年7月14日(2010.7.14)

(24) 登録日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl. F 1
B O 1 D 63/02 (2006.01) B O 1 D 63/02
B O 1 D 69/08 (2006.01) B O 1 D 69/08
C O 2 F 1/44 (2006.01) C O 2 F 1/44 H

請求項の数 5 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-221307 (22) 出願日 平成11年8月4日(1999.8.4) (65) 公開番号 特開2001-38162(P2001-38162A) (43) 公開日 平成13年2月13日(2001.2.13) 審査請求日 平成18年8月3日(2006.8.3)</p>	<p>(73) 特許権者 000003160 東洋紡績株式会社 大阪府大阪市北区堂島浜2丁目2番8号 (72) 発明者 熊野 淳夫 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡績株式会社 総合研究所内 (72) 発明者 松井 洋一 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡績株式会社 総合研究所内 (72) 発明者 丸井 一成 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡績株式会社 総合研究所内 審査官 大島 忠宏</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 膜モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

中空系膜の9～12本を1束とし、これを4束あわせたものを芯材の周りに交差配列になるように巻き付けて得られる捲上体を、供給部、透過液排出部、濃縮水排出部を有する容器に装着して得られる膜モジュールであって、

(a) 前記中空系膜が、酢酸セルロース系非対称膜またはポリスルホンからなる多孔質支持体の外表面にポリアミド薄膜を形成した複合膜であり、

(b) 前記芯材が前記中空系膜の束を巻き取る軸芯であって、芯材の内外に貫通の孔を有し、

(c) 前記中空系膜の束を芯材の周りに巻き付ける際の軸芯と中空系膜束の角度が20～60度であり、

(d) 前記中空系膜の束が交差するクロスポイント群が供給部のマニホールド部に配置されており、

(e) 前記中空系膜の充填率が50～75%であることを特徴とする浄水処理用の膜モジュール。

【請求項2】

前記クロスポイント群側の端部が膨らみを持つように整形されていることを特徴とする請求項1に記載の浄水処理用の膜モジュール。

【請求項3】

前記複合膜が、ポリスルホン、トリエチレングリコール、N,N-ジメチルアセトアミ

ド、ラウリルベンゼンスルホン酸からなる製膜原液とN,N-ジメチルアセトアミドおよび水からなる芯液を用いて製造されたポリスルホン多孔質支持膜をアミン水溶液中に浸漬した後、トリメチン酸クロリドを含むヘキサン溶液、フッ素系溶剤、酢酸水溶液に順次接触させることで前記ポリスルホン多孔質支持体の外表面にポリアミド薄膜を形成させた複合中空糸膜であることを特徴とする請求項1または2に記載の浄水処理用の膜モジュール。

【請求項4】

0.1重量%シクロロース水溶液を用いて25、0.3MPaで測定した前記中空糸膜のシクロロース除去率が92%以上、かつ透水量が0.1m³/m²/日以上であることを特徴とする請求項3に記載の浄水処理用の膜モジュール。

10

【請求項5】

前記膜モジュールを用いて、0.1重量%のシクロロース水溶液を使用し供給圧力0.3MPa、温度25、pH6の条件で性能評価した際に、回収率20%でのシクロロースの透過率(SP20)が10%以下であり、かつ、回収率80%でのシクロロースの透過率(SP80)と前記SP20との比(SP80/SP20)が1.0以上、2.0以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の浄水処理用の膜モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は河川水や地下水などの自然水の浄水処理、あるいは水道水の高度浄水処理に使用される膜モジュールに関する。本発明による膜モジュールは、高回収率運転においても高い除去性能が必要される水処理分野に特に有効に使用することができる。

20

【0002】

【従来の技術】

水道水の高度浄水処理方法として、また河川水や地下水等の自然水の凝集沈殿に代わる浄水処理方法として膜分離技術を適用する処理方法が注目され、転換が進められてきている。特に中空糸膜を利用した膜モジュールは、容器の形状にこだわらずに容器に装着でき、物理洗浄し易いことから浄水処理用として多く採用されている。

【0003】

浄水処理に使用される膜モジュールは、浄水処理量を確保のためにある程度の大きさの膜モジュールサイズが必要となる。特に膜モジュール設置スペースに対する浄水処理量をみた設置容積効率を考えると、膜モジュールに付属する容器、接続部品等の容積は少ない方が良く、膜モジュール1本当りの浄水処理量を上げるためには膜モジュールサイズを大きくする方法が一つの手段となっている。

30

【0004】

また、浄水処理に使用される膜モジュールにおいては、供給水を最大限に有効利用するために、高回収率（回収率は透過水と供給水の流量比率）の膜モジュール設計が要求される。高回収率の運転がなされると膜モジュール内の一次側の膜表面で供給水が高濃度に濃縮されるのみならず、膜モジュール内の一次側の流量が少なくなり、膜表面での線速度が小さい状態となる。この状態のとき、膜面の全域に偏流を生じさせずに供給水を均一に分配供給させることは、一般に困難である。また、膜モジュール内で偏流が生じると分離に寄与する有効な膜面積が減少するばかりか、さらに偏流により膜表面の濃度分極が促進され、膜表面濃度が極度に高くなり、結果として分離効率が著しく低下し、好ましくない。また、逆浸透膜やナノ濾過膜の場合は膜モジュール内の膜の一次側に非常に低速で高濃度の液体が流れると、膜表面にスケール成分が濃縮、析出したり、ファウラントが付着し易くなり、分離に寄与する膜表面を減少させ著しく分離能力が低下する場合がある。

40

【0005】

従来の膜モジュールでは、偏流を抑制するために、例えば中空糸膜モジュールの場合、極端に高い充填率で中空糸膜を束ねることにより中空糸膜の均一配置をはかり、膜モジュールに均一分配流を生じさせた膜モジュール設計がなされている。また、片端を樹脂で容器

50

に固定し反対の中空系膜端部をループ状にし抵抗体として均一分配流を生じさせた膜モジュール設計がなされている。

【0006】

また、偏流を抑制するために中空系膜を交差配列で捲上げて中空系膜束とし、中空系膜束中に筒状物を設け中空系膜束の断面方向の中央部への流れを生じさせたり、軸方向の流れを持たせた膜モジュール構造を有する中空系膜モジュールが特開昭52-49987号公報、特開昭52-63179号公報、特公昭54-5796号公報、特開昭63-1404号公報に開示されている。

【0007】

また、容器内に中空系膜束を数束配列し中空系膜束群とし、両端を樹脂で固定した中空系膜モジュールが、特開昭61-103503号公報、特開平9-206563号公報に開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、一様な分布で極端に高い充填率で中空系膜を束ねた膜モジュールでは、膜モジュールサイズが大きくなるとそれに伴い膜モジュール径が大きくなるため、中空系膜束の軸方向に垂直な断面の半径方向の流動抵抗が大きくなり、被処理水が径方向に分配されにくくなる。よって、中空系膜束群からなる捲上体の外周面への局所的な流れが生じ易くなり、その結果、偏流が発生し膜が有効に使用されず分離効率が低下する。また、中空系膜束群からなる捲上体の外周面への局所的な流れを抑制するために、容器と中空系膜束群からなる捲上体のクリアランスを極小にし、高充填率で中空系膜を装着した場合、中空系膜束群からなる捲上体を容器に挿入する時に中空系膜を損傷しやすく膜モジュール製造が非常に困難になる。さらに、高回収率を要求される浄水処理では、膜の一次側が高濃度に濃縮されるため、中空系膜表面のみならず中空系膜の間隙もファウリングや、透水量の低下が生じ易くなるため長期連続運転が困難となる。また、ファウラントを物理洗浄する場合、中空系膜が高充填率で配置されていると逆に洗浄の妨げとなり洗浄効率を低下させ好ましくない。

【0009】

片端を樹脂で容器に固定し反対側の中空系膜端部をループ状にし抵抗体として均一分配流を生じさせる目的の膜モジュールでは、ループ状部の曲率に制限があるため容器内に中空系膜を高充填に配置できず、高回収率時に膜表面での線速度が低くなり偏流を促進させ膜モジュール性能が低下する。また、平行になった中空系膜部分では充填率が低く完全な均一分配流を生じさせることは困難である。

【0010】

多孔芯材に中空系膜束を交差配置して巻き上げ、供給部と反対側に濃縮水排出部を有する円筒状の膜モジュールにおいても、膜モジュール円筒断面の中心の芯材部より液を供給した場合、供給部から濃縮水排出部間の液流路すべてにおいて均一分配流を生じさせることは困難である。特に液供給部付近の中空系膜束群はデッドスペースとなり液流れが生じにくく、液が高濃度となり性能低下やファウリングの発生場所となる可能性が非常に高い。また、芯材の一部のみに孔を設けて中空系膜束を交差配置で巻き上げ、軸方向の流れを持たせた膜モジュールにおいても、液供給部付近の中空系膜束群はデッドスペースとなり液流れが生じにくく、液が高濃度となり性能低下やファウリングの発生場所となる。

【0011】

容器内に中空系膜束を数束配列し一定の間隔をもたせて中空系膜束群とし、両端を樹脂で固定した中空系膜モジュールでは、中空系膜束内部の中空系膜まで有効に膜分離に寄与させることは困難で、結果的に膜モジュール性能が低下する。また、低い膜面線速度のため中空系膜束の中空系膜間隙にファウラントを蓄積し易くさせることとなり、透水量の低下を招き、長期連続運転が困難となる。さらに、ファウラントを物理洗浄する場合は洗浄液流れが主に中空系膜束間の空間に流れ、中空系膜束内のファウラントの洗浄除去性が低下する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

高回収率での使用が要求される浄水処理において、特に膜モジュールサイズが大型化される場合、膜を高充填して膜面線速度上昇させることによる偏流の解決策は、高充填によるラジアル方向の抵抗増大で液流が抑制されるといった二律背反的な要素を有し、双方を同時に解消することは非常に困難である。

【 0 0 1 3 】

本発明は上記課題に鑑み鋭意研究の結果、提案されたもので高回収率を要求される浄水処理において、特に膜モジュールサイズが大型化される場合においても、ラジアル方向の流れを確保し、液供給部付近のデッドスペースを無くし、偏流を起こさせることなく均一分配流れを生じさせ、性能の低下を抑制することを可能にしたものである。さらに、極端に高い充填率で中空系膜を充填しないため、中空系膜を損傷させることなく容器に挿入することができ、また、膜モジュール洗浄性にも優れた中空系膜モジュールを提供するものである。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、回収率 8 0 % での溶質透過率と回収率 2 0 % での溶質透過率の比が 1 . 0 以上、3 . 0 以下となる膜モジュールであり、特に、容器に装着された中空系膜束群からなる捲上体の片端もしくは両端部を樹脂で固定した膜モジュールであって、該中空系膜束群からなる捲上体が、多孔質の芯材の上に中空系膜束が、中空系膜束群の捲上軸線と角度をもって配置され、中空系膜束ごとに交互にクロスする交差配列を持つ中空系膜束群である中空系膜モジュールにおいて、中空系膜が交差する充填密度の低いクロスポイント群を濃縮水排出部と反対側の供給部付近に集中配置させ、中空系膜束群の捲上軸線と垂直な断面の中心から外周部の方向に連続的に整列させた中空系膜配列となる中空系膜束群を有することを特徴とする中空系膜モジュールである。なお、充填密度は下記(1)式で定義される。

$$\text{充填密度} = (\text{中空系膜外径}^2 \times \text{中空系膜本数} \times \text{中空系膜長さ}) / (\text{中空系膜束群外径}^2 \times \text{中空系膜束群長さ}) \quad (1)$$

【 0 0 1 5 】

具体的には下記のものである。

(1) 中空系膜の 9 ~ 1 2 本を 1 束とし、これを 4 束あわせたものを芯材の周りに交差配列になるように巻き付けて得られる捲上体を、供給部、透過液排出部、濃縮水排出部を有する容器に装着して得られる膜モジュールであって、

(a) 前記中空系膜が、酢酸セルロース系非対称膜またはポリスルホンからなる多孔質支持体の外表面にポリアミド薄膜を形成した複合膜であり、

(b) 前記芯材が前記中空系膜の束を巻き取る軸芯であって、芯材の内外に貫通の孔を有し、

(c) 前記中空系膜の束を芯材の周りに巻き付ける際の軸芯と中空系膜束の角度が 2 0 ~ 6 0 度であり、

(d) 前記中空系膜の束が交差するクロスポイント群が供給部のマニホールド部に配置されており、

(e) 前記中空系膜の充填率が 5 0 ~ 7 5 % であることを特徴とする浄水処理用の膜モジュール。

(2) 前記クロスポイント群側の端部が膨らみを持つように整形されていることを特徴とする(1)に記載の浄水処理用の膜モジュール。

(3) 前記複合膜が、ポリスルホン、トリエチレングリコール、N, N - ジメチルアセトアミド、ラウリルベンゼンスルホン酸からなる製膜原液と N, N - ジメチルアセトアミドおよび水からなる芯液を用いて製造されたポリスルホン多孔質支持膜をアミン水溶液中に浸漬した後、トリメチン酸クロリドを含むヘキサン溶液、フッ素系溶剤、酢酸水溶液に順次接触させることで前記ポリスルホン多孔質支持体の外表面にポリアミド薄膜を形成させた複合中空系膜であることを特徴とする(1)または(2)に記載の浄水処理用の膜モジ

10

20

30

40

50

ジュール。

(4) 0.1重量%シクロース水溶液を用いて25、0.3MPaで測定した前記中空系膜のシクロース除去率が92%以上、かつ透水量が $0.1\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 以上であることを特徴とする(3)に記載の浄水処理用の膜モジュール。

(5) 前記膜モジュールを用いて、0.1重量%のシクロース水溶液を使用し供給圧力0.3MPa、温度25、pH6の条件で性能評価した際に、回収率20%でのシクロースの透過率(SP20)が10%以下であり、かつ、回収率80%でのシクロースの透過率(SP80)と前記SP20との比(SP80/SP20)が1.0以上、2.0以下であることを特徴とする(1)~(4)のいずれかに記載の浄水処理用の膜モジュール。

10

【0016】

本発明における溶質透過率とは、膜モジュールの透過水の溶質濃度と膜モジュールの供給水の溶質濃度の比で、下記の(2)式で定義される。この溶質透過率が小さいほど、溶質の除去性能が高いことを意味し、好ましい。例えば、高度浄水処理で用いられる場合などで、回収率が20%程度では10%以下が好ましい。この溶質透過率は膜モジュールの回収率に依存し、一般的には回収率が大きくなるほど、大きくなる。高回収率で使用する場合はできるだけ溶質透過率は小さい方が好ましいので、高回収率での値と低回収率での値の比が小さくなる膜モジュールが好ましい。例えば、回収率80%での溶質透過率SP80と回収率20%での溶質透過率SP20との比(SP80/SP20)でみると、1.0以上3.0以下が好ましく、より好ましくは1.0以上2.0以下であり、最も好ましくは1.0以上1.7以下である。このSP80/SP20が3より大きいと、膜モジュール内で偏流が生じている可能性が高く、膜性能が十分膜モジュール性能に反映されていないばかりか、膜モジュール内のファウリングが生じ易い場合が多く、好ましくない。

20

$$\text{溶質透過率(\%)} = (\text{CP} / \text{CF}) \times 100 \quad (2)$$

ここで CP: 膜モジュールの透過水の溶質濃度

CF: 膜モジュールの供給水の溶質濃度

【0017】

本発明における膜の形状は平膜、中空系膜など特に限定されないが、膜モジュール当たりの膜面積を大きくできる中空系膜が好ましい。中空系膜とは、中空系状の分離膜であって、その膜素材、膜構造および膜ディメンションは特に限定されない。たとえば酢酸セルロース系、ポリアミド系の非対称膜やポリアミド系、ポリスルホン系などの複合膜が挙げられる。性能の点から複合膜が好ましく、複合中空系膜が特に好ましい。複合中空系膜とは、多孔質中空系支持膜の外表面及び/または内表面に多孔質中空系支持膜とは異なる素材からなる分離活性層を設けたものである。外表面、内表面いずれの表面に分離活性層を設けたものでもかまわないが、有効膜面積が大きくなる外表面に設けたものが好ましい。

30

【0018】

膜の素材は特に限定されない。例えば、複合膜の場合、支持層としてポリスルホン系樹脂が好ましく、分離活性層はポリアミド系重合体が好ましい。ポリアミド系重合体は多官能性アミンと多官能性酸ハロゲン化物の界面重縮合反応により得られた架橋ポリアミド重合体が特に好ましく、架橋ポリピペラジンアミド、全芳香族架橋ポリアミドなどがあげられ、架橋ポリピペラジンアミドが好適である。

40

【0019】

膜の分画領域は、特に限定されないが、例えば、高度浄水処理に適用する場合は低分子有機物が除去できることが好ましく、逆浸透膜やナノ濾過膜などが好ましい。特に、透水性能の面で、ナノ濾過膜がより好ましい。例えば、シクロース0.1重量%水溶液、圧力0.3MPa、温度25での膜面積当たりの透水量は $0.1\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 以上が好ましく、 $0.2\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 以上がより好ましい、さらに好ましくは、 $0.3\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 以上である。

回収率が0に近い条件での膜性能としては92%以上が好ましい。

【0020】

50

本発明における中空系膜束とは、複数の中空系膜が同方向に束ねられたものであれば良く、好ましくは数十～数百本の中空系膜が束ねられたもの、より好ましくは30～200本の中空系膜が束ねられたものである。

【0021】

本発明における中空系膜束群とは、中空系膜束を複数本集合させた中空系膜束の捲上集合体であって、中空系膜束および中空系膜の配列が中空系膜束群の捲上軸線と角度をもって配置され、中空系膜束ごとに交互にクロスする交差配列をもった構造を有する構造体である。

【0022】

本発明におけるクロスポイント群は、中空系膜の充填密度が局所的に小さくなるため、膜モジュールへの供給水が流れ易くなる。このクロスポイント群は濃縮水排出部と反対側にあることが好ましい。供給部が、濃縮水排出部と反対の位置にある場合は、供給部付近にクロスポイント群を配置することにより、供給水が中空系膜束群の巻き上げ体の内部まで分配されつつ、濃縮水排出部へ流れることが可能となる。

10

【0023】

本発明における中空系膜束の充填率は次式で定義される。該充填率は高すぎるとファウラントの沈着堆積、膜モジュール洗浄が困難となり、また低すぎると膜面の線速度が低下し高回収率において性能低下するため、40～80%が適用され、より好ましくは50～75%が適用される。

充填率は下記の(3)式で定義される。

20

$$\text{充填率(\%)} = (\text{中空系膜外径}^2 \times / 4 \times \text{中空系膜本数} \times \text{中空系膜長さ}) / (\text{容器空塔の中空系膜束群部の容積}) \times 100 \quad (3)$$

【0024】

交差配列された中空系膜束の角度は、膜面積を大きくすべく充填率を高くするためには小さい角度が適するが、ファウラントの沈着堆積、膜モジュール洗浄を考慮すると大きい角度が適する。この双方を満足するため交差配列された中空系膜束の角度は、中空系膜束の捲上軸線に対して5～75度の傾き、より好ましくは20～60度の傾きを持つ。

【0025】

本発明における樹脂とは、中空系膜を液密にシールできれば特に限定されない。例えば、ポリウレタン樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂などの熱硬化性樹脂が使用できるが、必要により熱可塑性樹脂を用いることもできる。

30

【0026】

本発明における容器とは、中空系膜束を収納するものであって、その材質や形状は特に限定されない。たとえば中空系膜束を効率よく充填可能とするような円筒状容器、小ユニットより組合せを容易にするような箱状容器などが挙げられる。容器の材質はポリカーボネイト、塩化ビニル、ポリスルホン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ABS樹脂、アクリル樹脂などが挙げられ、より好ましくは端部封止樹脂と熱膨張係数の近い材質が良い。

【0027】

本発明における芯材とは、中空系膜または中空系膜束を巻き取る軸芯であって管の内外に貫通の孔を持ち液体分配機能を兼ねるものであれば形状、材質等は特に限定されないが、形状は芯材の軸方向に均一に流れを分散させるために、円筒状の管に円孔が千鳥配列になったものが好ましい。材質は、たとえばポリカーボネイト、塩化ビニル、ポリスルホン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ABS樹脂、アクリル樹脂などが挙げられ、より好ましくは容器と同一材質および/または端部封止樹脂と熱膨張係数の近い材質が良い。

40

【0028】

本発明における中空系膜モジュールは、河川水や地下水など自然水の浄水処理あるいは水道水の高度浄水処理に使用できる中空系膜からなる膜モジュールであり、全量ろ過ではなく、非透過水である、濃縮水の一部を膜モジュール外へ排出する濃縮水排出部を有する。膜モジュール内の流れの形態は特に限定されないが、カウンターフローやクロスフロー、コカレントフローが好ましい。図1に本発明の中空系膜モジュールの一例を示すが、これ

50

に限定されるものではない。図 1 により中空系膜モジュールの水処理の概要を説明すると、供給部 3 1 より処理水を加圧供給し、芯材 3 より中空系膜モジュール軸方向に処理水を分配しラジアル方向に流れを発生させる。中空系膜に対してクロスフローを生じさせ濃縮水を濃縮部 3 2 より排出させ、中空系膜を透過し端部封止部 5 ' で開口した中空部より流出した透過液を透過部 3 3 より排出させ回収するものである。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例を図面に基づき中空系膜モジュールの場合について詳細について説明するが、特にこれらに限定されるものではない。図 1 に本発明の中空系膜モジュールの模式図を示す。

【 0 0 3 0 】

本発明の中空系膜モジュールは、図 1 に示すように供給水が入る供給部 3 1 をもつ容器 1 と容器 1 内に装着された中空系膜束群からなる捲上体 2 および処理された透過水と濃縮水を排出する透過水排出部 3 3、濃縮水排出部 3 2 を有する。そして、この中空系膜束群からなる捲上体 2 は、捲上軸線にポリカーボネイト製の芯材(外径 2 2 mm、内径 2 0 mm、孔 8 × 2 個 / 2 2 . 5 mmピッチ、千鳥配列) を 2 本、クロスポイントが芯材端部に位置するようにスペーサーを挟みセットする。9 本 ~ 1 2 本の中空系膜を 4 束に合わせて中空系膜束とし、巻取り回転 4 回に対してトラバースガイド 1 往復となる比率で中空系膜束を約 1 2 0 0 mmトラバースしながら巻き取る。クロスポイントを 3 ヶ所、トラバースの往路と復路でクロスポイントが数 mmズレが発生するように数%巻取り回転とトラバースの位相差を生じさせ、外径 7 4 mmまで巻取り、再外層の中空系膜束の角度が捲上軸線に対して約 2 2 度、中空系膜の充填率は 6 9 . 7 % となるように交差配列を持つ中空系膜束群を作製する。中空系膜束群からなる捲上体の外周に目開き 1 . 2 mmのポリエステル製保護織布を巻き付け、クロスポイント群を供給部付近のマニホールド部に配置させるように中空系膜束群からなる捲上体をカットし、ポリカーボネイト製容器に挿入する。さらにクロスポイント群側の端部に膨らみを持たせるように整形し、ラジアル方向への液流の抵抗を低下させる(図 1)。続いて、容器に装着した中空系膜束群からなる捲上体を遠心脱液、次いで、加熱した除湿空気で通風し絶乾近くまで乾燥させる。そして、端部の中空系膜開口端部を閉口するために端部封止剤を遠心力により充填し硬化させる。2 段目端部封止剤として中空系膜束を容器に接着、端部封止するために同じ端部封止剤を遠心力にて充填し硬化させる。その後、中空系膜の中空部を開口させ、供給部および透過水排出部にリングでシールされるキャップを取り付ける。

【 0 0 3 1 】

【実施例】

以下、本発明を実施例により具体的に説明するが本発明はこれらに限定されるものではない。

【 0 0 3 2 】

実施例

ポリスルホン 2 0 重量部、トリエチレングリコ- ル 4 重量部、N , N - ジメチルアセトアミド (D M A c) 7 5 . 5 重量部、ラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウム 0 . 5 重量部からなる製膜原液を、チューブインオリフィス型紡糸ノズルを用いて外周部から、D M A c 3 0 重量部、水 7 0 重量部からなる芯液を内周部から、それぞれ同時に押し出し、6 c mの空气中を走行した後、D M A c 5 重量部、水 9 5 重量部からなる凝固液中に 1 5 m / m i n の速度で引き取り、水洗工程を経て、中空系型多孔質支持体 (外径 3 5 0 μ m / 内径 2 0 0 μ m) を得た。該多孔質支持体を、ピペラジン 2 重量部、トリエチレンジアミン 1 重量部、ラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウム 0 . 0 7 重量部からなるアミン水溶液中に 1 分間接触させ、該多孔質支持体を引き上げた後、過剰なアミン水溶液を液切りし、トリメシン酸クロリド 1 重量部を含むヘキサン溶液、フッ素系溶媒 (フロリナ - ト F C - 7 0、住友 3 M 社製)、1 重量部酢酸水溶液に順次接触させることで、該多孔質支持体の外表面にポリアミド薄膜を形成させた複合中空系膜を得た。この複合中空系膜の性能、

10

20

30

40

50

すなわち、0.1重量%シュクロース水溶液を25 で0.3MPaの加圧下でのシュクロースの除去率および、膜面積当たりの透水量はそれぞれ、97.2%、 $0.3\text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{日}$ であった。

【0033】

この複合中空系膜を、ポリカーボネイト製の芯材(外径 22mm、内径 20mm、孔 8×2 個/22.5mmピッチ、千鳥配列)に、巻取り回転2回に対して1トラバースの比率で9本~12本の中空系膜を4束に合わせて中空系膜束とし、数%巻取り回転とトラバースの位相差を生じさせ、トラバース幅を1200mmで外径 74mmまで巻取り、交差配列を持つ中空系膜束群からなる捲上体を作製した。中空系膜の本数は24840本とした。中空系膜束群からなる捲上体の外周に目開き1.2mmのポリエステル製保護織布を巻き付け、クロスポイント群を供給部付近のマニホールド部に配置させるように中空系膜束群からなる捲上体を400mmの長さにカットし、ポリカーボネイト製容器(最狭内径 74mm)に挿入し、さらにクロスポイント群側の端部に膨らみを持たせるように整形した。中空系膜の充填率は69.7%であった。そして、容器に装着した中空系膜束群からなる捲上体を室温にて600rpmで3分間、遠心脱液を実施し中空系膜外表面および中空部内の水分を除去した。次いで、露点5 に調整した除湿空気を50 に加熱し、風量 $0.13\text{ m}^3 / \text{min}$ で12時間、容器に装着した中空系膜束に通風し絶乾近くまで乾燥させた。そして1端部封止として中空系膜開口端部を閉口するために端部封止剤を遠心力(回転数400rpm)により充填、硬化させ、2段目端部封止剤として中空系膜束を容器に接着、端部封止するために同じ端部封止剤を遠心力(回転数600rpm)にて充填、硬化させた。この時の端部封止剤として水添ビスフェノールA型エポキシ樹脂を使用した。そして、中空系膜の中空部を開口させるために、端部封止部を75 のホットプレート上に1時間接触させ、倍力装置(倍力率2~3)を使い入力(約4kg)により、刃幅300mmの刃物を使いスライスカッターにて中空系膜束を固定した容器の端部封止部(直径 100mm)を切削した。

【0034】

この中空系膜モジュールを用いて、0.1重量%のシュクロース水溶液を使用し供給圧力0.3MPa、温度25、pH6の条件で性能評価したところ、回収率80%、線速度 $0.5\text{ m} / \text{min}$ での透水量は $1.77\text{ m}^3 / \text{日}$ 、溶質透過率は6.1%、回収率20%、線速度 $3.3\text{ m} / \text{min}$ での透水量は $1.96\text{ m}^3 / \text{日}$ 、溶質透過率は3.5%であった。回収率80%と20%の溶質透過率の比は1.74であった。ここで、線速度は下記、(4)式で定義される。

線速度 =

$$\left(\left(\text{供給水流量} + \text{濃縮水流量} \right) / 2 \right) / \left(\text{容器の軸方向に垂直な断面の空隙面積} \right) \quad (4)$$

【0035】

比較例1

実施例の中空系膜束群からなる捲上体をカットし容器に挿入する際、中空系膜束群からなる捲上体にクロスポイント群が含まないように400mmの長さにカットし、特別な整形はせずに容器に挿入した以外は、実施例と同様の方法で中空系膜モジュールを作製した。この膜モジュールの性能を実施例と同様の方法で測定した結果、回収率80%、線速度 $0.4\text{ m} / \text{min}$ での透水量は $1.55\text{ m}^3 / \text{日}$ 、溶質透過率は18.0%、回収率20%、線速度 $3.3\text{ m} / \text{min}$ での透水量は $1.95\text{ m}^3 / \text{日}$ 、溶質透過率は3.3%であった。回収率80%と20%の溶質透過率の比は5.45であった。

【0036】

比較例2

実施例の中空系膜束群からなる捲上体をカットし容器に挿入する際、捲上体を400mmの長さにカットし、特別な整形はせずに容器に挿入し、クロスポイント群を濃縮液排出部付近に配置させるような中空系膜束群からなる捲上体にした以外は、実施例と同様の方法で中空系膜モジュールを作製した。この膜モジュールの性能を実施例と同様の方法で測定し

た結果、回収率80%、線速度0.4m/minでの透水量は1.47m³/日、溶質透過率は21.3%、回収率20%、線速度3.3m/minでの透水量は1.92m³/日、溶質透過率は3.3%であった。回収率80%と20%の溶質透過率の比は6.45であった。

【0037】

実施例および比較例1、2の結果の一覧を表1に示す。

【0038】

【表1】

	回収率80%でのシュ クロースの溶質透過率	回収率20%でのシュ クロースの溶質透過率	回収率80%と20%の 溶質透過率の比
実施例	6.1	3.5	1.74
比較例1	18.0	3.3	5.45
比較例2	21.3	3.3	6.45

10

20

【0039】

【発明の効果】

本発明の膜モジュールは、例えば河川水や地下水などの自然水の浄水処理あるいは水道水の高度浄水処理などの、特に高回収率が要求される水処理分野において、高回収率条件においても、供給部付近のデッドスペースを無くし均一分配流れを供給部から濃縮排水出口に渡って実現し、偏流を起こさずに膜を有効利用し膜自体が有する高い除去性能を発現することができ、連続安定運転、洗浄性向上することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る中空系膜モジュールの一例を示した模式図

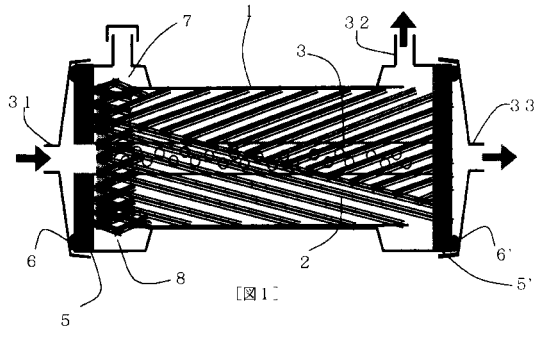
【符号の説明】

- 1 容器
- 2 中空系膜束群からなる捲上体
- 3 芯材
- 5、5' 端部封止部
- 6、6' オリング
- 7 マニホールド部
- 8 クロスポイント群
- 31 供給部
- 32 濃縮水排出部
- 33 透過水排出部

30

40

【図1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-281085(JP,A)
特開昭52-143974(JP,A)
特開平02-052026(JP,A)
特開昭63-229104(JP,A)
特開平07-096152(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 63/02

B01D 69/08

C02F 1/44