

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-6653

(P2015-6653A)

(43) 公開日 平成27年1月15日(2015.1.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B O 1 D 63/02 (2006.01)	B O 1 D 63/02	4 D 0 0 6
B O 1 D 69/10 (2006.01)	B O 1 D 69/10	
B O 1 D 69/12 (2006.01)	B O 1 D 69/12	
B O 1 D 71/36 (2006.01)	B O 1 D 71/36	
B O 1 D 61/02 (2006.01)	B O 1 D 61/02 5 0 0	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-270471 (P2013-270471)
 (22) 出願日 平成25年12月26日 (2013.12.26)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-114295 (P2013-114295)
 (32) 優先日 平成25年5月30日 (2013.5.30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 100120329
 弁理士 天野 一規
 (74) 代理人 100159499
 弁理士 池田 義典
 (74) 代理人 100158540
 弁理士 小川 博生
 (74) 代理人 100106264
 弁理士 石田 耕治
 (74) 代理人 100176876
 弁理士 各務 幸樹
 (74) 代理人 100177976
 弁理士 根木 義明

最終頁に続く

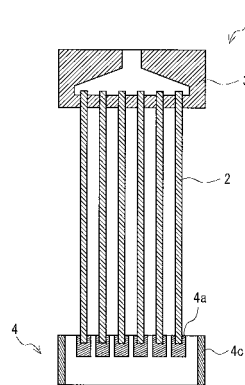
(54) 【発明の名称】 濾過モジュール及び濾過装置

(57) 【要約】

【課題】中空糸膜表面の洗浄能力に優れ、高い濾過能力を維持することができる濾過モジュール及び濾過装置の提供を目的とする。

【解決手段】本発明は、一方向に引き揃えられた状態で保持される複数本の中空糸膜と、この複数本の中空糸膜の両端部を固定する保持部材とを備える濾過モジュールであって、上記中空糸膜が、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする支持層と、この支持層の表面に積層され、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする濾過層とを有し、上記中空糸膜の平均外径に対する平均長さの比が500以上3000以下である濾過モジュールである。上記複数本の中空糸膜が上下方向に引き揃えられているとよい。上記中空糸膜の平均外径が2mm以上6mm以下、平均内径が0.5mm以上4mm以下であるとよい。上記中空糸膜の平均長さが3m以上6m以下であるとよい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方向に引き揃えられた状態で保持される複数本の中空系膜と、この複数本の中空系膜の両端部を固定する保持部材とを備える濾過モジュールであって、

上記中空系膜が、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする支持層と、この支持層の表面に積層され、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする濾過層とを有し、

上記中空系膜の平均外径に対する平均長さの比が 500 以上 3000 以下である濾過モジュール。

【請求項 2】

上記複数本の中空系膜が上下方向に引き揃えられている請求項 1 に記載の濾過モジュール。 10

【請求項 3】

上記中空系膜の平均外径が 2 mm 以上 6 mm 以下、平均内径が 0.5 mm 以上 4 mm 以下である請求項 1 又は請求項 2 に記載の濾過モジュール。

【請求項 4】

上記中空系膜の平均長さが 3 m 以上 6 m 以下である請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 に記載の濾過モジュール。

【請求項 5】

上記中空系膜の平均内径に対する平均外径の比が 0.3 以上 0.8 以下である請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の濾過モジュール。 20

【請求項 6】

上記中空系膜の引張強度が 50 N 以上である請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の濾過モジュール。

【請求項 7】

上記複数本の中空系膜の存在密度が 4 本 / cm^2 以上 15 本 / cm^2 以下である請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の濾過モジュール。

【請求項 8】

上記中空系膜の気孔率が 75% 以上 90% 以下である請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の濾過モジュール。

【請求項 9】

上記支持層及び濾過層の主成分のポリテトラフルオロエチレンの数平均分子量が 50 万以上 2000 万以下である請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の濾過モジュール。 30

【請求項 10】

上記濾過層が、支持層を構成する延伸ポリテトラフルオロエチレンチューブに延伸ポリテトラフルオロエチレンシートを巻き付け、焼結することで形成されている請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の濾過モジュール。

【請求項 11】

上記複数の中空系膜の少なくとも上方を囲繞するガイドカバーをさらに備える請求項 2 に記載の濾過モジュール。 40

【請求項 12】

請求項 2 に記載の濾過モジュールと、この濾過モジュールの下方から気体を供給する気体供給器とを備える濾過装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、濾過モジュール及び濾過装置に関する。

【背景技術】

【0002】

汚水処理や医薬等の製造工程における固液分離処理装置として、複数本の中空系膜を集 50

束した濾過モジュールを有する濾過装置が用いられている。この濾過モジュールとしては、中空系膜の外周面側を高圧にして被処理液を中空系膜の内周面側に透過する外圧式、浸透圧又は内周面側の負圧により被処理液を内周面側に透過する浸漬式、及び中空系膜の内周面側を高圧にして被処理液を中空系膜の外周面側に透過する内圧式がある。

【0003】

上記濾過モジュールのうち外圧式及び浸漬式は、使用に伴い各中空系膜の表面が被処理液に含まれる物質の付着等によって汚染されるため、そのままでは濾過能力が低下する。そこで、濾過モジュールの下方から気泡を送り、各中空系膜の表面を擦過し、さらに各中空系膜を振動させて付着物を除去する洗浄方法（エアースクラビング）が従来から用いられている（特開2010-42329号公報参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-42329号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記中空系膜表面洗浄用の気泡は、中空系膜表面を清浄に保つため連続的に供給されることが一般的である。そのため、気泡による中空系膜表面の洗浄効率が低下すると、洗浄用気泡の供給に必要なエネルギーが増大し、濾過コストの増大を招来するおそれがある。この濾過コスト低減策として、複数の濾過モジュールを縦に連設する手段があるが、中空系膜の保持部材（濾過モジュールの接続部）において気泡が拡散し、上部の中空系膜表面に気泡が接触せず、結果洗浄能力が低下するおそれがある。

20

【0006】

本発明は、上述のような事情に基づいてなされたものであり、中空系膜表面の洗浄効率に優れ、かつ優れた濾過能力を有する濾過モジュール及び濾過装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するためになされた発明は、

30

一方向に引き揃えられた状態で保持される複数本の中空系膜と、この複数本の中空系膜の両端部を固定する保持部材とを備える濾過モジュールであって、

上記中空系膜が、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする支持層と、この支持層の表面に積層され、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする濾過層とを有し、

上記中空系膜の平均外径に対する平均長さの比が500以上3000以下である濾過モジュールである。

【0008】

また、上記課題を解決するためになされた別の発明は、

当該濾過モジュールと、この濾過モジュールの下方から気体を供給する気体供給器とを備える濾過装置である。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明の濾過モジュール及び濾過装置は、中空系膜表面の洗浄効率に優れ、かつ優れた濾過能力を有する。つまり、中空系膜の1本当たりの洗浄用気泡の供給量を低減し、ランニングコストを下げることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本発明の一実施形態の濾過モジュールを示す模式的断面図である。

【図2】図2は、図1の濾過モジュールが有する中空系膜を示す模式的断面図である。

【図3a】図3aは、図1の濾過モジュールが有する下部保持部材を示す模式的平面図で

50

ある。

【図 3 b】図 3 b は、図 3 a の下部保持部材の A - A 線断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の一実施形態の濾過装置を示す模式的説明図である。

【図 5 a】図 5 a は、図 1 の濾過モジュールとは異なる実施形態の濾過モジュールを上方から見た模式的平面図である。

【図 5 b】図 5 b は、図 5 a の濾過モジュールの B - B 線断面図である。

【図 6】図 6 は、図 3 b の下部保持部材とは異なる形状の下部保持部材を示す模式的断面図である。

【図 7】図 7 は、図 3 a の下部保持部材とは異なる形状の下部保持部材を示す模式的平面図である。

10

【図 8】図 8 は、実施例 1 の運転結果を示すグラフである。

【図 9】図 9 は、実施例 2 の運転結果を示すグラフである。

【図 10】図 10 は、実施例 3 の運転結果を示すグラフである。

【図 11】図 11 は、実施例 4 の運転結果を示すグラフである。

【図 12】図 12 は、実施例 5 の運転結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[本願発明の実施形態の説明]

本願発明は、

一方向に引き揃えられた状態で保持される複数本の中空系膜と、この複数本の中空系膜の両端部を固定する保持部材とを備える濾過モジュールであって、

20

上記中空系膜が、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする支持層と、この支持層の表面に積層され、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする濾過層とを有し、

上記中空系膜の平均外径に対する平均長さの比が 500 以上 3000 以下である濾過モジュールである。

【0012】

当該濾過モジュールは、中空系膜の平均外径に対する平均長さの比であるアスペクト比が上記下限以上であるため、1つの気泡が擦過する中空系膜の表面積を大きくすることができ、これにより中空系膜の洗浄コストを低減できる。つまり、濾過モジュールの中空系膜の引き揃え方向に、中空系膜表面に沿って流動するように気泡を供給した場合、平均長さが大きいほど気泡が擦過する中空系膜の表面積が増加する。また、平均外径（平均外周長さ）が小さくなるほど気泡と中空系膜との接触面積が増加し易くなる。これらのことから、アスペクト比を上記下限以上とすることで、気泡 1 つあたりの洗浄面積を大きくし、中空系膜の洗浄コストを大きく低減させることができる。また、上記アスペクト比を上記上限以下とすることで、内径が小さくなり過ぎることによる濾過能力の低下、長さが大きくなり過ぎることによる撓みの発生や取扱い性低下等を防止し、濾過能力と表面洗浄効率とをバランスよく発揮することができる。

30

【0013】

さらに、本発明者らは、中空系膜のアスペクト比を上記範囲とする、つまり中空系膜を比較的細長くすることで、中空系膜を気泡との接触や気泡の上昇に伴う水流等によって揺動させ易くし、この中空系膜の揺動によって濾過モジュールの圧損の上昇を格段に抑制できることを見出した。つまり、複数の中空系膜を用いた一般的な濾過モジュールでは、水流によって中空系膜同士が接触し、さらにこの接触した中空系膜間に不純物が堆積することで中空系膜の表面積が減少し、濾過モジュールの圧損が大きくなる傾向がある。これに対し、当該濾過モジュールでは、中空系膜を効果的に揺動させることで、中空系膜同士を離間させることができると共に、中空系膜の表面に堆積した不純物も除去することができる。そのため、当該濾過モジュールは、従来 of 濾過モジュールに比して濾過能力を高いレベルで維持できる。

40

【0014】

さらに当該濾過モジュールの中空系膜は、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）を

50

主成分とする支持層と同じく P T F E を主成分とする濾過層とを有するため、機械的強度に優れ、上述のようにアスペクト比が大きくても撓み量が小さく、また気泡の擦過による中空糸膜表面の損傷等を防止できる。

【 0 0 1 5 】

上記複数本の中空糸膜が上下方向に引き揃えられているとよい。このように中空糸膜が上下方向に引き揃えられていることで、下方から気泡を供給する気体供給器と組み合わせた場合、気泡が引き揃えられた中空糸膜表面に沿って上昇するため、より効果的に当該濾過装置の表面洗浄効率を向上させることができる。

【 0 0 1 6 】

上記中空糸膜の平均外径としては 2 mm 以上 6 mm 以下が好ましく、平均内径としては 0 . 5 mm 以上 4 mm 以下が好ましい。このように中空糸膜の平均外径及び平均内径を上記範囲内とすることで、中空糸膜の機械的強度と当該濾過モジュールの処理能力とをバランスよく発揮させることができる。

10

【 0 0 1 7 】

上記中空糸膜の平均長さとしては 3 m 以上 6 m 以下が好ましい。このように中空糸膜の平均長さを上記範囲内とすることで、中空糸膜の撓みの発生等を防止しつつ、当該濾過モジュールの中空糸膜表面の洗浄効率をより効果的に向上させることができる。

【 0 0 1 8 】

上記中空糸膜の平均内径に対する平均外径の比としては 0 . 3 以上 0 . 8 以下が好ましい。このように中空糸膜の平均内径に対する平均外径の比を上記範囲内とすることで、上述のように大きなアスペクト比としても、中空糸膜の縦方向（軸方向）の機械的強度を保つことができ、当該濾過モジュールの洗浄効率の向上効果を確実に発現させることができ、かつ被処理液に含まれる粒子の透過をより確実に防止して当該濾過モジュールの濾過能力をさらに向上させることができる。

20

【 0 0 1 9 】

上記中空糸膜の引張強度としては 5 0 N 以上が好ましい。このように中空糸膜の引張強度を上記下限以上とすることで、上述のように大きなアスペクト比としても中空糸膜の縦方向（軸方向）の機械的強度を保つことができ、当該濾過モジュールの洗浄効率の向上効果を確実に発現させることができる。なお、引張強度とは、J I S - K 7 1 6 1 : 1 9 9 4 に準拠し、標線間距離 1 0 0 mm、試験速度 1 0 0 mm / m i n で引張試験を行った際の最大引張応力を意味する。

30

【 0 0 2 0 】

上記複数本の中空糸膜の存在密度としては 4 本 / c m ² 以上 1 5 本 / c m ² 以下が好ましい。中空糸膜の存在密度を上記範囲内とすることで、濾過能力を維持しつつ、気泡の供給効率を向上させて、当該濾過モジュールの中空糸膜表面の洗浄効率をさらに向上させることができる。なお、中空糸膜の存在密度とは、当該濾過モジュールが有する中空糸膜の本数 N を、中空糸膜の配設領域の面積 A で割った値 (N / A) を意味し、「中空糸膜の配設領域」とは、軸方向から見て濾過モジュールが有する全ての中空糸膜を包含する仮想多角形のうち最も面積の小さいものを意味する。

【 0 0 2 1 】

上記中空糸膜の気孔率としては 7 5 % 以上 9 0 % 以下が好ましい。このように中空糸膜の気孔率を上記範囲内とすることで、高い濾過能力を発揮しつつ、上述のように大きなアスペクト比としても中空糸膜の縦方向（軸方向）の機械的強度を保つことができ、当該濾過モジュールの洗浄効率の向上効果を確実に発現させることができる。なお、気孔率とは、中空糸膜の体積に対する空孔の総体積の割合を意味し、A S T M - D - 7 9 2 に準拠して中空糸膜の密度を測定することで求められる値である。

40

【 0 0 2 2 】

上記支持層及び濾過層の主成分のポリテトラフルオロエチレンの数平均分子量としては 5 0 万 以上 2 0 0 0 万 以下が好ましい。このように支持層及び濾過層の P T F E の数平均分子量を上記範囲内とすることで、中空糸膜に機械的強度と透水性とをバランスよく付与

50

することができる。なお、数平均分子量とは、ゲル濾過クロマトグラフィーで計測される値である。

【0023】

上記濾過層が、支持層を構成する延伸ポリテトラフルオロエチレンチューブに延伸ポリテトラフルオロエチレンシートを巻き付け焼結することで形成されているとよい。このように中空系膜を形成することで、中空系膜の空孔の形状や大きさの調整が容易となると共に、支持層と濾過層との空孔を連通させて透水性を向上させることができる。

【0024】

上記複数本の中空系膜が上下方向に引き揃えられている場合、上記複数の中空系膜の少なくとも上方を囲繞するガイドカバーをさらに備えるとよい。このように中空系膜を囲繞するガイドカバーを備えることで、洗浄用の気泡が上昇に伴って分散することを防止すると共に気泡の上昇速度を向上させることができる。その結果、中空系膜の表面洗浄効率及び揺動効果をさらに向上させることができる。

10

【0025】

従って、当該濾過モジュールと、当該濾過モジュールの下方から気体を供給する気体供給器とを備える濾過装置は、中空系膜の表面を効率よく洗浄することができ、低いランニングコストで高い処理能力を発揮することができる。

【0026】

[本願発明の実施形態の詳細]

以下、本発明に係る濾過モジュール及び濾過装置の実施形態について図面を参照しつつ詳説する。

20

【0027】

[第一実施形態]

図1の濾過モジュール1は、上下方向に引き揃えられた複数本の中空系膜2と、この複数本の中空系膜2の両端部を固定する上部保持部材3及び下部保持部材4とを備える。

【0028】

(中空系膜)

中空系膜2は、内側の中空部に水を透過させる一方、被処理液に含まれる粒子の透過を阻止する多孔質状の中空系膜である。

【0029】

中空系膜2は、図2に示すように、円筒状の支持層2aと、この支持層2aの表面に積層される濾過層2bとを有している。このように中空系膜2を多層構造とすることで、透水性及び機械的強度を両立させ、さらに気泡による表面洗浄効果を効果的にすることができる。

30

【0030】

上記支持層2a及び濾過層2bの形成材料はポリテトラフルオロエチレン(PTFE)を主成分とする。この支持層2a及び濾過層2bの形成材料には、他のポリマー、潤滑剤などの添加剤等が適宜配合されていてもよい。

【0031】

支持層2a及び濾過層2bのPTFEの数平均分子量の下限としては、50万が好ましく、200万がより好ましい。PTFEの数平均分子量が上記下限未満の場合、気泡の擦過によって中空系膜2の表面が損傷するおそれや、中空系膜2の機械的強度が低下するおそれがある。一方、支持層2a及び濾過層2bのPTFEの数平均分子量の上限としては、2000万が好ましい。PTFEの数平均分子量が上記上限を超える場合、中空系膜2の空孔の成形が困難になるおそれがある。

40

【0032】

上記支持層2aは、例えばPTFEを押し出成形して得られるチューブを用いることができる。このように支持層2aとして押し出成形チューブを用いることで、支持層2aに機械的強度を持たせることができると共に、空孔も容易に形成することができる。なお、このチューブは軸方向に50%以上700%以下、周方向に5%以上100%以下の延伸率で

50

延伸することが好ましい。

【0033】

上記延伸における温度は、チューブ素材の融点以下、例えば0～300程度とすることが好ましい。比較的空孔の径が大きい多孔質体を得るには低温での延伸がよく、比較的空孔の径が小さい多孔質体を得るには高温での延伸がよい。延伸した多孔質体は、両端を固定し延伸した状態を保って200～300の温度で1～30分程度熱処理することで高い寸法安定性が得られる。また、延伸温度や延伸率等の条件を組み合わせることにより、多孔質体の空隙のサイズを調整することができる。

【0034】

支持層2aを形成するチューブは、例えばPTFEファインパウダーにナフサ等の液状潤滑剤をブレンドし、押出成形等によりチューブ状とした後に延伸することで得ることができる。また、チューブをPTFEファインパウダーの融点以上の温度、例えば350～550程度に保った加熱炉中で、数10秒から数分程度保持し焼結することにより、寸法安定性を高めることができる。

【0035】

支持層2aの平均厚さとしては、0.1mm以上3mm以下が好ましい。支持層2aの平均厚さを上記範囲内とすることで、中空系膜2に機械的強度及び透水性をバランスよく付与することができる。

【0036】

上記濾過層2bは、例えばPTFE製のシートを上記支持層2aに巻き付けて焼結することで形成することができる。このように濾過層2bの形成材料としてシートを用いることで、延伸を容易に行うことができ、空隙の形状や大きさの調整が容易となると共に、濾過層2bの厚さを小さくすることができる。また、シートを巻き付けて焼結することで、支持層2aと濾過層2bとが一体化され、両者の空隙を連通させて透水性を向上させることができる。この焼結温度としては、支持層2aを形成するチューブと濾過層2bを形成するシートの融点以上が好ましい。

【0037】

上記濾過層2bを形成するシートは、例えば(1)樹脂の押出により得られる未焼結成形体を融点以下の温度で延伸しその後焼結する方法、(2)焼結された樹脂成形体を徐冷し結晶化度を高めた後に延伸する方法等を用いることができる。なお、このシートは長手方向に50%以上100%以下、短手方向に50%以上250%以下の延伸率で延伸することが好ましい。特に短手方向の延伸率を上記範囲とすることで、シートを巻き付けた際に周方向の機械的強度を向上させることができ、気泡による表面洗浄に対する耐久性を向上させることができる。

【0038】

また、支持層2aを形成するチューブにシートを巻き付けることで濾過層2bを形成する場合、チューブの外周面に微細な凹凸を設けるとよい。このようにチューブの外周面に凹凸を設けることで、シートとの位置ずれを防止できると共に、チューブとシートとの密着性を向上させ、気泡による洗浄で支持層2aから濾過層2bが剥離することを防止できる。なお、シートの巻き付け回数はシートの厚さによって調整することができ、1回又は複数回とすることができる。また、チューブに複数のシートを巻き付けてもよい。シートの巻き付け方法としては特に限定されず、チューブの円周方向に巻き付ける方法のほか、らせん状に巻き付ける方法を用いてもよい。

【0039】

上記微細な凹凸の大きさ(高低差)としては20μm以上200μm以下が好ましい。上記微細な凹凸はチューブ外周面全体に形成されることが好ましいが、部分的又は断続的に形成されていてもよい。また、上記微細な凹凸をチューブ外周面に形成する方法としては、例えば火炎による表面処理、レーザー照射、プラズマ照射、フッ素系樹脂等のディスプレイ用塗布等を挙げることができるが、チューブ性状に影響を与えず容易に凹凸を形成できる火炎による表面処理が好ましい。

10

20

30

40

50

【0040】

また、チューブ及びシートとして未焼成のものを用い、シートを巻付けた後に焼結することでこれらの密着性を高めてもよい。

【0041】

濾過層2bの平均厚さとしては、5 μ m以上100 μ m以下が好ましい。濾過層2bの平均厚さを上記範囲内とすることで、中空系膜2に容易かつ確実に高い濾過性能を付与することができる。

【0042】

中空系膜2の平均外径の上限としては、6mmが好ましく、4mmがより好ましい。中空系膜2の平均外径が上記上限を超えると、中空系膜2の断面積に対する表面積の比が小さくなって濾過効率が低下するおそれがある。また、1つの気泡が擦過できる表面積が小さくなるおそれがある。一方、中空系膜2の平均外径の下限としては、2mmが好ましく、2.1mmがより好ましい。中空系膜2の平均外径が上記下限未満の場合、中空系膜2の機械的強度が不十分となるおそれがある。

10

【0043】

中空系膜2の平均内径の上限としては、4mmが好ましく、3mmがより好ましい。中空系膜2の平均内径が上記上限を超えると、中空系膜2の厚さが小さくなって機械的強度及び不純物の透過阻止効果が不十分となるおそれがある。一方、中空系膜2の平均内径の下限としては、0.5mmが好ましく、0.9mmがより好ましい。中空系膜2の平均内径が上記下限未満の場合、中空系膜2内の濾過済液を排出する時の圧損が大きくなるおそれがある。

20

【0044】

中空系膜2の平均外径に対する平均内径の比の上限としては、0.8が好ましく、0.6がより好ましい。中空系膜2の平均外径に対する平均内径の比が上記上限を超えると、中空系膜2の厚さが小さくなって機械的強度及び不純物の透過阻止効果が不十分となるおそれがある。一方、中空系膜2の平均外径に対する平均内径の比の下限としては、0.3が好ましく、0.4がより好ましい。中空系膜2の平均外径に対する平均内径の比が上記下限未満の場合、中空系膜2の厚さが必要以上に大きくなって中空系膜2の透水性が低下するおそれがある。

30

【0045】

中空系膜2の平均長さの下限としては、3mが好ましく、3.5mがより好ましい。中空系膜2の平均長さが上記下限未満の場合、1つの気泡が当該濾過モジュール1の下方から供給され水面まで上昇する間に擦過する中空系膜2の表面積が減少し、中空系膜2の洗浄効率が低下するおそれがある。また、中空系膜2の揺動が十分発生しないおそれがある。一方、中空系膜2の平均長さの上限としては、6mが好ましく、5.5mがより好ましい。中空系膜2の平均長さが上記上限を超える場合、中空系膜2の自重によって中空系膜2の撓みが大きくなり過ぎるおそれや、当該濾過モジュール1の設置時等における取扱い性が低下するおそれがある。なお、中空系膜2の平均長さとは、上部保持部材3に固定された上端部から下部保持部材4に固定された下端部までの平均距離を意味し、後述するように1本の中空系膜2をU字状に湾曲させ、この湾曲部を下端部として下部保持部材4で固定した場合は、この下端部から上端部（開口部）までの平均距離を意味する。

40

【0046】

中空系膜2の平均外径に対する平均長さの比（アスペクト比）の下限としては、500であり、1000がより好ましい。中空系膜2のアスペクト比が上記下限未満の場合、1つの気泡が擦過可能な中空系膜2の表面積が減少することで、中空系膜2の洗浄効率が低下するおそれがある。また、中空系膜2の揺動が十分発生しないおそれがある。一方、中空系膜2のアスペクト比の上限としては、3000であり、2500がより好ましい。中空系膜2のアスペクト比が上記上限を超える場合、中空系膜2が極度に細長となるため上下に張った際の機械的強度が低下するおそれがある。

【0047】

50

中空系膜 2 の気孔率の上限としては、90%が好ましく、85%がさらに好ましい。中空系膜 2 の気孔率が上記上限を超える場合、中空系膜 2 の機械的強度及び耐擦過性が不十分となるおそれがある。一方、中空系膜 2 の気孔率の下限としては、75%が好ましく、78%がより好ましい。中空系膜 2 の気孔率が上記下限未満の場合、透水性が低下し、当該濾過モジュール 1 の濾過能力が低下するおそれがある。なお、気孔率とは、中空系膜 2 の体積に対する空孔の総体積の割合をいい、ASTM-D-792 に準拠して中空系膜 2 の密度を測定することで求めることができる。

【0048】

中空系膜 2 の空孔の面積占有率の上限としては、60%が好ましい。空孔の面積占有率が上記上限を超える場合、中空系膜 2 の表面強度が不十分となり、気泡の擦過によって中空系膜 2 の破損等が生じるおそれがある。一方、中空系膜 2 の空孔の面積占有率の下限としては、40%が好ましい。空孔の面積占有率が上記下限未満の場合、透水性が低下し、当該濾過モジュール 1 の濾過能力が低下するおそれがある。なお、空孔の面積占有率とは、中空系膜 2 の表面積に対する中空系膜 2 の外周面（濾過層表面）における空孔の総面積の割合を意味し、中空系膜 2 の外周面の電子顕微鏡写真を解析することで求めることができる。

10

【0049】

中空系膜 2 の空孔の平均径の上限としては、0.45 μm が好ましく、0.1 μm がより好ましい。中空系膜 2 の空孔の平均径が上記上限を超える場合、被処理液に含まれる不純物の中空系膜 2 内部への透過を阻止できないおそれがある。一方、中空系膜 2 の空孔の平均径の下限としては、0.01 μm が好ましい。中空系膜 2 の空孔の平均径が上記下限未満の場合、透水性が低下するおそれがある。なお、空孔の平均径とは、中空系膜 2 の外周面（濾過層表面）の空孔の平均径を意味し、細孔直径分布測定装置（例えば Porus Materials 社製 多孔質材料自動細孔径分布測定システム）により測定することができる。

20

【0050】

中空系膜 2 の引張強度の下限としては、50N が好ましく、60N がより好ましい。中空系膜 2 の引張強度が上記下限未満の場合、気泡による表面洗浄に対する耐久性が低下するおそれがある。なお、中空系膜 2 の引張強度の上限は一般に 150N である。

【0051】

30

（上部保持部材及び下部保持部材）

上部保持部材 3 は、複数本の中空系膜 2 の上端部を保持する部材であり、複数本の中空系膜 2 の上部開口と連通し、濾過済液を収集する排出部（集水ヘッド）を有する。この排出部には排出管が接続され、複数本の中空系膜 2 の内部に浸透した濾過済液を排出する。上部保持部材 3 の外形は特に限定されず、断面形状は多角形状、円形状等とすることができる。

【0052】

下部保持部材 4 は、複数本の中空系膜 2 の下端部を保持する部材である。上記下部保持部材 4 は、図 3 a 及び図 3 b に示すように外枠 4 a と、中空系膜 2 の下端部を固定する複数の固定部位 4 b とを有する。この固定部位 4 b は、例えば棒状に形成されており、一定の間隔を持って複数略平行に配設され、上方側にそれぞれ複数本の中空系膜 2 が配設されている。

40

【0053】

なお、中空系膜 2 は、1本の両端を上部保持部材 3 及び下部保持部材 4 でそれぞれ固定してもよいが、1本の中空系膜 2 を U 字状に湾曲させ、2つの開口部を上部保持部材 3 で固定し、下端折返（湾曲）部を下部保持部材 4 で固定してもよい。

【0054】

外枠 4 a は、固定部位 4 b を支持するための部材である。外枠 4 a の一辺の長さとしては、例えば 50 mm 以上 200 mm 以下とすることができる。また、外枠 4 a の断面形状は特に限定されず、図 3 a に示した四角形状以外に、その他の多角形状や円形状としても

50

よい。

【 0 0 5 5 】

後述する気体供給器 5 から供給される気泡は、固定部位 4 b 間の隙間を通過し、中空系膜 2 の表面を擦過しながら上方へと移動する。

【 0 0 5 6 】

固定部位 4 b の幅（短手方向長さ）及びその間隔は、十分な数の中空系膜 2 を固定でき、かつ気体供給器 5 から供給される気泡を通過させることができれば特に限定されない。固定部位 4 b の幅としては、例えば 3 mm 以上 10 mm 以下とすることができ、固定部位 4 b の間隔としては、例えば 1 mm 以上 10 mm 以下とすることができる。

【 0 0 5 7 】

下部保持部材 4 が保持する中空系膜 2 の本数 N を、中空系膜 2 の配設領域面積 A で割った中空系膜 2 の存在密度（ N/A ）の上限としては、15 本/cm² が好ましく、12 本/cm² がより好ましい。中空系膜 2 の存在密度が上記上限を超える場合、中空系膜 2 の間隔が小さくなって表面の洗浄が十分行えないおそれや、中空系膜 2 の揺動が十分発生しないおそれがある。一方、中空系膜 2 の存在密度の下限としては、4 本/cm² が好ましく、6 本/cm² がより好ましい。中空系膜 2 の存在密度が上記下限未満の場合、当該濾過モジュール 1 の単位体積当たりの濾過効率が低下するおそれがある。

【 0 0 5 8 】

また、中空系膜 2 を中実と仮定した場合の下部保持部材 4 が保持する中空系膜 2 の断面積の総和 S を、中空系膜 2 の配設領域面積 A で割った中空系膜 2 の面積割合（ S/A ）の上限としては、60% が好ましく、55% がより好ましい。中空系膜 2 の面積割合が上記上限を超える場合、中空系膜 2 の間隔が小さくなって表面の洗浄が十分行えないおそれがある。一方、中空系膜 2 の面積割合の下限としては、20% が好ましく、25% がより好ましい。中空系膜 2 の面積割合が上記下限未満の場合、当該濾過モジュール 1 の単位体積当たりの濾過効率が低下するおそれがある。

【 0 0 5 9 】

上部保持部材 3 及び下部保持部材 4 の材質としては特に限定されず、例えばエポキシ樹脂、ABS 樹脂、シリコン樹脂等を用いることができる。

【 0 0 6 0 】

中空系膜 2 の上部保持部材 3 及び下部保持部材 4 への固定方法は特に限定されず、例えば接着剤を用いて固定する方法を用いることができる。

【 0 0 6 1 】

また、当該濾過モジュール 1 の取り扱い（運搬、設置、交換等）を容易にするために、上部保持部材 3 と下部保持部材 4 とは連結部材で連結することが好ましい。この連結部材としては、例えば金属製の支持棒や、樹脂製のケーシング（外筒）等を用いることができる。

【 0 0 6 2 】

< 利点 >

当該濾過モジュール 1 は、中空系膜 2 の平均外径に対する平均長さの比であるアスペクト比が一定値以上であるため、1 つの気泡が擦過する中空系膜 2 の表面積を大きくすることができ、結果として洗浄コストを低減できる。つまり、濾過モジュール 1 の下方から供給される気泡は中空系膜 2 表面に沿って上昇していくため、平均長さが大きいほど気泡が擦過する中空系膜 2 の表面積が増加する。また、平均外径（平均外周長さ）が小さくなるほど中空系膜 2 の表面の曲率が大きくなって気泡と中空系膜 2 との接触面積が増加し易くなる。これらのことから、アスペクト比を一定値以上とすることで、気泡 1 つあたりの洗浄可能面積を大きくし、中空系膜 2 の洗浄コストを大きく低減させることができる。

【 0 0 6 3 】

さらに、当該濾過モジュール 1 は、中空系膜 2 のアスペクト比を一定範囲とすることで中空系膜を気泡の上昇圧によって揺動させ易い。当該濾過モジュール 1 は、このように中空系膜 2 を効果的に揺動させることで、中空系膜 2 同士を離間させることができると共に

10

20

30

40

50

、中空系膜 2 の表面に堆積した不純物も除去することができる。

【 0 0 6 4 】

また、当該濾過モジュール 1 の中空系膜 2 は、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) を主成分とする支持層 2 a と、同じく P T F E を主成分とする濾過層 2 b とを有するため機械的強度に優れ、上述のようにアスペクト比が大きくても撓み量が小さく、また気泡の擦過による中空系膜 2 表面の損傷等を防止できる。さらに、上記アスペクト比を一定値以下とすることで、内径が小さくなり過ぎることによる濾過能力の低下、長さが大きくなり過ぎることによる撓みの発生や取扱い性低下等を防止し、濾過能力と表面洗浄効率とをバランスよく発揮することができる。

【 0 0 6 5 】

さらに当該濾過モジュール 1 は、下部保持部材 4 が複数の固定部位 4 b を有するため、気泡がこの固定部位 4 b の隙間を通過し中空系膜 2 に近接しながら上昇する。そのため、気泡が擦過する中空系膜 2 の表面積を大きくすることができ、結果として上記アスペクト比が一定値以上であることと相乗して洗浄効率を効果的に向上させることができる。

【 0 0 6 6 】

< 濾過装置 >

図 4 に示す濾過装置 1 0 は、当該濾過モジュール 1 と、この濾過モジュール 1 の下方から気体を供給する気体供給器 5 とを備え、被処理液を貯留した濾過槽 X に浸漬されて使用される。濾過モジュール 1 の上部保持部材 3 の排出部には排出管 6 が接続され、濾過済液が排出される。

【 0 0 6 7 】

気体供給器 5 は、上記濾過モジュール 1 の下方から、中空系膜 2 の表面を洗浄する気泡 B を供給する。この気泡 B は上記固定部位 4 b 間を通過し中空系膜 2 の表面を擦過しながら上昇することで中空系膜 2 の表面を洗浄する。

【 0 0 6 8 】

気体供給器 5 は上記濾過モジュール 1 と共に被処理液を貯留した濾過槽 X に浸漬されており、圧縮機等から給気管 (図示せず) を通して供給される気体を連続又は間欠的に吐出することで気泡 B を供給する。このような気体供給器 5 としては特に限定されず、公知の散気装置を用いることができる。このような散気装置としては、例えば樹脂又はセラミックス製の板又は管に多数の空孔を形成した多孔板又は多孔管を用いた散気装置、ディフューザやスパーチャなどから気体を噴射する噴射流式散気装置、間欠的に気泡を噴射する間欠気泡噴射式散気装置等を挙げることができる。このような間欠気泡噴射式散気装置としては、圧縮機等から給気管 (図示せず) を通して連続的に供給される気体を内部に貯留し、一定体積になった気体を間欠的に吐出することで気泡を供給するポンプが挙げられる。このようなポンプにより間欠的に大きな気泡を中空系膜 2 に向かって噴射することで、気泡が下部保持部材 4 によって分割され中空系膜 2 表面に接触しながら上昇する。この分割された気泡は、中空系膜 2 の間隔に近い平均径を有し中空系膜 2 間に均質に拡がり易い。そのため、複数の中空系膜 2 を効果的に揺動させ、中空系膜 2 の洗浄効率をより高めることができる。

【 0 0 6 9 】

なお、気体供給器 5 から供給する気体としては不活性のものであれば特に限定されないが、ランニングコストの観点から空気を用いることが好ましい。

【 0 0 7 0 】

また当該濾過装置 1 0 は、複数の濾過モジュール 1 を備えていてもよい。当該濾過装置 1 0 が複数の濾過モジュール 1 を備える場合、それぞれの濾過モジュール 1 の下方に対応する気体供給器 5 を 1 つずつ配設してもよいし、複数の濾過モジュール 1 に気泡を供給可能な気体供給器 5 を配設してもよい。

【 0 0 7 1 】

< 使用方法 >

当該濾過装置 1 0 は、濾過を行う被処理液を貯留した濾過槽内に浸漬して用いることが

10

20

30

40

50

できる。当該濾過装置 10 の具体的な用途としては、例えば下排水処理、産業排水処理、工業用水道水濾過、機械等の洗浄水処理、プール水濾過、河川水濾過、海水濾過、醗酵プロセスの除菌又は除濁（酵素又はアミノ酸精製）、食品、酒、ビール、ワインなどの濾過（特に生製品）、製薬等におけるファーマンターからの菌体分離、染色工業における用水及び溶解染料の濾過、動物細胞の培養濾過、RO膜における純水製造プロセス（海水の淡水化を含む）における前処理濾過、イオン交換膜を用いたプロセスにおける前処理濾過、イオン交換樹脂を用いた純水製造プロセスにおける前処理濾過等が挙げられる。

【0072】

浄水処理では、当該濾過装置 10 を粉末活性炭と組み合わせて用いることができる。まず粉末活性炭により非常に微小な溶存有機物を吸着し、この溶存有機物を吸着した後の粉末活性炭を含有する水を当該濾過装置 10 で濾過することで効率的に浄水処理を行うことができる。

10

【0073】

下水処理では、菌体を繁殖させたタンクと組み合わせて用いることができる。このタンクに下水を導入し、菌体が下水中の汚染成分を分解してクリーンにした後、この菌体を含む下水を当該濾過装置 10 で濾過することで効率的に下水処理を行うことができる。

【0074】

[第二実施形態]

図 5 a、5 b の濾過モジュール 11 は、上下方向に引き揃えられた複数本の中空系膜 2 と、この複数本の中空系膜 2 の両端部を固定する上部保持部材 3 及び下部保持部材 4 と、上記複数の中空系膜 2 を囲繞するガイドカバー 7 とを備える。中空系膜 2、上部保持部材 3 及び下部保持部材 4 は、上記第一実施形態の濾過モジュール 1 と同様であるため、同一符号を付して説明を省略する。

20

【0075】

（ガイドカバー）

ガイドカバー 7 は、複数の中空系膜 2 の周囲を囲繞する筒状体である。ガイドカバー 7 は、当該濾過モジュール 11 の上方において洗浄用の気泡が分散しないよう少なくとも中空系膜 2 の上方部分を囲繞する。

【0076】

このガイドカバー 7 は上部保持部材 3 と上下方向に離間して設置することが好ましい。つまり、ガイドカバー 7 が上部保持部材 3 を囲繞せずに、両者の間に空間が形成されるようにすることが好ましい。このようにガイドカバー 7 と上部保持部材 3 とを離間することで、気泡によって中空系膜 2 から分離した不純物（し渣）をガイドカバー 7 と上部保持部材 3 間の空間から当該濾過モジュール 11 外部へ排出することができ、洗浄効果を向上することができる。一方で、ガイドカバー 7 は下部保持部材 4 の一部を囲繞することが好ましい。

30

【0077】

ガイドカバー 7 の中空系膜 2 に対する上下方向の囲繞領域の長さ L_1 の下限としては、上部保持部材 3 及び下部保持部材 4 間の平均距離 L_2 の 30% が好ましく、50% がより好ましく、80% がさらに好ましい。一方、上記囲繞領域の長さ L_1 の上限としては、上部保持部材 3 及び下部保持部材 4 間の平均距離 L_2 の 100% が好ましく、98% がより好ましく、95% がさらに好ましい。上記囲繞領域の長さ L_1 が上記下限未満の場合、気泡 B' の分散防止効果や上昇速度向上効果が不十分となるおそれがある。逆に、上記囲繞領域の長さ L_1 が上記上限を超える場合、中空系膜 2 から分離した不純物が当該濾過モジュール 11 外部へ排出され難く、洗浄効果が十分に向上しないおそれがある。

40

【0078】

ガイドカバー 7 の内面とガイドカバー 7 に近接する中空系膜 2 との平均距離 D_1 の下限としては、20mm が好ましく、30mm がより好ましく、40mm がさらに好ましい。一方、上記平均距離 D_1 の上限としては、400mm が好ましく、250mm がより好ましく、100mm がさらに好ましい。上記平均距離 D_1 が上記上限を超える場合、気泡の

50

分散防止効果が不十分となるおそれがある。逆に、上記平均距離 D 1 が上記下限未満の場合、中空系膜 2 とガイドカバー 7 とが接触し、中空系膜 2 の洗浄及び揺動が不十分となるおそれや、中空系膜 2 の表面が損耗するおそれがある。

【0079】

ガイドカバー 7 と上部保持部材 3 との上下方向の離間距離 D 2 は、例えば 50 mm 以上 200 mm 以下とすることができる。

【0080】

ガイドカバー 7 の底面形状は図 5 a に示した矩形に限定されず、上部保持部材 3 及び下部保持部材 4 の外形、複数の中空系膜 2 の配列形状等に合わせて適宜設計することができる。

10

【0081】

ガイドカバー 7 の材質としては、例えば上部保持部材 3 及び下部保持部材 4 と同様の樹脂の他、塩化ビニル樹脂、ステンレス等を用いることができる。

【0082】

< 利点 >

当該濾過モジュール 11 は、中空系膜 2 を囲繞するガイドカバー 7 を備えることで、洗浄用の気泡が上昇に伴って分散することを防止すると共に気泡の上昇速度を向上させることができる。そのため、当該濾過モジュール 11 は、中空系膜 2 の表面洗浄効率及び揺動効果に特に優れる。

【0083】

20

[その他の実施形態]

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記実施形態の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【0084】

上記実施形態においては、下部保持部材が複数の中空系膜を保持する棒状の固定部位を有する形態としたが、本発明の範囲はこれに限定されるものではない。つまり、例えば一の固定部位が一の中空系膜を保持し、この固定部位同士が隙間をもって複数配設されたものとする 것도可能である。

30

【0085】

また、図 6 に示すように隣接する固定部位 4 b を上下方向に異なる位置に配設してもよい。このように隣接する固定部位 4 b を段違いに配設することで、各中空系膜 2 に対する気泡の分散性を向上させることができる。

【0086】

さらに、上記実施形態においては、固定部位が他の固定部位と隙間をもって配設されたものについて説明したが、本発明の範囲はこれに限定されない。例えば固定部位が隙間を有さない板状体の場合、当該濾過モジュールの製造コストを低減することができる。ただし、中空系膜表面の洗浄能力を向上させるためには、固定部位間、もしくは固定部位と外枠との間に間隔を設けることが好ましい。また、上記実施形態のように隙間をもって固定部位を配設する場合であっても、上記実施形態の構成に限定されない。つまり、例えば図 7 に示す下部保持部材 14 のように、板状の固定部位 14 b に複数の貫通孔を設けた形状であってもよい。

40

【0087】

また、当該濾過モジュールは、1つのガイドカバー内に複数の上部保持部材及び下部保持部材、並びにこれらに保持される中空系膜を有してもよい。

【0088】

また、当該濾過モジュールは、複数の中空系膜の両端を上部保持部材及び下部保持部材でそれぞれ固定し、上部保持部材及び下部保持部材の両方に排出管を接続することで中空系膜の両端から集水する構成とすることもできる。このように中空系膜の両端から集水す

50

ることで、一端から集水する場合に比べ、中空系膜における配管抵抗を1/8にすることができ、集水効率を改善できる。なお、両端集水を行う場合、下部保持部材を図3aに示す平面形状のものとし、複数の固定部位4bの内部にそれぞれ集水路を設け、下部保持部材4の側面から排出管で集水を行うとよい。これにより、下部保持部材の下面に気泡が通過可能な空間を設けることができ、上記実施形態と同様に気体供給器から供給される気泡を効率よく中空系膜に送ることができる。

【0089】

さらに、当該濾過モジュールの中空系膜の引き揃え方向は、上下方向に限られず、水平方向でもよく、斜めであってもよい。中空系膜の引き揃え方向が上下方向でない場合は、例えば気泡を中空系膜の引き揃え方向に噴射する、引き揃え方向と略同一方向の水流を形成して気泡を供給する等により、中空系膜表面を気泡に擦過させることができる。

10

【0090】

また、当該濾過モジュールは外圧式の濾過装置に適用することも可能であり、外圧式に用いた場合でも本願発明の効果を発揮することができる。

【実施例】

【0091】

以下、実施例によって本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0092】

[実施例1]

図1の濾過モジュールを用いて、処理速度 $0.7\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{day}$ で被処理液(汚泥水)を濾過処理した際の中空系膜の内外の差圧の変化を計測した。なお、中空系膜の平均長さは 3.2 m 、平均外径は 2.3 mm 、平均内径は 1.1 mm 、本数は740本とした。また、濾過処理は、多孔管を用いた散気装置で洗浄気泡を $50\text{ L}/\text{min}$ で連続供給し、9分間の運転と1分間の休止とを繰り返して行った。この結果を図8に示す。

20

【0093】

[実施例2]

実施例1の濾過モジュールにガイドカバーを設けたもの(図5a、5bの濾過モジュール)を用いて、実施例1と同様の条件で濾過処理した際の中空系膜の内外の差圧の変化を計測した。なお、ガイドカバーの長さは 3.7 m とし、中空系膜、上部保持部材及び下部保持部材の上下方向全体を囲繞する大きさとした。この結果を図9に示す。

30

【0094】

[実施例3]

実施例2の濾過モジュールを用いて、間欠気泡噴射式散気装置(間欠ポンプ)で気泡を実施例1と同じ供給量で間欠供給し、下部保持部材で気泡が分割されるようにした以外は実施例1と同様の条件で濾過処理を行い、中空系膜の内外の差圧の変化を計測した。この結果を図10に示す。

【0095】

[実施例4]

複数の中空系膜の両端を上部保持部材及び下部保持部材でそれぞれ固定し、上部保持部材及び下部保持部材の両方に排出管を接続することで中空系膜の両端から集水する構成とした以外は実施例2と同様としたガイドカバー付の濾過モジュールを用いて、多孔管を用いた散気装置で気泡を実施例1と同じ供給量で連続供給し、中空系膜の内外の差圧の変化を計測した。この結果を図11に示す。

40

【0096】

[実施例5]

実施例4の両端集水型の濾過モジュールを用いて、間欠気泡噴射式散気装置(間欠ポンプ)で気泡を実施例1と同じ供給量で間欠供給した以外は実施例1と同様の条件で濾過処理を行い、中空系膜の内外の差圧の変化を計測した。なお、間欠ポンプは下部保持部材の側面の重心対称位置に下部保持部材を挟持するよう1対(2個)配設し、気泡が下部保持

50

部材ではなく複数の中空系膜で分割されるようにした。この結果を図 1 2 に示す。

【 0 0 9 7 】

図 8 に示されるように実施例 1 の濾過モジュールは、運転時間が 1 0 0 時間程度になるまで差圧を 5 0 k P a 以内に抑えることができ、濾過能力の維持性に優れる。また、図 9 に示すようにガイドカバーを備える実施例 2 の濾過モジュールは、さらに差圧の上昇を抑えることができ、差圧を 3 5 k P a 内に維持することができる。さらに、図 1 0 に示すように間欠ポンプで大きな気泡を間欠的に供給する実施例 3 の濾過モジュールは、より顕著に差圧の上昇を低減することができる。また、図 1 1 及び図 1 2 に示すように濾過モジュールを両端集水型とすることも顕著に差圧の上昇を低減することができる。

【 産業上の利用可能性 】

10

【 0 0 9 8 】

以上のように、本発明の濾過モジュール及び濾過装置は、中空系膜表面の洗浄能力に優れ、高い濾過能力を維持することができる。従って、当該濾過モジュール及び濾過装置は、固液分離処理装置として種々の分野で好適に用いることができる。

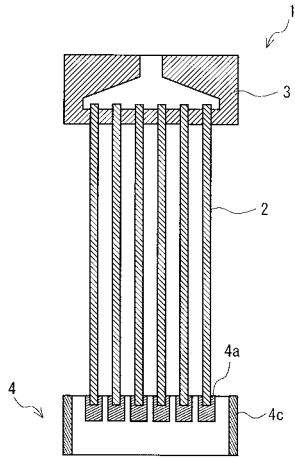
【 符号の説明 】

【 0 0 9 9 】

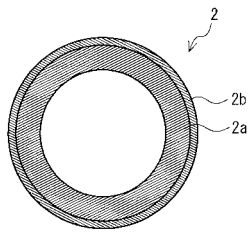
- 1、 1 1 濾過モジュール
- 2 中空系膜
- 2 a 支持層
- 2 b 濾過層
- 3 上部保持部材
- 4、 1 4 下部保持部材
- 4 a 外枠
- 4 b、 1 4 b 固定部位
- 5 気体供給器
- 6 排出管
- 7 ガイドカバー
- 1 0 濾過装置

20

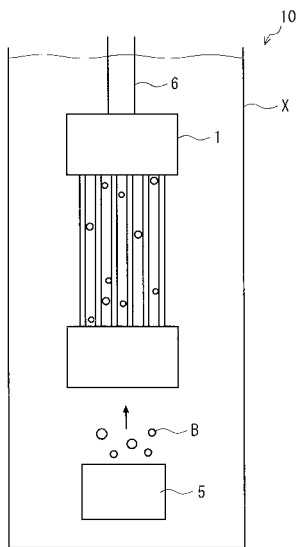
【 図 1 】



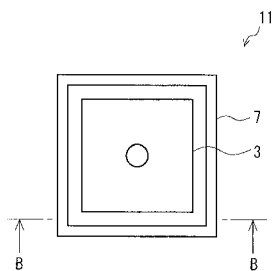
【 図 2 】



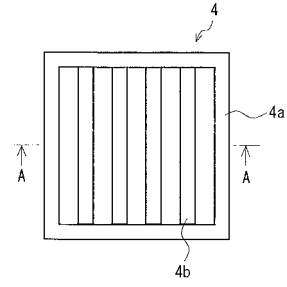
【 図 4 】



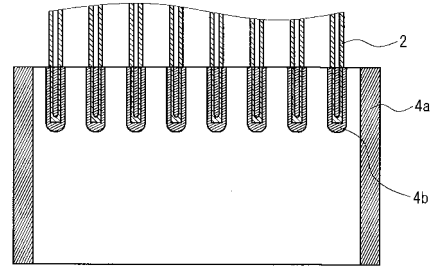
【 図 5 a 】



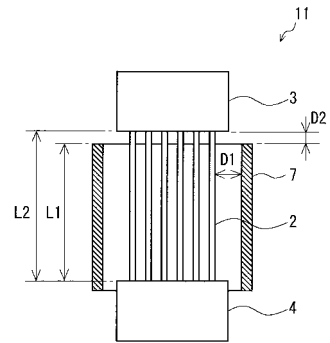
【 図 3 a 】



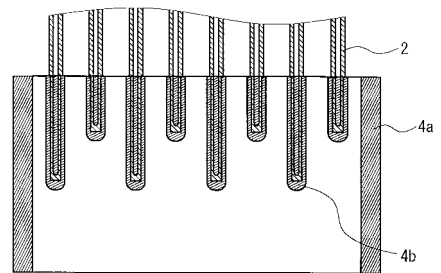
【 図 3 b 】



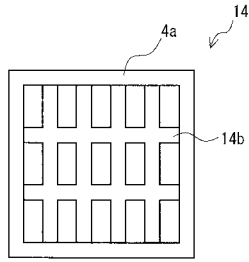
【 図 5 b 】



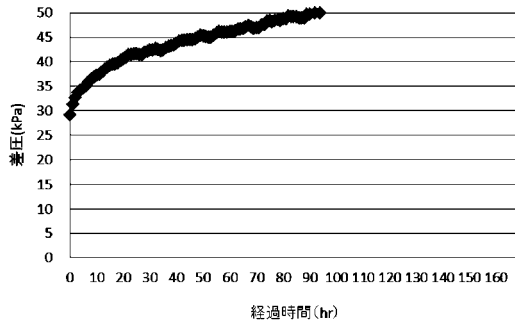
【 図 6 】



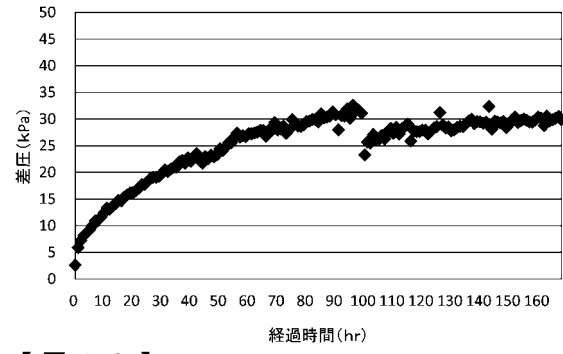
【 図 7 】



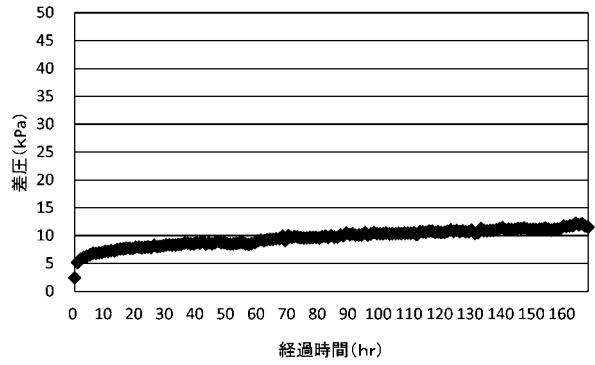
【 図 8 】



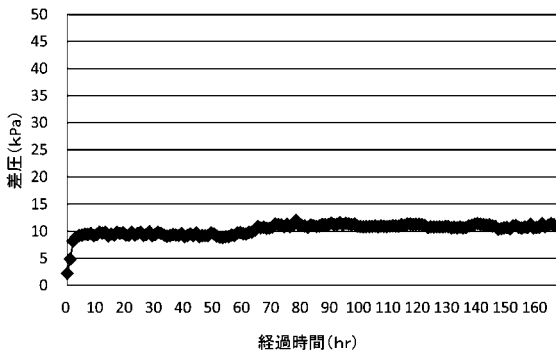
【 図 9 】



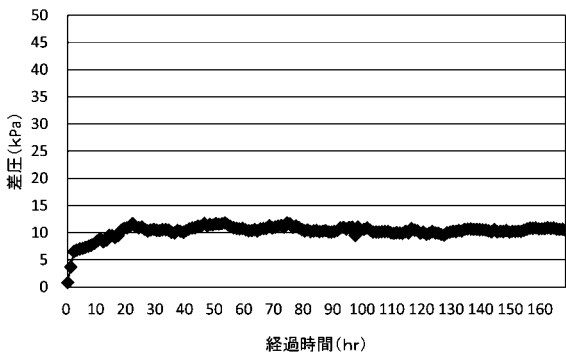
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



【手続補正書】

【提出日】平成26年4月11日(2014.4.11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

一方向に引き揃えられた状態で保持される複数本の中空系膜と、この複数本の中空系膜の両端部を固定する保持部材とを備える濾過モジュールであって、

上記中空系膜が、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする支持層と、この支持層の表面に積層され、ポリテトラフルオロエチレンを主成分とする濾過層とを有し、

上記中空系膜の平均外径に対する平均長さの比が500以上3000以下である濾過モジュール。

【請求項2】

上記複数本の中空系膜が上下方向に引き揃えられている請求項1に記載の濾過モジュール。

【請求項3】

上記中空系膜の平均外径が2mm以上6mm以下、平均内径が0.5mm以上4mm以下である請求項1又は請求項2に記載の濾過モジュール。

【請求項4】

上記中空系膜の平均長さが3m以上6m以下である請求項1、請求項2又は請求項3に記載の濾過モジュール。

【請求項5】

上記中空系膜の平均外径に対する平均内径の比が0.3以上0.8以下である請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の濾過モジュール。

【請求項6】

上記中空系膜の引張強度が50N以上である請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の濾過モジュール。

【請求項7】

上記複数本の中空系膜の存在密度が4本/cm²以上15本/cm²以下である請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の濾過モジュール。

【請求項8】

上記中空系膜の気孔率が75%以上90%以下である請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の濾過モジュール。

【請求項9】

上記支持層及び濾過層の主成分のポリテトラフルオロエチレンの数平均分子量が50万以上2000万以下である請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の濾過モジュール。

【請求項10】

上記濾過層が、支持層を構成する延伸ポリテトラフルオロエチレンチューブに延伸ポリテトラフルオロエチレンシートを巻き付け、焼結することで形成されている請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の濾過モジュール。

【請求項11】

上記複数の中空系膜の少なくとも上方を囲繞するガイドカバーをさらに備える請求項2に記載の濾過モジュール。

【請求項12】

請求項2に記載の濾過モジュールと、この濾過モジュールの下方から気体を供給する気体供給器とを備える濾過装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

上記中空系膜の平均外径に対する平均内径の比としては0.3以上0.8以下が好ましい。このように中空系膜の平均外径に対する平均内径の比を上記範囲内とすることで、上述のように大きなアスペクト比としても、中空系膜の縦方向（軸方向）の機械的強度を保つことができ、当該濾過モジュールの洗浄効率の向上効果を確実に発現させることができ、かつ被処理液に含まれる粒子の透過をより確実に防止して当該濾過モジュールの濾過能力をさらに向上させることができる。

フロントページの続き

(74)代理人 100117167

弁理士 塩谷 隆嗣

(74)代理人 100187768

弁理士 藤中 賢一

(72)発明者 田中 育

大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目9 5 0 番地 住友電気工業株式会社内

(72)発明者 森田 徹

大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目9 5 0 番地 住友電気工業株式会社内

Fターム(参考) 4D006 GA02 HA02 HA03 HA16 HA19 HA93 JA01A JA01B JA02B JA16A
JA22A JA22C JA25A JA25C JA29A JA29C JA31A JA31C KA01 KA43
KA52 KA55 KA57 KA67 KB12 KB21 KC02 KC14 MA01 MA09
MA24 MA33 MB16 MC30 PA01 PB02 PB03 PB04 PB07 PB08
PB24 PC11 PC12 PC41