

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4993901号
(P4993901)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int.Cl.	F I
B O 1 D 63/00 (2006.01)	B O 1 D 63/00 5 0 0
B O 1 D 63/02 (2006.01)	B O 1 D 63/02
C O 2 F 1/44 (2006.01)	C O 2 F 1/44 H
C O 2 F 11/12 (2006.01)	C O 2 F 11/12 D

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2005-344662 (P2005-344662)	(73) 特許権者	591030651
(22) 出願日	平成17年11月29日 (2005.11.29)		水 i n g 株式会社
(65) 公開番号	特開2007-144349 (P2007-144349A)		東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
(43) 公開日	平成19年6月14日 (2007.6.14)	(74) 代理人	100091498
審査請求日	平成20年9月3日 (2008.9.3)		弁理士 渡邊 勇
		(74) 代理人	100093942
			弁理士 小杉 良二
		(74) 代理人	100118500
			弁理士 廣澤 哲也
		(73) 特許権者	506382002
			海南立昇浄水科技実業有限公司
			中国海南省海口市▲京▼山新区机场北路8号
		(74) 代理人	100091498
			弁理士 渡邊 勇

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中空糸膜モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数本の中空糸膜を束ねた膜束と、前記膜束を収容する筒状体と、前記膜束の原水流出側の端部を前記筒状体に固定する原水流出側固定部と、原水を前記原水流出側固定部の近傍から流出させる原水流出ノズルと、前記膜束の原水流入側の端部を前記筒状体に固定する原水流入側固定部と、原水を前記流入側固定部の近傍から流入させる原水流入ノズルを有し、前記筒状体の内部に供給される原水を前記中空糸膜の外側から内側に透過させる中空糸膜モジュールであって、

前記原水流出側固定部は、
前記原水が接触する原水流出側表面に少なくとも1つの溝を有し、
前記原水流入側固定部は、
該原水流入側固定部の内部を直線状に貫通して延びて前記原水が接触する原水流入側表面に開口する複数の貫通スリットと、
前記貫通スリットと略平行に延びて前記筒状部に固定される複数の膜束部と、
を有することを特徴とする中空糸膜モジュール。

【請求項 2】

前記原水流出側固定部の溝の少なくとも一部は、前記原水流出ノズルに連通されていることを特徴とする請求項 1 に記載の中空糸膜モジュール。

【請求項 3】

前記原水流出側固定部の溝の少なくとも一部は、前記原水流出ノズルに向かう傾斜面を

有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の中空系膜モジュール。

【請求項 4】

前記筒状体は、前記原水流出ノズルと前記原水流入ノズルの近傍に多数の孔を形成し、かつ前記原水流入ノズルに対向する面には孔を形成しない、多孔構造を有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の中空系膜モジュール。

【請求項 5】

前記原水流出側固定部と前記原水流入側固定部は、前記膜束の端部を樹脂により前記筒状体の多孔構造に固定することを特徴とする請求項 4 に記載の中空系膜モジュール。

【請求項 6】

前記筒状体の両端部に接続されるカバーと、
前記筒状体の径方向外側または内側に配置され、前記筒状体と前記カバーとの間をシールするシール部材と、
をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の中空系膜モジュール。

【請求項 7】

前記シール部材を収容するシール部材収容部を有することを特徴とする請求項 6 に記載の中空系膜モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、中空系膜モジュールに係り、特に上水や飲料用水、工業用水、純水などの精製、河川水や海水などの除濁、各種廃水やし尿、下水などの汚水処理、さらには污泥等のスラリー濃縮などの水処理に用いられる中空系膜モジュールに関するものである。

【背景技術】

【0002】

分離膜を透過させて被処理水中の成分や粒子を除去する膜分離法は、上水や飲料用水、工業用水、純水などの精製、河川水や海水などの除濁、各種廃水やし尿、下水などの汚水処理、さらには污泥等のスラリー濃縮など多くの分野で幅広く利用されている。このような用途に用いられる分離膜は、一般に、複数の膜を束ねて、濾過水を収集するケースなどに固定した膜モジュールの形態で用いられる。

【0003】

このような膜モジュールには、被処理水の分離を行う面積が広いこと、被処理水との接触がよいこと、被処理水の急激な水質変動に対応可能であることなどが要求される。従来から、このような処理水量や処理効率に直接関係する要求に対応するため、精密濾過膜や限外濾過膜に対して様々な形態の膜モジュールが検討および実用化されてきた。

【0004】

例えば、円筒状に中空系膜を収束してその両端を固定し、複数の円形孔が形成された整流筒を固定した端部に配置して、これらの円形孔から被処理水を流入させる形態のモジュールが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。これらの円形孔は、中空系膜を空気により洗浄する（空気洗浄）際の空気の流入口としても用いられる。

【0005】

しかしながら、このような形態の中空系膜モジュールにおいては、長期間にわたる使用により円形孔に面する中空系膜が互いに固着して棒状の膜束が形成される現象（インターファイバークロッキング現象）が生じることがある。このような棒状の膜束が形成されると、膜束の内部に被処理水が浸入および接触しにくくなり、その結果として濾過面積が減少し、濾過機能の低下を招く。

【0006】

また、このような中空系膜モジュールは、内部に気泡が滞留しやすいため、これが膜の破損を生じさせる原因ともなっている。すなわち、空気洗浄時に気泡が中空系膜モジュールの上端部に滞留するため、中空系膜の端部に過剰なストレスがかかり、この端部で膜の

10

20

30

40

50

破損が生じやすい。このようにして滞留した気泡は、濾過水を用いた逆洗時にも同様の現象を引き起こす可能性が高い。また、気泡が滞留した部分の膜は乾燥して疎水化するため、濾過を再開しても水がこの部分を通過せず、この結果、濾過面積の減少、すなわち膜濾過水量（フラックス）の低下を引き起こすことになる。

【 0 0 0 7 】

このような欠点を解消するため、簾のように平面上に束ねた分離膜をハウジングに固定し、これらを水槽内に並列に配置した浸漬型分離膜モジュールが開発されている（例えば、特許文献 2 参照）。しかしながら、このような分離膜モジュールは、同一の濾過面積を有する円筒状の膜モジュールと比べると、設置面積が大きくなるため、分離膜の本来の利点である省スペース化を図ることが難しくなってしまう。さらに、汚染した膜を薬品によって洗浄する際には、大量の洗浄用薬品が必要となる。このため、大量の薬品排水が発生することとなり、環境負荷を増大させるという観点からも望ましくはない。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開平 9 - 2 2 0 4 4 6 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 2 2 0 3 5 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、内部での気泡の滞留による中空系膜の破損や中空系膜の疎水化によるフラックスの低下を低減することができる中空系膜モジュールを提供することを第 1 の目的とする。

【 0 0 1 0 】

また、本発明は、中空系膜が汚染された場合に行われる空気洗浄などにおける物理的洗浄性に優れ、長期にわたって安定した濾過を行うことができる中空系膜モジュールを提供することを第 2 の目的とする。

【 0 0 1 1 】

さらに、本発明は、原水の急速な流れの流速を抑えることができ、中空系膜に直接原水が接触することによる中空系膜の破損を防止することができる中空系膜モジュールを提供することを第 3 の目的とする。

【 0 0 1 2 】

また、本発明は、簡易な構造でシール性を向上させることができ、中空系膜の交換や取り外しが容易な中空系膜モジュールを提供することを第 4 の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、中空系膜の破損や疎水化によるフラックスの低下を低減することができる中空系膜モジュールが提供される。この中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を束ねた膜束と、上記膜束を収容する筒状体と、上記膜束の原水流出側の端部を上記筒状体に固定する原水流出側固定部と、原水を上記原水流出側固定部の近傍から流出させる原水流出ノズルと、上記膜束の原水流入側の端部を上記筒状体に固定する原水流入側固定部と、原水を上記流入側固定部の近傍から流入させる原水流入ノズルを備えている。上記筒状体の内部に供給された原水は上記中空系膜の外側から内側に透過される。上記原水流出側固定部は、上記原水が接触する原水流出側表面に少なくとも 1 つの溝を有し、上記原水流入側固定部は、該原水流入側固定部の内部を直線状に貫通して延びて上記原水が接触する原水流入側表面に複数の貫通スリットと、上記貫通スリットと略平行に延びて上記筒状体に固定される複数の膜束部とを有している。

【 0 0 1 4 】

このような構成により、濾過時や空気洗浄時に筒状体の内部に滞留した気泡を固定部に形成された溝に集めることができ、これらの気泡を効果的に排出することができる。したがって、内部での気泡の滞留による中空系膜の破損や中空系膜の疎水化によるフラックスの低下を大幅に低減することができる。

【 0 0 1 5 】

上記溝は、膜束の端部を樹脂により筒状体に固定した樹脂固定部に形成してもよいし、あるいは、固定部近傍の中空系膜の破損を防止するために柔軟な材質により形成されたソフトポッティング部に形成してもよい。また、溝を形成した固定部を予め作製し、これを中空系膜とともに筒状体に固定してもよい。

【 0 0 1 6 】

上述した気泡の排出を容易にするために、上記固定部の溝の少なくとも一部が上記原水流ノズルに連通されていることが好ましい。別言すれば、上記固定部の溝の少なくとも一部が上記原水流ノズルに接続されていることが好ましい。この場合において、さらに効果的に気泡を排出するために、上記固定部の溝の少なくとも一部は上記原水流ノズルに向かつて傾斜面を有していることが好ましい。また、上記固定部の溝を主溝と該主溝に接続される複数の枝溝とにより構成してもよい。この場合には、筒状体の内部に滞留した気泡をすべて排出できなくても、主溝が気泡溜めとして機能するので、中空系膜の破損や疎水化によるフラックスの低下を大幅に低減することができる。

10

【 0 0 1 7 】

中空系膜が汚染された場合に行われる空気洗浄などにおける物理的洗浄性に優れ、長期にわたって安定した濾過を行うことができる中空系膜モジュールを提供するようにしてもよい。この中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を束ねた膜束と、上記膜束を収容する筒状体と、原水が供給される側の上記膜束の端部を上記筒状体に固定する固定部とを備えている。上記筒状体の内部に供給された原水は上記中空系膜の外側から内側に透過される。上記固定部は、複数の貫通スリットと、上記貫通スリットと略平行に延びて固定される複数の膜束部とを有している。

20

【 0 0 1 8 】

中空系膜が汚染された場合に行われる空気洗浄などにおける物理的洗浄性に優れ、長期にわたって安定した濾過を行うことができる中空系膜モジュールを提供するようにしてもよい。この中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を束ねた膜束と、上記膜束を収容する筒状体と、原水が供給される側の上記膜束の端部を上記筒状体に固定する固定部とを備えている。上記筒状体の内部に供給された原水は上記中空系膜の外側から内側に透過される。上記固定部は、等間隔で略直線状に固定されて平板状膜を形成する複数の膜束部と、上記膜束部と略平行に延びる複数の貫通スリットとを有している。

30

【 0 0 1 9 】

中空系膜が汚染された場合に行われる空気洗浄などにおける物理的洗浄性に優れ、長期にわたって安定した濾過を行うことができる中空系膜モジュールを提供するようにしてもよい。この中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を束ねた膜束と、上記膜束を収容する筒状体と、原水が供給される側の上記膜束の端部を上記筒状体に固定する固定部とを備えている。上記筒状体の内部に供給された原水は上記中空系膜の外側から内側に透過される。上記固定部は、互いに略平行な複数の貫通スリットと、互いに隣り合う上記貫通スリットの間に位置し、上記貫通スリットと略平行に延びて固定される複数の膜束部とを有している。

40

【 0 0 2 0 】

中空系膜が汚染された場合に行われる空気洗浄などにおける物理的洗浄性に優れ、長期にわたって安定した濾過を行うことができる中空系膜モジュールを提供するようにしてもよい。この中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を束ねた膜束と、上記膜束を収容する筒状体と、原水が供給される側の上記膜束の端部を上記筒状体に固定する固定部とを備えている。上記筒状体の内部に供給された原水は上記中空系膜の外側から内側に透過される。上記固定部は、互いに略平行に延びる複数の貫通スリットと、互いに隣り合う上記貫通スリットの間に位置し、上記隣り合う貫通スリットの少なくとも一方の全長にわたって延びて固定される複数の膜束部とを有している。

【 0 0 2 1 】

このような構成により、固定部の貫通スリットを通して原水または洗浄用の空気を筒状

50

体の内部に導入することができる。また、上述した構成により、空気洗浄の際に、大きな気泡を形成することができるとともに、これらの気泡を膜束の全体に均一に接触させることができる。したがって、洗浄効率を大幅に向上させることができる。また、中空系膜を濾過水により逆洗浄した場合には、それぞれの中空系膜から汚泥等が剥離するが、上述したように、膜束部と平行に貫通スリットが形成されているため、剥離した汚泥が固定部の上部にほとんど滞留することなく、効率的に貫通スリットから排出される。

【 0 0 2 2 】

ここで、上記原水を上記筒状体の内部に流入させる原水流入ノズルや上記原水を上記固定部の近傍から流出させる原水流出ノズルの近傍に多数の孔が形成された多孔構造を配置してもよい。このような多孔構造により、筒状体内部での原水の流動に偏りが生じにくくなる。なお、原水流入ノズルから原水が直接中空系膜に接触することを防止するために、原水流入ノズルに対向する面には多孔構造の孔を形成しないことが好ましい。

10

【 0 0 2 3 】

この場合において、上記多孔構造は上記筒状体に対して取り外し可能な構造としてもよいが、上記筒状体と上記多孔構造とを一体に形成することが好ましい。別言すれば、上記筒状体に上記多孔構造を形成することが好ましい。このように、筒状体と多孔構造とを一体の構造にすることにより、中空系膜モジュールの構造を単純化することができる。また、多孔構造により段差が形成されないため、中空系膜が揺動して破損することを防止することができる。

20

【 0 0 2 4 】

また、上記固定部は、上記膜束の端部を樹脂により上記筒状体の多孔構造に固定することが好ましい。このようにすれば、膜束を筒状体に固定する際に樹脂が多孔構造の孔に入り込んで、筒状体と膜束とを強固に固着させることができ、中空系膜モジュールの強度を向上させることができる。

【 0 0 2 5 】

原水の急速な流れの流速を抑えることができ、中空系膜に直接原水が接触することによる中空系膜の破損を防止することができる中空系膜モジュールを提供するようにしてもよい。この中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を束ねた膜束と、上記膜束を収容する筒状体と、上記膜束の少なくとも1つの端部を上記筒状体に固定する固定部とを備えている。上記筒状体の内部に供給された原水は上記中空系膜の外側から内側に透過される。上記中空系膜モジュールは、上記筒状体と上記膜束との間で上記筒状体の周方向に延びる通路と、上記筒状体の接線方向に延び、上記原水を上記通路に流入させる原水流入ノズルとを備えている。

30

【 0 0 2 6 】

原水の急速な流れの流速を抑えることができ、中空系膜に直接原水が接触することによる中空系膜の破損を防止することができる中空系膜モジュールを提供するようにしてもよい。この中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を束ねた膜束と、上記膜束を収容する筒状体と、上記膜束の少なくとも1つの端部を上記筒状体に固定する固定部とを備えている。上記筒状体の内部に供給された原水は上記中空系膜の外側から内側に透過される。上記中空系膜モジュールは、上記筒状体の接線方向に延び、流路の断面積が一定となるように上記筒状体の長手方向に向かって次第に広がる流路を有する原水流入ノズルを備えている。

40

【 0 0 2 7 】

このような構成により、原水流入ノズルから供給される原水の急速な流れの流速を抑えるために設けられる多孔構造を別途設ける必要がなくなる。また、上記中空系膜モジュールをクロスフロー濾過で用いる場合においても、中空系膜に直接原水が接触することが防止されるので、原水流入ノズルから供給される原水の流れが中空系膜に当たることにより中空系膜が破損することを防止することができる。

【 0 0 2 8 】

この場合において、上記通路内に上記原水の旋回流を生じさせる突起を設けることが好

50

ましい。この突起により、通路内で原水の旋回流が生じ、筒状体内で比較的均一に原水を流動させることができる。

【 0 0 2 9 】

簡易な構造でシール性を向上させることができ、中空系膜の交換や取り外しが容易な中空系膜モジュールを提供するようにしてもよい。この中空系膜モジュールは、複数本の中空系膜を束ねた膜束と、上記膜束を収容する筒状体と、上記膜束の少なくとも1つの端部を上記筒状体に固定する固定部と、上記筒状体の少なくとも一方の端部に接続されるカバーとを備えている。上記筒状体に供給される原水は上記中空系膜に透過される。上記筒状体の径方向外方または内方にはシール部材が配置され、このシール部材により上記筒状体と上記カバーとの間をシールする。

10

【 0 0 3 0 】

このような構成により、中空系膜モジュールの内部が加圧されてカバーが多少軸方向にずれたとしても、シール部材は筒状体の外周面または内周面に沿って接触し続けるため、確実にシールすることが可能となる。また、ねじ込みや接着といった方法ではなくクランプ等の簡易な方法によりカバーを筒状体に接続することができるので、中空系膜モジュールの構造を単純化することが可能となる。さらに、クランプ等の方法によりカバーを筒状体に接続すれば、筒状体のみを交換・取り外しすることにより内部の中空系膜の交換や取り外しを行うことができ、中空系膜の交換や取り外しが容易になる。

【 0 0 3 1 】

この場合において、上記シール部材を収容するシール部材収容部を上記筒状体の外周面または内周面に形成することが好ましい。

20

【発明の効果】

【 0 0 3 2 】

本発明の中空系膜モジュールによれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) インターファイバークロッキングによる中空系膜の性能の低下が生じにくい。

(2) 空気洗浄による中空系膜の表面の洗浄効果が得られやすい。

(3) 筒状体の内部に滞留する気泡を効果的に排出できるため、中空系膜の破損と中空系膜の疎水化によるフラックスの低下を防止することができる。

(4) さらに、中空系膜の逆洗および薬品洗浄の頻度を大幅に下げることができるので、メンテナンスによる運転停止の頻度を少なくできるだけではなく、洗浄に伴って発生する洗浄排水や薬品排水を大幅に低減することができ、環境負荷を低減することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 3 】

以下、本発明に係る中空系膜の実施形態について図1から図12を参照して詳細に説明する。なお、図1から図12において、同一または相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

【 0 0 3 4 】

図1は、本発明の第1の実施形態における中空系膜モジュール1を示す縦断面図である。図1に示すように、中空系膜モジュール1は、多数の中空系膜10を円筒状に束ねた膜束20と、この膜束20を収容する円筒形の筒状体30とを備えている。本実施形態における筒状体30は、上部ケーシング31と、中間ケーシング32と、下部ケーシング33とを備えている。また、筒状体30の上端部には、濾過水を排出するノズル2aを有する上部カバー2が取り付けられており、筒状体30の下端部には、空気洗浄時の空気または原水を導入するノズル3aを有する下部カバー3が取り付けられている。

40

【 0 0 3 5 】

この中空系膜モジュール1は、筒状体30の内部に供給される原水を中空系膜10の外側から内側に透過させて濾過する外圧濾過に用いられる。また、この中空系膜モジュール1は、筒状体30の内部に供給される原水の全量を濾過する全量濾過および原水を中空系膜10の膜面に沿って一定速度で移動させながら濾過を行うクロスフロー濾過のいずれにも用いることができる。

50

【 0 0 3 6 】

膜束 2 0 の両端部は樹脂により筒状体 3 0 に固定されており、図 1 に示す例では、膜束 2 0 の上端部を上部ケーシング 3 1 に固定する上端固定部 4 0 と、膜束 2 0 の下端部を下
部ケーシング 3 3 に固定する下端固定部 5 0 とが形成されている。上部ケーシング 3 1 の
外周面には、原水や逆洗排水を上端固定部 4 0 の近傍から流出させるための原水流出ノズ
ル 3 4 が取り付けられている。また、下部ケーシング 3 3 の外周面には、原水を筒状体 3
0 の内部に流入させたり、逆洗排水を筒状体 3 0 の内部から流出させたりするための原水
流入ノズル 3 5 が取り付けられている。

【 0 0 3 7 】

上端固定部 4 0 は、樹脂により固められた樹脂固定部 4 1 と、柔軟な材質によりソフト
ポッティングが施されたソフトポッティング部 4 2 とを含んでいる。このソフトポッティ
ング部 4 2 は、樹脂固定部 4 1 の原水に接触する側に形成されている。また、同様に、下
端固定部 5 0 は、樹脂により固められた樹脂固定部 5 1 と、柔軟な材質によりソフトポッ
ティングが施されたソフトポッティング部 5 2 とを含んでいる。このソフトポッティング
部 5 2 は、樹脂固定部 5 1 の原水に接触する側に形成されている。

【 0 0 3 8 】

上端固定部 4 0 のソフトポッティング部 4 2 および下端固定部 5 0 のソフトポッティ
ング部 5 2 は、原水の流入時や空洗時に生じる膜の揺動により中空系膜 1 0 が破損しないよ
うに膜束 2 0 を保護するものである。ソフトポッティング部 4 2 , 5 2 の材質としては、
特に制限がないが、シリコンゴムやニトリルゴム、ブチルゴム、フッ素ゴムといった化学
的安定性の高い材料が好ましい。汚染物質の付着により中空系膜 1 0 の性能が低下した場
合には薬品洗浄が行われるが、上述した化学的安定性の高い材料をソフトポッティング部
4 2 , 5 2 に用いることで、薬液洗浄に用いられる例えば次亜塩素酸ナトリウムのような
酸化剤、水酸化ナトリウムのようなアルカリ剤、塩酸やシュウ酸などの酸剤による劣化が
生じにくくなる。なお、図 1 に示す例では、筒状体 3 0 の軸方向に垂直な面の全面にわた
ってソフトポッティング部 4 2 , 5 2 が形成されているが、それぞれの中空系膜 1 0 を上
述した柔軟な材質により被覆してもよく、この場合にも上述と同様の効果を得ることが
できる。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、図 1 に示す中空系膜モジュール 1 の上端部を示す部分破断斜視図、図 3 は、図
2 の横断面図である。図 2 および図 3 に示すように、本実施形態における上端固定部 4 0
のソフトポッティング部 4 2 には、原水が接触する面に上部ケーシング 3 1 の径方向に延
びる溝 4 3 が形成されている。この溝 4 3 は、上部ケーシング 3 1 に設けられた原水流出
ノズル 3 4 に向かって延びており、その端部は原水流出ノズル 3 4 の流路に連通されてい
る。この溝 4 3 は、原水の濾過時または空気洗浄時に筒状体 3 0 内部の上端部に滞留する
気泡を排出する機能を有する。すなわち、濾過時や空気洗浄時に筒状体 3 0 の内部に滞留
した気泡を溝 4 3 に集めることができ、これらの気泡を効果的に排出することができる。
したがって、中空系膜 1 0 の破損や疎水化によるフラックスの低下を大幅に低減するこ
とができる。

【 0 0 4 0 】

この溝 4 3 の深さは、5 ~ 2 0 m m 程度、好ましくは 1 0 ~ 1 5 m m 程度であるのがよ
い。この範囲よりも溝 4 3 が浅くなると、気泡を排出させる機能あるいは気泡溜めとして
の機能が低下すると考えられる。また、溝 4 3 の底面積は、樹脂固定部 4 1 の断面積に対
して 5 ~ 2 5 % 程度、好ましくは 1 5 ~ 2 0 % 程度であるのがよい。この範囲よりも溝 4
3 の底面積が大きくなると、中空系膜 1 0 の充填密度が小さくなるため、有効膜面積が低
下し、中空系膜モジュールあたりのフラックスの減少を招くことになるので好ましくない
。

【 0 0 4 1 】

図 3 では、原水流出ノズル 3 4 に向かって延びる溝 4 3 のみが形成された例を説明した
が、ソフトポッティング部 4 2 の原水が接触する面に形成される溝の形態はこれに限られ

10

20

30

40

50

るものではない。例えば、図4(a)に示すように、主溝43に加えて、主溝43に連通する複数の枝溝43aを主溝43に直角に形成してもよい。あるいは、図4(b)に示すように、主溝43に連通する複数の枝溝43bを主溝43に対して斜めに原水流出ノズル34に向けて形成してもよい。図4(a)に示す例は、図4(b)に示す例に比べてそれぞれの枝溝43aの長さを短くできるので、枝溝43a内に存在する気泡をより短時間で主溝43に排出することができる。一方、図4(b)に示す例では、枝溝43bが原水流出ノズル34に向いているので、枝溝43b内に存在する気泡を効果的に原水流出ノズル34に排出することができる。

【0042】

また、図4(c)に示すように、主溝43に連通する複数の枝溝43cを同心円状に形成してもよい。このような構成によれば、枝溝43c内に存在する気泡を滞らせずにスムーズに流すことができる。なお、図4(c)に示す例では、主溝43に垂直な方向に対して対称に半円状の枝溝43cが形成されている。

【0043】

図4(a)から図4(c)に示すように、固定部40に形成される溝を主溝43とこの主溝43に接続される複数の枝溝とにより構成することで、筒状体30の内部に滞留した気泡をすべて排出できなくても、主溝43が気泡溜めとして機能するので、中空系膜10の破損や疎水化によるフラックスの低下を大幅に低減することができる。また、図4(a)から図4(c)に示す例においては、隣接する枝溝の間隔を略等しくすることが好ましい。隣接する枝溝の間隔を略等しくすることで、中空系膜10の各部に存在する気泡を効率的に枝溝または主溝に溜めることができる。

【0044】

なお、上述した例では、ソフトポッティング部42に溝を形成しているが、溝を形成する面は、ソフトポッティング部42に限られず、原水が接触する面であればいずれの面であってもよい。例えば、ソフトポッティング部42を設けない場合には、樹脂固定部41に溝を形成してもよい。また、溝を形成した固定部を予め作製し、これを中空系膜10とともに上ケーシング31に固定してもよい。

【0045】

図5は、図1に示す下端固定部50の樹脂固定部51の横断面図である。図5に示すように、樹脂固定部51には、略平行かつ一方向に延びる複数の貫通スリット53が形成されており、これにより、これらの貫通スリット53の間には略平行かつ一方向に延びる複数の膜束部54が形成されている。また、下端固定部50のソフトポッティング部52にも、樹脂固定部51と同様の貫通スリットが形成されている。空気洗浄の際には、下部カバー3のノズル3aから導入された空気を樹脂固定部51の貫通スリット53およびソフトポッティング部52の貫通スリットを通して筒状体30の内部に導入する。上述したように、貫通スリット53と膜束部54とを一定間隔で交互に配置することにより、中空系膜からなる膜束部54を平板状に配置することができ、空気洗浄の効率を向上することができるとともに、インターファイバークロッキングを効果的に防止することができる。

【0046】

また、下端固定部50に貫通スリットが形成されているので、原水の性状によっては、原水流入ノズル35からだけではなく、下端固定部50の下方からも樹脂固定部51の貫通スリット53およびソフトポッティング部52を通して原水を筒状体30の内部に導入することができる。

【0047】

樹脂固定部51の構成は、図5に示されるものに限られない。例えば、図6(a)に示すように、略平行かつ同心円状に配置された複数の円形貫通スリット53aを形成し、これらの円形貫通スリット53aの間に略平行かつ同心円状に配置された複数の膜束部54aを形成してもよい。この場合には、上端固定部40のソフトポッティング部42に形成する溝を貫通スリット53aに対応させて図4(c)に示すような同心円状に形成すると、気泡を効果的に排出することができる点で好ましい。

【 0 0 4 8 】

また、図 6 (b) に示すように、略平行かつ略直線状に延びる複数の貫通スリット 5 3 b を形成し、これらの貫通スリット 5 3 b の間に略平行かつ略直線状に延びる複数の膜束部 5 4 b を形成してもよい。あるいは、図 6 (c) に示すように、略平行かつ略放射状に延びる複数の貫通スリット 5 3 c を形成し、これらの貫通スリット 5 3 c の間に略平行かつ略放射状に延びる複数の膜束部 5 4 c を形成してもよい。

【 0 0 4 9 】

図 5 および図 6 (a) から図 6 (c) に示すように、貫通スリットと膜束部とを一定間隔で交互に配置することで、貫通スリットの開口率が増えるため、空気洗浄の効率を向上することができる。図 5 および図 6 (a) から図 6 (c) に示す樹脂固定部 5 1 においては、互いに隣り合う貫通スリットの間に膜束部が位置し、それぞれの膜束部は、隣り合う貫通スリットの少なくとも一方の全長にわたって少なくとも延びている。また、これらの貫通スリットと膜束部は、下部ケーシング 3 3 の中心を通るある中心線に対して対称に配置されている。この中心線を挟んだそれぞれの領域においては、各貫通スリットが互いに平行に配置されおり、各貫通スリットの中心線の間隔が略一定となるように構成されている。ここで、貫通スリットの中心線とは、貫通スリットの幅方向の中心を貫通スリットの全長にわたって連続させた線であって貫通スリットの長手方向に延びる線をいう。

【 0 0 5 0 】

上述した樹脂固定部 5 1 に形成する貫通スリットは、下端固定部 5 0 の横断面積に対して 5 ~ 2 5 % 程度の割合で開口していることが好ましい。例えば、これらの貫通スリットを原水の導入のためにも用いる場合には、貫通スリットの開口率を 1 5 ~ 2 5 % 程度、好ましくは 2 0 % 程度にすることが好ましい。この場合において、原水の流入をスムーズに行うとともに空気洗浄の効率を向上させる上では、貫通スリットの幅を 1 ~ 8 mm 程度、好ましくは 2 ~ 6 mm 程度、より好ましくは 3 ~ 5 mm 程度にすることが好ましい。

【 0 0 5 1 】

また、これらの貫通スリットを空気の導入のためだけに用いる場合には、効果的な洗浄を行う上で、貫通スリットの開口率を 5 ~ 1 5 % 程度、好ましくは 6 ~ 1 0 % 程度にすることが好ましい。このような開口率とすることにより、膜束部と膜束部の間隔を広くすることができるので、インターファイバークロッキングが生じにくくなり、また、中空系膜 1 0 から剥離した汚泥を効率的にこれらの貫通スリットを通して排出することができる。この場合において、貫通スリットの幅を 0 . 5 ~ 5 mm 程度、好ましくは 1 ~ 3 mm 程度、より好ましくは 1 . 5 ~ 2 . 5 mm 程度にすれば、空気洗浄に必要な空気量を少なくできるので好ましい。

【 0 0 5 2 】

本実施形態においては、樹脂固定部 5 1 に貫通スリット 5 3 を形成した例を説明したが、これに限られるものではない。例えば、下部ケーシング 3 3 の大きさに合わせて貫通スリット付の固定部を予め作製し、これを中空系膜 1 0 とともに下部ケーシング 3 3 に固定してもよい。

【 0 0 5 3 】

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態における中空系膜モジュール 1 0 1 を示す縦断面図である。本実施形態における中空系膜モジュール 1 0 1 は、多数の中空系膜 1 0 を円筒状に束ねた膜束 2 0 と、この膜束 2 0 を収容する円筒形の筒状体 1 3 0 とを備えている。この筒状体 1 3 0 は、上部ケーシング 3 1 と、中間ケーシング 1 3 2 と、下部ケーシング 3 3 とを備えている。本実施形態における中間ケーシング 1 3 2 は、膜束 2 0 の全長にわたって延びている点で第 1 の実施形態における中間ケーシング 3 2 と異なる。図 7 において、筒状体 3 0 の上端部および下端部に取り付けられるカバーの図示は省略してある。

【 0 0 5 4 】

図 8 は、中間ケーシング 1 3 2 を示す斜視図である。図 8 に示すように、中間ケーシング 1 3 2 の上端部には、多数の孔 1 3 2 a が形成された多孔構造が設けられており、中間ケーシング 1 3 2 の下端部には、多数の孔 1 3 2 b が形成された多孔構造が設けられてい

10

20

30

40

50

る。このように、本実施形態では、原水流出ノズル 3 4 および原水流入ノズル 3 5 の近傍に多数の孔が形成された多孔構造が形成されている。

【 0 0 5 5 】

上端部の多孔構造の孔 1 3 2 a により、筒状体 1 3 0 の内部から原水が原水流出ノズル 3 4 に均一に排出され、下端部の多孔構造の孔 1 3 2 b により、原水流入ノズル 3 5 から筒状体 1 3 0 の内部に流入する原水が各中空系膜 1 0 に均一に供給される。このように、上端部と下端部の多孔構造により、筒状体 1 3 0 の内部での原水の流動を安定化させることができる。また、これらの多孔構造は、上述した第 1 の実施形態におけるソフトポッティング部 4 2 の溝 4 3 と相俟って、空気洗浄時において気泡を効率的に排出する作用も有する。

10

【 0 0 5 6 】

本実施形態では、多孔構造を中間ケーシング 1 3 2 と一体に形成した例を説明したが、このような多孔構造を中間ケーシング 1 3 2 と別個の部材に形成してもよい。ただし、この場合には、多孔構造を有する部材を取り付ける部分に段差が生じ、揺動した中空系膜 1 0 がこの段差に接触すると、中空系膜 1 0 を破断させる原因となる場合がある。本実施形態のように中間ケーシング 1 3 2 と多孔構造とを一体構造とすれば、多孔構造により段差が形成されないので、中空系膜 1 0 が揺動して破損することを防止することができる。また、中空系膜モジュールの構造を単純化することができる。

【 0 0 5 7 】

また、中間ケーシング 1 3 2 と多孔構造とを一体化することにより、膜束 2 0 を樹脂により筒状体 1 3 0 に固定する際に、多孔構造の孔 1 3 2 a , 1 3 2 b に樹脂が入り込むので、中間ケーシング 1 3 2、膜束 2 0、上部ケーシング 3 1 とが強固に固着され、上部ケーシング 3 1 から中間ケーシング 1 3 2 が脱落することを防止できる。したがって、中空系膜モジュールの強度を向上させることができる。

20

【 0 0 5 8 】

ここで、原水流入ノズル 3 5 から供給される原水が、中空系膜 1 0 に直接接触することを防止するために、図 8 に示すように、中間ケーシング 1 3 2 の原水流入ノズル 3 5 に対向する面 1 3 2 c には孔 1 3 2 b を形成しないことが好ましい。すなわち、筒状体 1 3 0 の原水流入ノズル 3 5 に対向する面 1 3 2 c は連続面となっていることが好ましい。

【 0 0 5 9 】

図 9 は、中空系膜モジュール 1 0 1 の下端部を示す部分破断斜視図である。図 9 に示すように、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に下側固定部 5 0 のソフトポッティング部 5 2 および樹脂固定部 5 1 に貫通スリット 5 3 が形成されている。

30

【 0 0 6 0 】

図 1 0 は、本発明の第 3 の実施形態における中空系膜モジュールを示す横断面図である。図 1 0 に示すように、本実施形態における下部ケーシング 2 3 3 と膜束 2 0 との間には、下部ケーシング 2 3 3 の円周方向に延びる通路 2 6 0 が形成されており、下部ケーシング 2 3 3 には、この下部ケーシング 2 3 3 の接線方向に沿って延びる原水流入ノズル 2 3 5 が設けられている。

【 0 0 6 1 】

このような構造により、原水流入ノズルから供給される原水の急速な流れの流速を抑えるために設けられる多孔構造（例えば図 8 の孔 1 3 2 b）が不要となる。また、下部ケーシング 2 3 3 の接線方向に沿って延びる原水流入ノズル 2 3 5 を設けることにより、原水流入ノズル 2 3 5 から供給される原水が直接中空系膜に接触することが防止されるため、原水流入ノズル 2 3 5 から供給される原水の流れが中空系膜に当たることにより中空系膜が破損するという、外圧濾過膜モジュールに特有の問題を解決することもできる。なお、このような構造は、クロスフロー濾過を用いた中空系膜モジュールにも適用することができる。

40

【 0 0 6 2 】

下部ケーシング 2 3 3 と膜束 2 0 との間の通路 2 6 0 の形状に特に制限はないが、図 1

50

0に示すように、所定の間隔で内方に突出する突起262を通路260に設ければ、通路260内の流れの攪乱分散を促進してその流速を速やかに低減し、筒状体内で比較的均一に原水を流動させることができる。この通路260と突起262の寸法を原水の流入量に応じてそれぞれ適当な値に選択することで、効果的な旋回流を生じさせることができ、筒状体内での原水の流動をより均一化することができる。

【0063】

また、原水流入ノズル235から流入する原水の流速によっては、原水流入ノズル235近傍の下部ケーシング233の内径を大きくし、下部ケーシング233と膜束20との間の通路260の幅を原水流入ノズル235近傍で膨らませてよい。また、下部ケーシング233を含む筒状体の内径は、原水流入ノズル235近傍から上方についても同一にしてもよいが、中空系膜にかかる水圧にムラが生じないように、原水流入ノズル235近傍の直上方で原水流入ノズル235近傍の径よりも小さくするか、上方に行くに従って原水流入ノズル235近傍の内径から徐々に小さくすることが好ましい。

10

【0064】

また、上述した通路260に突起262を設ける代わりに、原水流入ノズル235からの流路が徐々に上方に向かうように通路を螺旋状に形成することによっても、上記と同様に旋回流を生じさせることができる。設計上の理由などにより下部ケーシング233と膜束20との間に通路260を形成することが困難な場合や、筒状体の内部に流入する原水の流速を低減したい場合には、原水流入ノズル235の下部ケーシング233の接線方向に延びて接続する部分の断面形状を図11に示すようにしてもよい。すなわち、原水流入ノズル235の断面形状を、下部ケーシング233との接続部では、筒状体の長手方向に向かって伸びる略矩形形状235aとし、下部ケーシング233との接続部から離れるに従って、通常の外部パイプに接続できる略円形状235bに変化させてもよい。

20

【0065】

この場合において、原水流入ノズル235の略矩形形状235aの断面積が略円形状235bの断面積と同一になるように、あるいは、略矩形形状235aの断面積が略円形状235bの断面積よりも広くなるように、原水流入ノズル235を構成することが好ましい。このようにすることで、上述した問題点を解決することができる。

【0066】

また、原水流入ノズル235の断面積を略円形状235bから略矩形形状235aに向けて大きくしていく場合には、原水流入ノズル235の内壁に、流れを攪乱させるための突起構造や、筒状体の内部に流入する原水の流速を低減するための多孔板を設けてもよい。

30

【0067】

図12は、図1に示す中空系膜モジュールの変形例を示す横断面図である。この変形例においては、上部カバー2と上部ケーシング31との間がシール部材(オリング)300でシールされ、下部カバー3と下部ケーシング33との間がシール部材(オリング)302でシールされている。シール部材300は上部ケーシング31の径方向外側に配置されており、シール部材302は下部ケーシング33の径方向外側に配置されている。

【0068】

図12に示すように、上部カバー2が接続される上部ケーシング31の上端部には、径方向外側に延びる第1の係止片31aが設けられており、その下方には径方向外側に延びる第2の係止片31bが設けられている。第1の係止片31aの長さは第2の係止片31bよりも短くなっている。これらの係止片31a、31bにより、上部ケーシング31の上端部外周面にシール部材300を収容するシール部材収容部31cが形成されている。なお、このような係止片31a、31bを形成せずに、上部ケーシング31の上端部外周面にシール部材300を収容する凹部(溝)を形成してもよい。

40

【0069】

また、同様に、下部カバー3が接続される下部ケーシング33の下端部には、径方向外側に延びる第1の係止片33aが設けられており、その上方には径方向外側に延びる第2

50

の係止片 3 3 b が設けられている。第 1 の係止片 3 3 a の長さは第 2 の係止片 3 3 b よりも短くなっている。これらの係止片 3 3 a , 3 3 b により、下部ケーシング 3 3 の下端部外周面にシール部材 3 0 2 を収容するシール部材収容部 3 3 c が形成されている。なお、このような係止片 3 3 a , 3 3 b を形成せずに、下部ケーシング 3 3 の下端部外周面にシール部材 3 0 2 を収容する凹部（溝）を形成してもよい。

【 0 0 7 0 】

このようにシール部材 3 0 0 , 3 0 2 を配置することにより、中空系膜モジュールの内部が加圧されてカバー 2 , 3 が多少軸方向にずれたとしても、シール部材 3 0 0 , 3 0 2 はケーシング 3 1 , 3 3 の外周面に接触し続けるため、確実にシールすることが可能となる。これに対して、シール部材をカバー 2 , 3 の軸方向端部に配置した場合には、中空系膜モジュール内部の加圧によりカバー 2 , 3 が軸方向にずれると、リーク等の問題が生ずる可能性が高い。

【 0 0 7 1 】

また、上述したシール部材 3 0 0 , 3 0 2 の配置により、ねじ込みや接着といった方法ではなくクランプ等の簡易な方法によりカバー 2 , 3 をケーシング 3 1 , 3 3 に接続することができる。このため、中空系膜モジュールの構造を単純化することが可能となる。さらに、クランプ等の方法によりカバー 2 , 3 をケーシング 3 1 , 3 3 に接続すれば、筒状体 3 0 のみを交換・取り外しすることにより中空系膜 1 0 の交換や取り外しを行うことができ、中空系膜 1 0 の交換や取り外しが容易になる。このようなシール構造は、外圧濾過に限られず、内圧濾過の場合にも採用することができる。

【 0 0 7 2 】

なお、図 1 2 に示す例では、シール部材 3 0 0 , 3 0 2 がケーシング 3 1 , 3 3 の径方向外側に配置されているが、シール部材 3 0 0 , 3 0 2 をケーシング 3 1 , 3 3 の径方向内側に配置してシールする構成にしてもよい。

【実施例 1】

【 0 0 7 3 】

以下のような構成の中空系膜モジュールを用いて実験を行った。中空系膜 1 0 として、公称孔径 0 . 1 μm の多孔質中空系膜を用い、中間ケーシング 1 3 2 としては、内径 1 5 0 mm の円筒状パイプを用いた。このケーシング 1 3 2 の両端部には多孔構造を形成した。中空系膜 1 0 を束ねて、その両端を樹脂で固定し、筒状体 1 3 0 の内部に充填した。また、上端固定部 4 0 の原水に接触する面に幅 2 0 mm、深さ 1 0 mm の溝 4 3 を形成した。この溝 4 3 は、図 3 に示すように、上部ケーシング 3 1 の原水流出ノズル 3 4 の方向に向かって延びるように形成した。

【 0 0 7 4 】

このようにして製作された外圧式中空系膜モジュールを用いて、全量濾過による連続通水試験を実施した。まず、下端固定部 5 0 の下方から貫通スリットを通して純水を筒状体 1 3 0 の内部に供給して原水の濾過を 1 5 分行った。その後、濾過水による逆洗と同時に、下部カバー 3 のノズル 3 a から貫通スリットを通じて空気を供給してエアスクラビングを 3 0 秒間行った。そして、筒状体 1 3 0 の内部の水を 3 0 秒間排水した。これらの工程を 1 サイクルとして 2 週間の連続試験を実施した。その結果、2 週間後の濾過水量は初期濾過水量の 9 9 % であり、フラックスの低下はほとんど見られなかった。

【 0 0 7 5 】

（比較例 1）

上端固定部 4 0 に溝を形成していない点を除いて上記実施例 1 と同様の中空系膜モジュールを用いて、実施例 1 と同様の運転条件で 2 週間の連続通水試験を実施した。その結果、2 週間後の濾過水量は初期濾過水量の 9 3 % にまで低下した。確認のため、中空系膜モジュールを解体し、中空系膜を観察したところ、モジュールの上端側の中空系膜の一部が乾燥している状態であることが観察された。このことから、濾過水量の低下原因は、エアスクラビングにより供給した気泡が完全に排出されず、濾過工程時にもモジュールの上端部に滞留することで、中空系膜が乾燥して疎水化し、有効膜面積が減少したことにあると

10

20

30

40

50

考えられる。

【実施例 2】

【0076】

以下のような構成の中空系膜モジュールを用いて実験を行った。中空系膜 10 として、公称孔径 0.1 μm の多孔質中空系膜を用い、中間ケーシング 132 としては、内径 150 mm の硬質塩化ビニルパイプを用いた。このケーシング 132 の両端部には多孔構造を形成した。中空系膜 10 を束ねて、その両端を樹脂で固定し、筒状体 130 の内部に充填した。また、上端固定部 40 の原水に接触する面に幅 20 mm、深さ 10 mm の溝 43 を形成した。この溝 43 は、図 3 に示すように、上部ケーシング 31 の原水流出ノズル 34 の方向に向かって延びるように形成した。下部固定部 50 の樹脂固定部 51 およびソフト

10

ポッティング部 52 に、図 5 に示すように、幅 3 mm の貫通スリット 53 を 10 本形成し、この貫通スリット 53 を通じて原水の供給およびエアスクラビング用の空気の供給を行った。貫通スリット 53 の開口率は、下端固定部 50 の横断面積に対して約 20 % とした。

【0077】

このようにして製作された外圧式中空系膜モジュールを用いて、濁度 2 ~ 11 度の範囲で変動する河川の表流水を原水として全量濾過方式で連続通水試験を実施した。まず、下端固定部 50 の下方から貫通スリット 53 を通して原水を筒状体 130 の内部に供給して原水の濾過を 1 時間行った。その後、濾過水による逆洗と同時に、下部カバー 3 のノズル 3a から貫通スリット 53 を通じて空気を供給してエアスクラビングを 30 秒間行った。そして、筒状体 130 の内部の水を貫通スリット 53 を通して 30 秒間排水した。これらの工程を 1 サイクルとして 1 ヶ月間の連続試験を実施した。その結果、750 時間後の濾過水量は初期濾過水量の 81 % であった。

20

【0078】

(比較例 2)

下端固定部 50 に貫通スリット 53 の代わりに円形の開口部を形成した点を除いて上記実施例 2 と同様の中空系膜モジュールを用いて、実施例 2 と同様の運転条件で連続通水試験を実施した。円形開口部の径は 10 mm、数は 32 個とし、円形開口部の開口率は、実施例 2 と同様に、下端固定部 50 の横断面積に対して約 20 % とした。その結果、750 時間後の濾過水量は初期濾過水量の 58 % までに低下し、実施例 2 と比べると明らかにフ

30

【実施例 3】

【0079】

以下のような構成の中空系膜モジュールを用いて実験を行った。中空系膜 10 として、公称孔径 0.1 μm の多孔質中空系膜を用い、中間ケーシング 132 としては、内径 150 mm の硬質塩化ビニルパイプを用いた。このケーシング 132 の両端部には多孔構造を形成した。中空系膜 10 を束ねて、その両端を樹脂で固定し、筒状体 130 の内部に充填した。また、上端固定部 40 の原水に接触する面に幅 20 mm、深さ 10 mm の溝 43 を形成した。この溝 43 は、図 3 に示すように、上部ケーシング 31 の原水流出ノズル 34 の方向に向かって延びるように形成した。下部固定部 50 の樹脂固定部 51 およびソフト

40

ポッティング部 52 に、図 5 に示すように、幅 3 mm の貫通スリット 53 を 10 本形成し、この貫通スリット 53 を通じて原水の供給およびエアスクラビング用の空気の供給を行った。貫通スリット 53 の開口率は、下端固定部 50 の横断面積に対して約 20 % とした。

【0080】

このようにして製作された外圧式中空系膜モジュールを用いて、濁度 2 ~ 11 度の範囲で変動する河川の表流水を原水として全量濾過方式で連続通水試験を実施した。まず、下端固定部 50 の下方から貫通スリット 53 を通して原水を筒状体 130 の内部に供給して原水の濾過を 1 時間行った。その後、濾過水による逆洗と同時に、下部カバー 3 のノズル 3a から貫通スリット 53 を通じて空気を供給してエアスクラビングを 30 秒間行った。

50

そして、筒状体 1 3 0 の内部の水を貫通スリット 5 3 を通して 3 0 秒間排水した。これらの工程を 1 サイクルとして 1 ヶ月間の連続試験を実施した。その結果、7 5 0 時間後の濾過水量は初期濾過水量の 8 6 % であった。

【 0 0 8 1 】

(比較例 3)

下端固定部 5 0 に貫通スリット 5 3 の代わりに円形の開口部を形成した点を除いて上記実施例 3 と同様の中空系膜モジュールを用いて、実施例 3 と同様の運転条件で連続通水試験を実施した。円形開口部の径は 1 0 m m、数は 3 2 個とし、円形開口部の開口率は、実施例 3 と同様に、下端固定部 5 0 の横断面積に対して約 2 0 % とした。その結果、7 5 0 時間後の濾過水量は初期濾過水量の 7 2 % までに低下し、実施例 2 と比べると明らかにフ

10

【 0 0 8 2 】

これまで本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいことは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 3 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態における中空系膜モジュールを示す縦断面図である。

【図 2】図 1 に示す中空系膜モジュールの上端部を示す部分破断斜視図である。

【図 3】図 2 に示すソフトポッティング部の横断面図である。

20

【図 4】図 4 (a) から図 4 (c) は図 3 に示すソフトポッティング部に形成される溝の変形例を示す横断面図である。

【図 5】図 1 に示す下側固定部の横断面図である。

【図 6】図 6 (a) から図 6 (c) は図 5 に示す下側固定部の変形例を示す横断面図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態における中空系膜モジュールを示す縦断面図である。

【図 8】図 7 に示す中間ケーシングの斜視図である。

【図 9】図 7 に示す中空系膜モジュールの下端部を示す部分破断斜視図である。

【図 1 0】本発明の第 3 の実施形態における中空系膜モジュールを示す横断面図である。

【図 1 1】図 1 0 に示す中空系膜モジュールの変形例を示す模式図である。

30

【図 1 2】図 1 に示す中空系膜モジュールの変形例を示す横断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

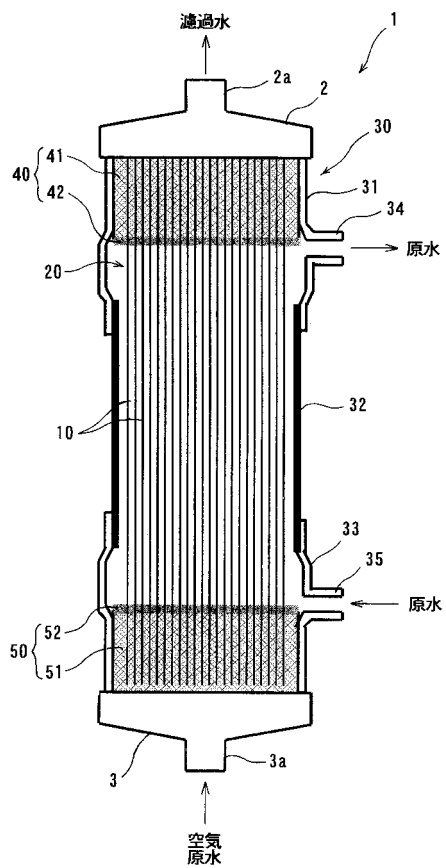
- 1 , 1 0 1 中空系膜モジュール
- 2 上部カバー
- 3 下部カバー
- 1 0 中空系膜
- 2 0 膜束
- 3 0 , 1 3 0 筒状体
- 3 1 上部ケーシング
- 3 1 a , 3 1 b , 3 3 a , 3 3 b 係止片
- 3 1 c シール部材収容部
- 3 2 , 1 3 2 中間ケーシング
- 3 3 , 2 3 3 下部ケーシング
- 3 3 c シール部材収容部
- 3 4 原水流出ノズル
- 3 5 , 2 3 5 原水流入ノズル
- 4 0 , 5 0 固定部
- 4 1 , 5 1 樹脂固定部
- 4 2 , 5 2 ソフトポッティング部

40

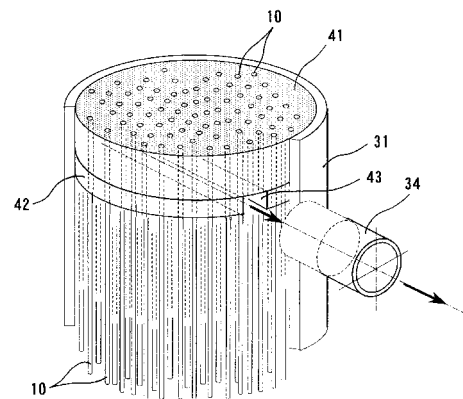
50

- 4 3 溝
 5 3 貫通スリット
 5 4 膜束部
 1 3 2 a , 1 3 2 b 孔
 2 6 0 通路
 2 6 2 突起
 3 0 0 , 3 0 2 シール部材

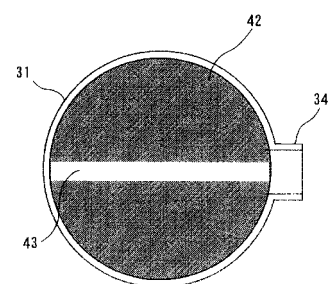
【図 1】



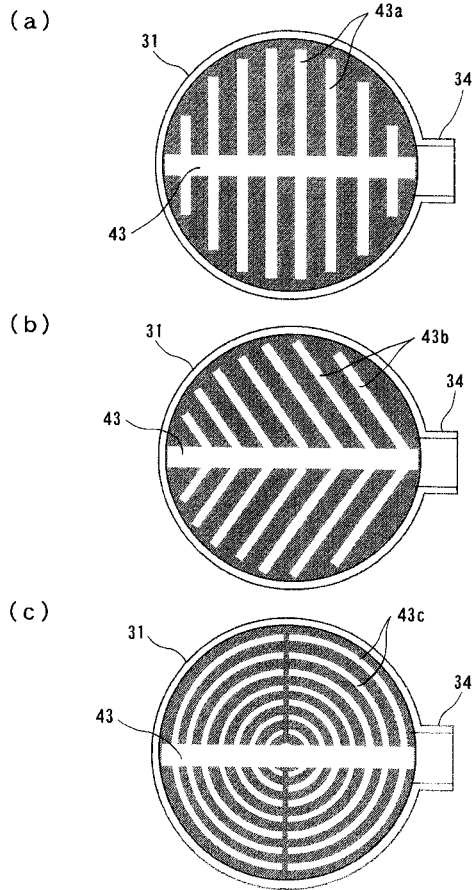
【図 2】



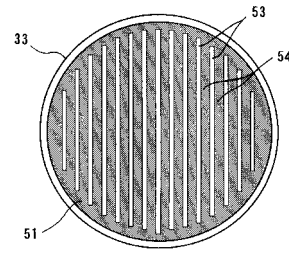
【図 3】



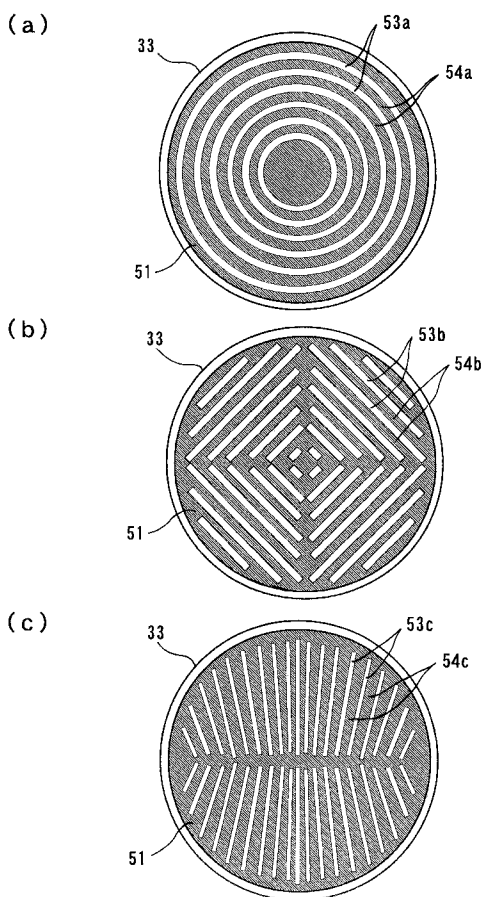
【図 4】



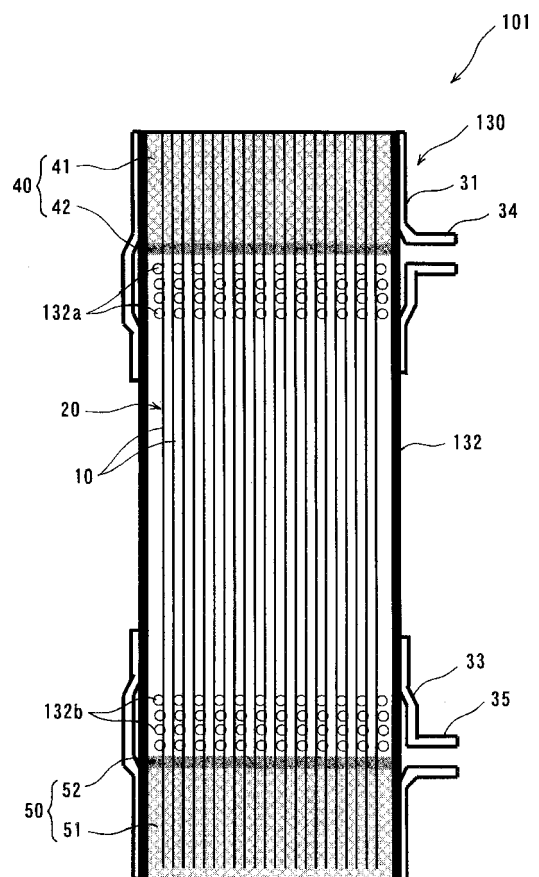
【図 5】



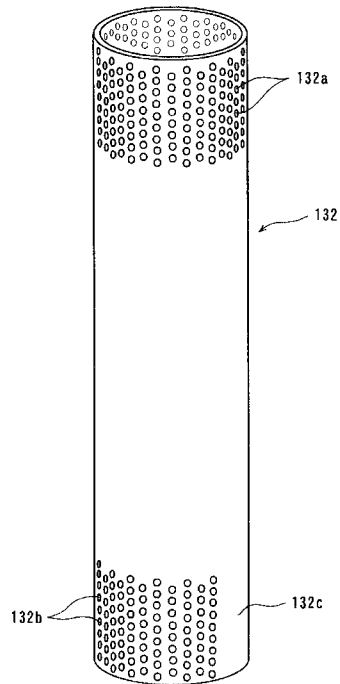
【図 6】



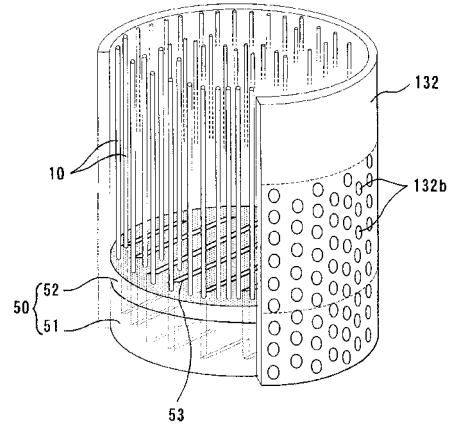
【図 7】



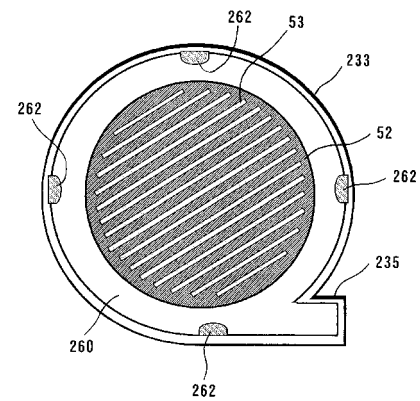
【図 8】



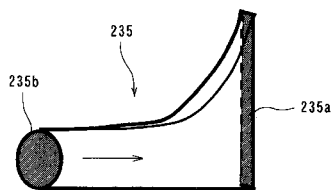
【図 9】



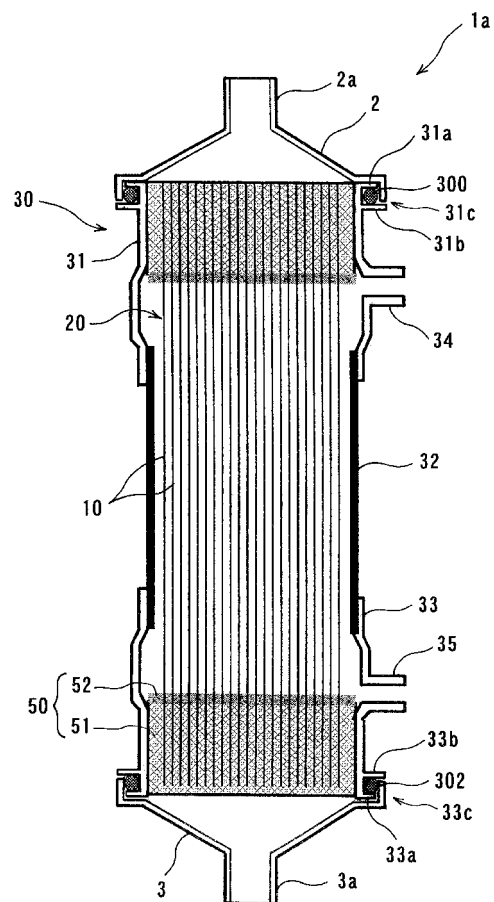
【図 10】



【図 11】



【図 12】



 フロントページの続き

- (74)代理人 100092406
弁理士 堀田 信太郎
- (74)代理人 100093942
弁理士 小杉 良二
- (74)代理人 100118500
弁理士 廣澤 哲也
- (72)発明者 坂下 大地
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 貝谷 吉英
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 大場 将純
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 二見 賢一
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 早川 淳一
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 陳 良剛
中国海南省海口市 京 山新区机场北路 8 号 海南立昇净水科技实业有限公司内
- (72)発明者 陳 清
中国海南省海口市 京 山新区机场北路 8 号 海南立昇净水科技实业有限公司内

審査官 大島 忠宏

- (56)参考文献 特開昭 5 6 - 1 0 0 6 0 5 (J P , A)
特開平 0 2 - 2 6 1 5 2 2 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 3 7 5 5 3 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 5 0 0 2 3 (J P , A)
特開昭 5 9 - 1 6 2 9 0 6 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 1 4 0 8 7 (J P , A)
実開昭 6 0 - 1 8 3 0 0 3 (J P , U)
実開昭 5 8 - 0 9 5 2 0 2 (J P , U)
特開 2 0 0 2 - 2 8 2 6 5 5 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 7 1 3 5 4 (J P , A)
特開昭 6 1 - 1 9 2 3 0 9 (J P , A)
特表 2 0 0 2 - 5 2 5 1 9 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 0 1 D 6 3 / 0 0
B 0 1 D 6 3 / 0 2
C 0 2 F 1 / 4 4
C 0 2 F 1 1 / 1 2