(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4491691号
(P4491691)

(45)発行日　平成22年6月30日(2010.6.30)　(24)登録日　平成22年4月16日(2010.4.16)

| (51)Int.Cl. | | F I | | |
|---|---|---|---|---|
| B01D 63/00 | (2006.01) | B01D | 63/00 | 500 |
| B01D 63/02 | (2006.01) | B01D | 63/02 | |
| B01D 65/02 | (2006.01) | B01D | 65/02 | |
| B01D 65/08 | (2006.01) | B01D | 65/02 | 520 |
| C02F 1/44 | (2006.01) | B01D | 65/08 | |

請求項の数 7　(全 12 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2005-507211 (P2005-507211)
(86)(22)出願日　平成16年6月15日 (2004.6.15)
(86)国際出願番号　PCT/JP2004/008334
(87)国際公開番号　WO2004/112944
(87)国際公開日　平成16年12月29日 (2004.12.29)
審査請求日　平成19年6月6日 (2007.6.6)
(31)優先権主張番号　特願2003-172495 (P2003-172495)
(32)優先日　平成15年6月17日 (2003.6.17)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　303046314
旭化成ケミカルズ株式会社
東京都千代田区神田神保町一丁目１０５番地
(74)代理人　100107571
弁理士　田中　哲郎
(72)発明者　橋本　知孝
静岡県富士市川成島１００　旭化成西アパート３４４
(72)発明者　岡村　大祐
静岡県富士市横割５－４－１　旭化成あさぎり寮Ｂ１０２

審査官　目代　博茂

最終頁に続く

(54)【発明の名称】膜カートリッジ、膜分離装置及び膜分離方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数本の中空糸膜からなり両端部が接着固定層で接着固定された１つ又は複数の中空糸膜束と、該中空糸膜束の一方の端部外周に液密に固定されたカートリッジヘッドと他方の端部の外周に固定された下部リングとを有する中空糸膜カートリッジであって、カートリッジヘッド側の端部において中空糸膜の中空部が開口し、下部リング側接着固定層内において中空糸膜の中空部が封止され、下部リング側接着固定層に複数の貫通穴が設けられ、貫通穴が中空糸膜束内に配置され、下部リングの端部が下部リング側接着固定層の端面より突き出しており、かつ、少なくとも一部の中空糸膜束はカートリッジヘッド側接着固定層において２つ以上の複数の小束に分割されていると共に、下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド側接着固定層に向かう途中で、２つ以上の複数小束に分割されている、上記中空糸膜カートリッジ。
【請求項２】
カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の小束は、各々の小束内においては最近接する中空糸膜同士間の距離が２ｍｍ未満であり、中空糸膜本数が１０本以上１０００本以下であり、最近接する小束同士の距離は２ｍｍ以上、１００ｍｍ以下である、請求項１記載の中空糸膜カートリッジ。
【請求項３】
カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の各々の小束は１あるいは複数の同心円上に配置される、請求項１記載の中空糸膜カートリッジ。

【請求項４】
カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面の同心円の中心部から外周部に向かう全ての方向において中空糸膜束が存在する、請求項３記載の中空糸膜カートリッジ。
【請求項５】
カートリッジ側および下部リング側接着固定層のろ過部側界面を形成する樹脂の硬度（ＪＩＳＫ６２５３、ＩＳＯ７６１９に準じて測定）が、２０Ａ以上、９０Ａ以下である、請求項１記載の中空糸膜カートリッジ。
【請求項６】
流入口を持った容器内部に、請求項１から５のいずれか１項に記載の中空糸膜カートリッジを垂直に配列し、ろ過及び／または逆洗中に下部リング側接着固定層にある複数の貫通穴を通過して中空糸膜を揺動せしめる気体を噴出する気体導入口を中空糸膜カートリッジの下部リングの下方に設けた、膜分離装置。
【請求項７】
被処理原水を容器内に流入させて、容器内部に垂直方向に配列した請求項１から５のいずれか１項に記載の中空糸膜カートリッジの下部リングの下方より曝気を行いながら吸引ろ過、逆洗を行うことを含む、膜分離方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は加圧式又は吸引式のタンク型濾過装置、あるいは浸漬型濾過装置に装着される中空糸膜を用いた濾過カートリッジに関する。更に詳しくは、本発明は河川水、湖沼水、地下水、海水、生活排水、工場排水、下水二次処理水等の原水について除濁、除菌を行う濾過装置、あるいは活性汚泥の固液分離を膜で行う膜分離活性汚泥装置に用いられる中空糸膜カートリッジに関する。
【背景技術】
【０００２】
廃水処理方法の一つとして、活性汚泥槽に膜カートリッジを浸漬し、ろ過により活性汚泥と処理後の処理水の固液分離を行う膜分離活性汚泥法がある。この方法は活性汚泥濃度（ＭＬＳＳ：Ｍｉｘｅｄ Ｌｉｑｕｏｒ Ｓｕｓｐｅｎｄｅｄ Ｓｏｌｉｄ）を５０００から２００００ｍｇ／ｌと極めて高くしてろ過処理が行えるため、活性汚泥槽の容積を小さくできる、あるいは活性汚泥槽内での反応時間を短縮することができる利点を有する。また膜によるろ過のため、処理水中には浮遊物質（ＳＳ：Ｓｕｓｐｅｎｄｅｄ Ｓｏｌｉｄ）が混入せず最終沈殿槽が不要となり処理施設の敷地面積を減らすことができること、活性汚泥沈降性の良否を問わずろ過ができるため、活性汚泥管理も軽減されることなど多くのメリットがあり、近年急速に普及されている。
【０００３】
膜カートリッジに中空糸膜を用いる場合、膜自身の強度が高いため、原水中から混入する夾雑物との接触による膜表面へのダメージが少なく長期間の使用に耐えることができる。更にろ過方向とは逆方向に処理水等の媒体を噴出させて膜表面の付着物を除去する逆洗を行なえる利点を有する。しかし、中空糸膜同士の隙間に蓄積する活性汚泥の凝集物や原水から持ち込まれる夾雑物質を排除しながらろ過を行なわないと、有効な膜面積が低下する。その結果、ろ過効率が低下するため、長期間の安定なろ過が出来ないという問題がある。
【０００４】
従来はこの中空糸膜表面及び中空糸膜間への汚泥等の蓄積を避けるために膜カートリッジの下部から空気等の曝気を行っていた。それにより膜の揺動効果と気泡の上方への移動による撹拌効果から中空糸膜表面及び中空糸膜間の活性汚泥凝集物や原水から持ち込まれる夾雑物を剥離させ、それらの蓄積を防いでいた。例えば中空糸膜カートリッジの下部に下部リング（またはスカートともいう）を設置し、かつ下部リング側接着固定層に複数の貫通穴を設け、カートリッジ下部からの曝気により下部リングから突き出た下部リング端

部内に気体溜まりを形成する。それによって複数の貫通穴より均等に気泡を発生させ、中空糸膜の外表面に堆積した懸濁物を剥離しやすくしていた（例えば特開２０００－１５７８４６号公報参照）。

【０００５】

しかしながら、膜分離活性汚泥法などの高濃度のＭＬＳＳをろ過処理する場合は、曝気による撹拌効果と膜の揺動効果で中空糸膜束間の汚泥を剥離させる効果はあるものの、気泡の上昇によって活性汚泥凝集物や夾雑物を押し上げる力が作用する。そして、カートリッジヘッド近傍の膜束内においては、これらが膜束外に抜け切らず、徐々に蓄積する。更に曝気量を増やすと中空糸膜間を通過する汚泥凝集物や夾雑物が増加する。結果としてカートリッジヘッド近傍の束内に汚泥堆積物や夾雑物がより蓄積し、中空糸表面が目詰まりする問題がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明は、必要最小限の曝気量で、汚泥凝集物や夾雑物等の中空糸膜カートリッジへの蓄積を防止し、長時間安定な膜ろ過性能を有する膜カートリッジ、膜分離方法及び膜分離装置に関するものである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明者らは、鋭意検討の結果、中空糸膜カートリッジについて下記の構造にすることで、下部リング部の下方より曝気した気泡がカートリッジヘッドまで外部に散逸することが極小となることを見出した。また、下記の構造にすることで、カートリッジヘッド近傍において一定間隔以上の中空糸膜束間が存在するため、汚泥凝集物や夾雑物が、カートリッジの中空糸膜間に蓄積せずに、カートリッジ外へ抜け出ることを見出し、本発明に至った。

【０００８】

即ち、本発明の構成は以下の通りである。

（１）複数本の中空糸膜からなり両端部が接着固定層で接着固定された１つ又は複数の中空糸膜束と、中空糸膜束の一方の端部外周に液密に固定されたカートリッジヘッドと他方の端部の外周に固定された下部リングとを有する中空糸膜カートリッジであって、

カートリッジヘッド側の端部において中空糸膜の中空部が開口し、下部リング側接着固定層内において中空糸膜の中空部が封止され、下部リング側接着固定層に複数の貫通穴が設けられ、貫通穴が中空糸膜束内に配置され、下部リングの端部が下部リング側接着固定層の端面より突き出しており、かつ、少なくとも一部の中空糸膜束はカートリッジヘッド側接着固定層において２つ以上の複数の小束に分割されている、

上記中空糸膜カートリッジ。

（２）前記少なくとも一部の中空糸膜束は、下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド側接着固定層に向かう途中で、２つ以上の複数小束に分割されている、（１）記載の中空糸膜カートリッジ。

（３）カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の小束は、各々の小束内においては最近接する中空糸膜同士間の距離が２ｍｍ未満であり、中空糸膜本数が１０本以上１０００本以下であり、最近接する小束同士の距離は２ｍｍ以上、１００ｍｍ以下である、（１）記載の中空糸膜カートリッジ。

（４）カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の各々の小束は１あるいは複数の同心円上に配置される、（１）記載の中空糸膜カートリッジ。

（５）カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面の同心円の中心部から外周部に向かう全ての方向において中空糸膜束が存在する、（４）記載の中空糸膜カートリッジ。

（６）カートリッジヘッド側および下部リング側接着固定層のろ過部側界面を形成する樹脂の硬度（ＪＩＳＫ６２５３、ＩＳＯ７６１９に準じて測定）が、２０Ａ以上、９０Ａ以下である、（１）記載の中空糸膜カートリッジ。

（７）流入口を持った容器内部に、（１）から（６）のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジを垂直に配列し、ろ過及び／または逆洗中に下部リング側接着固定層にある複数の貫通穴を通過して中空糸膜を揺動せしめる気体を噴出する気体導入口を中空糸膜カートリッジの下部リングの下方に設けた、膜分離装置。
（８）被処理原水を容器内に流入させて、容器内部に垂直方向に配列した（１）から（６）のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジの下部リングの下方より曝気を行いながら吸引ろ過、逆洗を行なうことを含む、膜分離方法。
【発明の効果】
【０００９】
本発明による中空糸膜カートリッジおよび膜分離装置の運転により、中空糸膜の表面への汚泥の蓄積を防止し、長期間安定なろ過性能を安価に達成できる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１０】
以下、図１により本発明に係わる中空糸膜カートリッジの実施形態の例を説明する。本中空糸膜カートリッジは複数本の中空糸膜からなる中空糸膜束１（本発明の中空糸膜カートリッジにおいて中空糸膜束は一つでも複数でもよいが、この実施形態では一つとする。）と、中空糸膜束１の両端にカートリッジヘッド２と下部リング３とを有し、カートリッジヘッド側接着固定層４、及び下部リング側接着固定層５で中空糸膜を固定している。中空糸膜はカートリッジヘッド側の端部（カートリッジヘッド側接着固定層端面６）では開口し、下部リング側の端部（下部リング側接着固定層内）において中空糸膜の中空部が封止されている。下部リング３には、下部リング側接着固定層の端面よりも突き出た下部リング端部９が存在する。下部リング側接着固定層５には複数の貫通穴８が存在する。中空糸膜束１はカートリッジヘッド側接着固定層４において２つ以上の複数の小束１０に分割されている。一般的に本発明の中空糸膜カートリッジにおいては、中空糸膜束はカートリッジヘッド側接着固定層以外の位置で２つ以上の複数の小束に分割されていても構わない。カートリッジヘッド２と下部リング３は側芯棒１１により連結されている。中空糸膜のうち、両端の接着固定層に含まれない部分をろ過部１２とし、カートリッジヘッド側接着固定層４のうち、ろ過部側に面した部分をカートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面１３、下部リング側接着固定層５のうち、ろ過部に面した部分を下部リング側接着固定層のろ過部界面１４と定義する。
なお、本発明の中空糸膜カートリッジにおいては、上記したように中空糸膜束は一つでも複数でもよい。中空糸膜束が複数の場合には、その全てが複数の小束に分割されていてもよいし、複数の小束に分割されていないものを含んでいてもよい。中空糸膜束が一つの場合には、その中空糸膜束は複数の小束に分割されているものとする（本実施形態における場合）。
【００１１】
下部リング側接着固定層にある複数の貫通穴を通過した気泡は中空糸膜に揺動を与えつつ、中空糸膜間の空隙をほぼ垂直に上昇する。しかし、カートリッジヘッド側接着固定層近傍では中空糸膜の振幅も小さく、空隙が少なくなり、気泡は上昇できず円周方向に拡散しカートリッジ外に抜ける。膜の充填率を高め、中空糸膜同士の間隔が小さい場合は、汚泥中に含まれる固形物や繊維状物、汚泥の堆積物が通り抜けることができず、中空糸膜間に留まり、ろ過面積を低減させ、ろ過を困難にする。
【００１２】
中空糸膜の充填率を高めつつ、かつ汚泥蓄積物を除去し易くするには、カートリッジヘッド側接着層近傍の中空糸膜の密集度合いに疎な部分を作り、汚泥蓄積物が抜ける流路を設けることが必要である。即ち中空糸膜を２つ以上の複数の小束に分け、中空糸膜束間を曝気気泡及び汚泥蓄積物の流路とする構造が有効である。
【００１３】
また、下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド側接着固定層に至るまでの間で中空糸膜を２つ以上の複数の小束に分けることは、下部リングの下方からの曝気がカート

リッジ外に散逸することを防ぎ、洗浄効果が向上し好ましい。中空糸膜は下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド接着固定層の間においては互いに複数の交絡を形成することで、曝気による揺動の効果がより大きくなり、かつカートリッジ外への散逸を防ぐことができるため好ましい。

【００１４】

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の小束は、各々の小束内において、最近接する中空糸膜同士間の距離が好ましくは２ｍｍ未満、より好ましくは１ｍｍ未満の中空糸膜間であることが中空糸膜面積を増加でき、膜カートリッジの濾過水量を向上できるため好ましい。ここでいう中空糸膜同士間の距離とは中空糸の最外表面同士の距離をいう。また、小束を形成する中空糸膜本数は好ましくは１０本以上１０００本以下であり、より好ましくは２０本以上３００本以下である。これらの範囲において特に中空糸膜間に汚泥凝集物や夾雑物の蓄積が少なくなる。最近接する小束同士の距離は好ましくは２ｍｍ以上、１００ｍｍ以下、より好ましくは、３ｍｍ以上、３０ｍｍ未満である。この範囲において特に汚泥や夾雑物の蓄積がなく、中空糸膜の充填率を高くでき、ろ過水量を増加させることができる。ここでいう小束同士の距離とは互いの小束に含まれる中空糸膜の最外表面の距離の中でもっとも近い距離をいう。

【００１５】

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面における中空糸膜の各々の小束は１あるいは複数の同心円上に配置されるた構造とすると曝気気泡を円周方向において均等に排出させることができるため、最小限の曝気量で汚泥堆積物排除の効果が発揮される。

【００１６】

また、カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面の同心円の中心部から外周部に向かう全ての方向において中空糸膜束が存在すること、（即ちカートリッジ外側からカートリッジヘッド側接着固定層のろ過部側界面の中心部が見えないこと、或いは同心円の中心から外周方向に任意の線を引いた際、全ての場合で中空糸膜の束を通過することと同意）でカートリッジの中心部から外周部へ向かう一部の方向に曝気の流れが偏ることもなくなり、均等に汚泥堆積物、夾雑物を排除することができる。

【００１７】

小束に含まれる中空糸膜の本数は上記の範囲であれば、各々が同じであっても、異なっても構わないが、全小束において小束に含まれる中空糸膜の本数が同数であるか、及び／または同心円上における各小束の配列間隔が均等であることが、汚泥堆積物を均一に排出する上で好ましい。

【００１８】

中空糸膜束（小束）の形状は円形、楕円、多角形等いずれの形でもよいが全小束は同形状であるか、そうでなくとも、同一円周上の小束は全て同形状であることが汚泥堆積物を均一に排出する上で好ましい。

【００１９】

一方、下部リング側接着固定層の中空糸膜の集合状態は単一の束構造または複数の小束に分割されてもよいが、特に単一の束において曝気した気泡がカートリッジヘッドまで散逸しにくいため好ましい。

中空糸膜束が２つ以上の複数の束に分割される場合は、下部リング側接着固定層からカートリッジヘッド側固定層の間において中空糸膜の交絡があることが、曝気の気泡がカートリッジ外部に散逸しない点で好ましい。

【００２０】

以下、図２により本発明に係わる中空糸膜カートリッジを用いた膜分離装置の実施形態の例を説明する。

図２において、中空糸膜カートリッジ１８は、中空糸膜が集合した複数の中空糸膜束１、カートリッジヘッド２、および下部リング３から構成されている。束ねられた中空糸膜束１の一方の端部は、接着剤により中空糸膜同士が一体的に結合されるとともにカートリッジヘッド側固定層４内に一体的に結合されている。そして、カートリッジヘッド２の処

理水出口２０側端面における中空糸膜は端部が開口されている。中空糸膜の他方の端部は、接着剤により中空糸膜同士が一体的に結合され、下部リング側接着固定層１４が構成されているが、中空糸膜の端部は封止されている。そして、下部リング側接着固定層５には、原水及び洗浄用の気体を中空糸膜束の内部に導入し、中空糸膜外周面に効果的に接触させるための複数の貫通穴８が形成されている。

【００２１】

中空糸膜カートリッジ１８の直径は、３０ｍｍ～８００ｍｍが好ましく、より好ましくは、１００ｍｍ～８００ｍｍに適用される。中空糸膜カートリッジの長さは、３００ｍｍ～３０００ｍｍの範囲が好ましい。

【００２２】

本発明では曝気時の下部リングの上昇やねじれを防止する目的で、カートリッジヘッド側接着固定層４と下部リング側接着固定層５とを棒、パイプ、板、鎖、紐、ネットのいずれかである側芯棒１１により連結固定する。特に棒、またはパイプが好ましく、用いる材質は、金属または樹脂が好ましい。これら棒やパイプの形状は任意であるが、円柱状であることが好ましく、鋭角な角をもつ形状は中空糸膜が繰り返し接触した際に損傷を起こす可能性があり適さない。太さは用いた材質の変形に対する強度を勘案して決めることが好ましい。また連結に用いるパイプや棒の硬度が高い場合、表面を低硬度の樹脂等で被覆することで中空糸膜がこれら棒に繰り返し接触した際の損傷を防ぐことができるため好ましい。

【００２３】

本発明に用いられる中空糸膜の孔径は特に限定されず、逆浸透膜、及び、限外ろ過膜から精密ろ過膜まで用いることが出来る。また、中空糸膜の素材は、特に限定されず、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアクリロニトリル、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリアミド、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ－４メチルペンテン、セルロース、酢酸セルロース、ポリフッ化ビニリデン、ポリエチレン－テトラフルオロエチレン共重合体、ポリテトラフルオロエチレン等が挙げられる。またはこれらの複合素材膜も使用できる。また、中空糸膜の形状としては、内径５０μｍ～３０００μｍで、内／外径比が０．３～０．８の範囲の膜が好適に使用出来る。

【００２４】

本発明の中空糸膜カートリッジのカートリッジ側接着固定層及び下部リング側接着固定層は、以下に例示される材料からなる接着剤により構成される。接着剤としては、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、エポキシアクリレート樹脂、シリコン樹脂等の高分子材料が挙げられる。

【００２５】

カートリッジヘッド側及び下部リング側接着固定層のろ過部界面の樹脂硬度は２０Ａ以上、９０Ａ以下が好ましく、より好ましくは２０以上、７０Ａ以下である（樹脂硬度の測定方法はＪＩＳＫ６２５３、ＩＳＯ７６１９に準じる。本明細書における以下の記載においても同様）。２０Ａ以下では硬度不足により、長期にわたり形状を保つことができない。９０Ａより高い場合は中空糸膜が揺動した際の歪応力を緩和できず中空糸膜が破断する可能性がある。従って、低硬度の樹脂を接着剤に用いる他、一段目に接着した固定層の上に低硬度の樹脂を接着することで好ましい界面の樹脂硬度に調整することができる。例えばエポキシ樹脂で接着固定層を形成した後にシリコン樹脂をエポキシ樹脂の上に接着させる、またはウレタン樹脂で接着固定層を形成した後に硬度の低いウレタン樹脂をウレタン樹脂の上に接着させるなどにより、界面の樹脂硬度を調整することができる。接着方法としては、遠心接着法や静置接着法等の公知の方法が用いられる。接着剤の硬化収縮や強度を改善したい場合は、上記接着剤にガラスファイバー、カーボンファイバー等の繊維状物、カーボンブラック、アルミナ、シリカ等の微粉体を含有させても良い。

【００２６】

本発明に用いられるカートリッジヘッド２及び下部リング３の素材は、特に限定されず

、また、同一でも異なっていてもよいが、熱可塑性樹脂やステンレス鋼が好ましく用いられる。カートリッジヘッド２は、中空糸膜カートリッジ１８を容器内に懸垂する際の固定部にもなりうるため、カートリッジヘッドの形状は懸垂・固定の構造に合わせて作製される。例えば、外周部に段差や溝を設けたり、あるいはネジ溝を設けてもよい。容器内への懸垂方法には、タンクを上下に隔離する隔離板に固定するタンク方式、主配管から分岐させた枝配管に固定するラック方式等があるが何れも好適に本発明のカートリッジを適用できる。

【００２７】

下部リング側接着固定層５に設けられた貫通穴８は、接着固定層自体に開けられた穴で、貫通穴の大きさは、相当直径が２ｍｍ～３０ｍｍの範囲が好ましい。貫通穴の形状は、三角形、四角形、六角形等の多角形、円形、楕円形、扇形、Ｃ字型または星形など任意の形状が選ばれる。また、その穴数は、カートリッジの断面積や糸本数にもよるが、２～３００個開口させることが好ましい。貫通穴の位置は、接着固定層断面のたとえば、多重円と放射状線との交点、格子の交点、あるいは、多数の正三角形の頂点の位置など、接着固定層断面に均等に分散して設けることが好ましい。

【００２８】

本発明では、下部リング３は、下部リング端部９として図示されるように、下部リング側接着固定層の端面より下方に突き出して中空糸膜束外周に固定されることが好ましい。端面から突き出した長さは、カートリッジの直径や、供給される気体量や、貫通穴の径と数によるが、下方からの気体の散逸を防ぐためには５ｍｍ～３００ｍｍであることが好ましい。３００ｍｍ以下の場合カートリッジの全長にわたり無駄なスペースが少ないので好ましい。５ｍｍ以上の場合、カートリッジに供給された気体が有効に貫通穴へ導かれ、横方向に散逸しないため好ましい。

【００２９】

曝気用気体噴出口１９から噴出した気体が下部リング側接着固定層５にある複数の貫通穴８から均一に通過するためには、曝気用気体噴出口１９から噴出した気体が下部リング３において下方に突き出したスペースに気体溜まり部を形成し、その気体溜まりから各貫通穴に気体が供給されることが必要である。気体溜まり部の厚さは好ましくは３０ｍｍ以上、より好ましくは５０ｍｍ以上である。曝気用気体噴出口１９の位置は形成される気体溜まり部の厚さを勘案して決めることが好ましい。曝気用気体噴出口１９には、曝気用気体導入管２１が接続され、気泡が下部リング３の下方に突き出したスペース内に供給される。

【００３０】

本発明におけるカートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面１３の中空糸膜束１の配列は図３の例に示すように（ａ）のように中空糸膜束が不規則でもよいが、（ｂ）のように同心円上に配列した方が好ましい。（ｃ）、（ｄ）のように中空糸膜束の形状が円形でなくてもよい。また（ｄ）、（ｅ）のように中空糸膜束の大きさが等しくなくてもよい。

【００３１】

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面１３の中心部に中空糸膜を配置しない部分を設けることが好ましい。それにより、下部リング側接着固定層５の貫通穴８を通過した気体が、カートリッジヘッド２近傍に到達するまでカートリッジ外周部に散逸しにくく、且つカートリッジヘッド近傍で外周部に散逸するため、汚泥の付着し易いカートリッジヘッド近傍の汚泥付着を防ぐことができる。

【００３２】

本発明の実施例を以下に説明するが、それによって本発明が限定されることはない。

【実施例１】

複数の中空糸膜の両端をウレタン樹脂で接着固定し、一方の端部外周に液密に接着固定されたカートリッジヘッドと他方端部外周に液密に接着固定された下部リングとを有し、膜面積２５ｍ$^2$の円筒形の中空糸膜カートリッジを作成した。中空糸膜は、ポリフッ化ビニリデン製の細孔径０．１μｍの精密ろ過膜で、外径１．４ｍｍ、内径０．８ｍｍ、カー

トリッジヘッド側、及び下部リング側接着固定層のろ過部界面間の有効長が２０００ｍｍであった。中空糸膜の両端の接着固定層の直径は約１５０ｍｍであった。

【００３３】

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を１つの小束当たり１１００本中空糸膜を束ね、小束の数を３束とし、図４（ａ）に示すような配列とした。小束同士の間隔は３ｍｍであった。小束を図４（ａ）の通り配列させるため、樹脂製の板に穴を開けた多穴板を作成し、カートリッジヘッド内部に該多穴板を設置し、各々の小束を多穴板に通してカートリッジヘッド内に固定した後接着した。一方、下部リング側接着固定層は中空糸膜を単一の束にした状態で接着固定した。その際に直径１１ｍｍの貫通穴を中空糸膜束内に２４穴空けた。接着はウレタン樹脂（サンユレック社製、ＳＡ－６３３０系、硬化後の硬度：９８Ａ）を使用し、遠心接着を行なった後に、ウレタン樹脂（サンユレック社製、ＳＡ－６３３０系、硬化後の硬度：５６Ａ）を中空糸膜の接着部と非接着部の界面に静置接着で固定化させた。

【００３４】

遠心接着の際、カートリッジヘッド側接着固定層と下部リング側接着固定層とを、ＳＵＳ３０４製の外径１３ｍｍのパイプに塩化ビニリデン製フィルムを被覆したものを２本用いて連結固定化した。

下部リングの側面より曝気用気体導入管を挿入し、下部リング側接着固定層より２０ｃｍ下部で、水平方向において下部リングのほぼ中心部に直径２ｃｍの曝気用気体噴出口を上向きに設置した。

【００３５】

本発明の膜分離装置を８ｍ$^3$の容積の活性汚泥槽に浸漬し、カートリッジヘッドとろ過水配管を接続し、活性汚泥槽に固定した。

本発明の膜分離装置に曝気用気体導入管から６Ｎｍ$^3$／ｈｒの空気を曝気しつつ、吸引ポンプで膜ろ過流が０．６ｍ$^3$／膜面積ｍ$^2$／日となる様に吸引ろ過した。この時の膜間差圧は、－１５～－２０ｋＰａで３ヶ月間安定であった。評価期間の活性汚泥槽の濃度ＭＬＳＳは、平均１００００ｍｇ／ｌであり、平均温度は２５℃であった。活性汚泥の原水には、平均ＢＯＤは１５０ｍｇ／ｌ、ＳＳが１６０ｍｇ／ｌである都市下水を用いた。

【００３６】

３ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は３．２３ｋｇであり、付着量が少ないことがわかった。この重量は湿潤状態の中空糸膜において使用前後のカートリッジの重量測定を行い、重量差を汚泥付着物或いは夾雑物の重量と定義した。

【実施例２】

【００３７】

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を１つの小束当たり１１０本中空糸膜を束ね、小束の数を３０とし、小束同士の間隔は１．５ｍｍとした。図４（ｂ）に示すような配列とした以外は実施例１と同様に膜分離装置を作製した。

また実施例１と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、－１５～－２０ｋＰａで３ヶ月間安定であった。３ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は２．５３ｋｇであり、付着量が少ないことがわかった。

【実施例３】

【００３８】

カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を１つの小束当たり１１０本中空糸膜を束ね、小束の数を３０とし、小束同士の間隔は２．０ｍｍとした。図４（ｃ）に示すような配列とした以外は実施例１と同様に膜分離装置を作製した。

また実施例１と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、－１５～－２０ｋＰａで３ヶ月間安定であった。３ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は２．０３ｋｇであり、付着量が少ないことがわか

った。
【実施例４】
【００３９】
カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を１つの小束当たり１１０本中空糸膜を束ね、小束の数を３０とし、小束同士の間隔は３．０ｍｍとした。図４（ｄ）に示すような配列とした以外は実施例１と同様に膜分離装置を作製した。
また実施例１と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、－１５～－２０ｋＰａで３ヶ月間安定であった。３ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は１．２３ｋｇであり、付着量が少ないことがわかった。
【実施例５】
【００４０】
カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を１つの小束当たり１１０本中空糸膜を束ね、小束の数を３０とし、小束同士の間隔は３．０ｍｍとして、各々の小束を同心円上に配列した。図４（ｅ）に示すような配列とした以外は実施例１と同様に膜分離装置を作製した。
また実施例１と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、－１５～－２０ｋＰａで３ヶ月間安定であった。３ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は０．５６ｋｇであり、付着量が少ないことがわかった。
【実施例６】
【００４１】
カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面では中空糸膜を１つの小束当たり１１０本中空糸膜を束ね、小束の数を３０とし、小束同士の間隔は３．０ｍｍとして、各々の小束を同心円上、且つカートリッジヘッド中心からすべての円周方向に小束が存在するように配列した（図４（ｆ））。そのような配列とした以外は実施例１と同様に膜分離装置を作製した。
また実施例１と同様に活性汚泥槽に浸漬させて運転を行ったところ、この時の膜間差圧は、－１５～－２０ｋＰａで３ヶ月間安定であった。３ヶ月間運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は０．５２ｋｇであり、付着量が極めて少ないことがわかった。
【００４２】
（比較例１）
カートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面における中空糸膜の配列を図４（ｇ）に示すように小束に分割せず、単一の束構造とした以外は実施例１と同様に膜分離装置を作製し、同じろ過条件で活性汚泥槽で運転・評価した。
この時の、膜間差圧は、１４日で急激に上昇し、－８０ｋＰａまで達してポンプ吸引が不可能になった。実施例１と同じく、３ヶ月間の運転期間後の活性汚泥槽の濃度ＭＬＳＳは、平均１００００ｍｇ／ｌであり、平均温度は２５℃であった。活性汚泥の原水には、実施例１と同じ、平均ＢＯＤは１５０ｍｇ／ｌ、ＳＳが１６０ｍｇ／ｌである都市下水を用いた。
運転後のカートリッジに付着した汚泥付着物或いは夾雑物の重量は１０．１ｋｇであり、著しく付着物重量が大きいことがわかった。
【産業上の利用可能性】
【００４３】
本発明の中空糸膜カートリッジは、加圧式又は吸引式のタンク型濾過装置、あるいは浸漬型濾過装置に装着されて用いられる。更に詳しくは、本発明の中空糸膜カートリッジは、河川水、湖沼水、地下水、海水、生活排水、工場排水、下水二次処理水等の原水について除濁、除菌を行う濾過装置、あるいは活性汚泥の固液分離を膜で行う膜分離活性汚泥装置のために用いられる。

【図面の簡単な説明】

【００４４】

［図１］本発明による中空糸膜カートリッジの実施形態の一例を示す断面説明図である。

［図２］本発明による膜分離装置の実施形態の一例を示す断面説明図である。

［図３］本発明による膜分離装置におけるカートリッジヘッド側接着固定層のろ過部界面の中空糸膜の小束配列の例を示す模式図である。

［図４］実施例１の膜分離装置におけるカートリッジヘッド側接着固定のろ過部界面の中空糸膜の小束配列の例を示す模式図である。

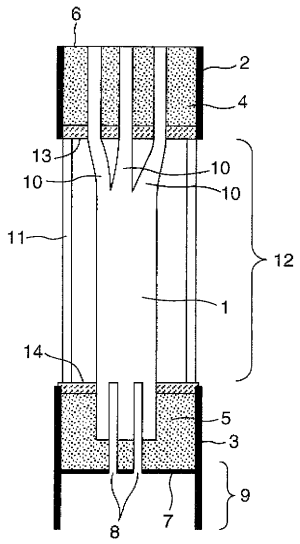
【符号の説明】

【００４５】

１　中空糸膜束
２　カートリッジヘッド
３　下部リング
４　カートリッジ側接着固定層
５　下部リング側接着固定層
６　カートリッジヘッド側接着固定層端面
７　下部リング側接着固定層端面
８　貫通穴
９　下部リング側端部
１０　小束
１１　側芯棒
１２　ろ過部
１３　カートリッジ側接着固定層のろ過部界面
１４　下部リング側接着固定層のろ過部界面
１５　膜分離装置
１６　容器
１７　流入口
１８　中空糸膜カートリッジ
１９　曝気用気体噴出口
２０　処理水出口
２１　曝気用気体導入管

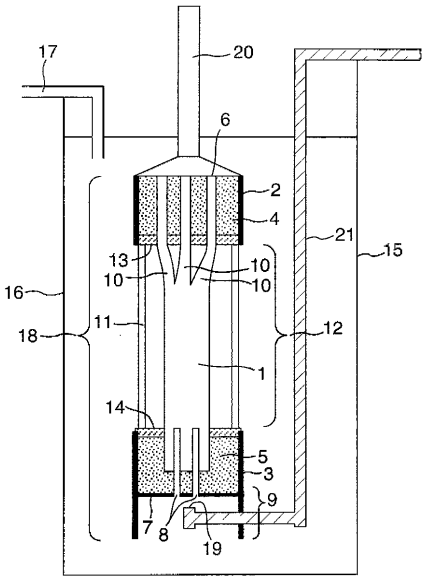
【図１】

[図1]



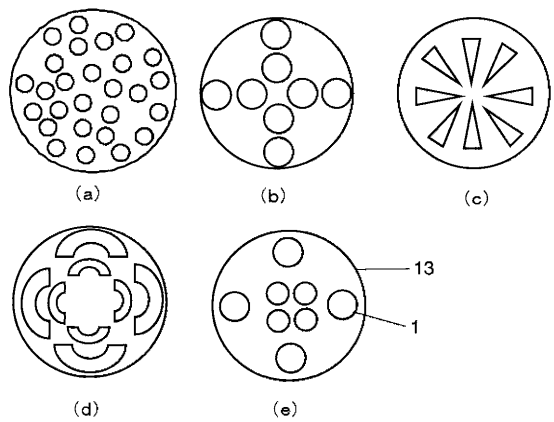

【図２】

[図2]



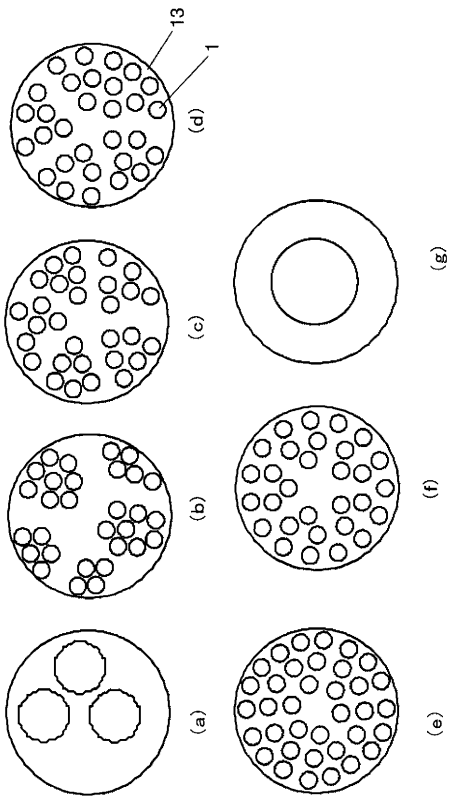

【図３】

[図3]




【図４】

[図4]



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | FI | |
|---|---|---|
| | Ｃ０２Ｆ 1/44 | Ｃ |
| | Ｃ０２Ｆ 1/44 | Ｋ |

(56)参考文献 国際公開第０２／００４１０１（WO，Ａ１）
特開２０００－１５７８４６（ＪＰ，Ａ）
特公平０４－０４６１７０（ＪＰ，Ｂ２）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B01D61/00-71/82
C02F1/44
C02F3/12