

明 細 書

発明の名称 ： 膜モジュール、膜ユニット及び膜分離装置

技術分野

[0001] この発明は、膜モジュール、及び該膜モジュールを積重させてなる膜ユニット、及び前記膜モジュールまたは前記膜ユニットを備えた分離装置に関するものである。特に、水処理の分野で用いられる膜モジュール、膜ユニット、及び膜分離装置に関する。

背景技術

[0002] 膜分離技術は、従来から海水淡水化、浄水処理、ガス分離、血液浄化等で使用されてきたが、最近では環境保全の観点から、廃水処理にも膜分離技術を適用しようとする研究が進められている。

[0003] 従来、浄水処理、下排水処理、或いは産業排水の処理等、濁度の高い被処理水の固液分離を行う方法として、砂濾過や重力沈殿等が行われている。しかしながら、これら方法による固液分離は、得られる被処理水の水質が不充分となる場合が生じることや、固液分離のために広大な用地を必要とするといった課題を有している。

[0004] この課題を解決する方法として、近年精密濾過膜、限外濾過膜等の分離膜を配設した膜モジュールを用いて被処理水の固液分離を行う方法が種々検討されている。これらの方法では、分離膜を用いて被処理水の濾過処理を行うことで、水質の高い処理水を得ている（例えば、非特許文献１）。

[0005] 分離膜を用いて被処理水の固液分離を行う場合、濾過処理の継続にしたがって懸濁物質による分離膜表面の目詰まりが進行し、濾過流量の低下、或いは膜間差圧の上昇が生じる。このような状態を回復させるため、膜モジュールの下方に散気管を配設し、この散気管から散気されるエアにより分離膜表面の被処理水を揺動させて膜表面の懸濁物質を引き剥がす方法が行われている（例えば、特許文献１、２）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2000-84553号公報

特許文献2：特開2007-152282号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：上坂太一、外3名、「排水処理の高度化・再利用に用いられる液中膜」、クボタ技報、株式会社クボタ、2005年6月、第39巻、p. 42-50

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、膜モジュールを用いて排水の濾過を行う方式では、運転が長期にわたった場合、懸濁物質による膜表面の閉塞により濾過流量が低下する場合があるため、低下した濾過流量を回復するための、頻繁なメンテナンス作業が必要になる。

[0009] 特に、膜モジュールを高さ方向に積重し、該積重された膜モジュール集合体の下方に散気管を配設した膜分離装置では、膜分離装置の流路は、外部の被処理水から簡易的に密閉されており、被処理水が分離膜で濾過されるので、膜分離装置の上部になればなるほど、膜分離装置の内部を流通する被処理水の活性汚泥濃度が上昇する。したがって、濾過に対しての負荷が増大し、膜閉塞の加速や消費エネルギーの増大が生じるおそれがあった。

[0010] 本発明は、上記課題を解決するためなされたものであり、長期にわたる濾過における負荷の増大を緩和し、懸濁物による膜面の閉塞が少ない膜モジュール、及び該膜モジュールを積重させてなる膜ユニット、及び前記膜モジュールまたは前記膜ユニットを備えた膜分離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

[0011] 上記目的を達成する本発明の膜モジュールは、筐体内部に複数の膜エレメントを収納し、前記筐体の被処理水が流出する流路の開口面積を、前記筐体

の被処理水が流入する流路の開口面積より小さくしたことを特徴としている。

[0012] また、本発明の膜モジュールは、上記膜モジュールにおいて、前記膜エレメントの下端部に、前記膜エレメント間に被処理水を導入する整流部材を備えることを特徴としている。

[0013] また、上記目的を達成する本発明の膜ユニットは、上下方向に開口部が形成された筐体内部に、複数の膜エレメントを収納し、前記筐体の被処理水が流出する流路の開口面積を、前記筐体の被処理水が流入する流路の開口面積より小さくした膜モジュールを前記筐体の高さ方向に複数積重したことを特徴としている。

[0014] また、上記目的を達成する本発明の膜分離装置は、上下に開口部が形成された筐体内部に、複数の膜エレメントを収納し、前記筐体の被処理水が流出する流路の開口面積を、前記筐体の被処理水が流入する流路の開口面積より小さくした膜モジュールと、該膜モジュールの下方に備えられる散気装置とを備えたことを特徴としている。

[0015] また、上記目的を達成する本発明の膜分離装置は、前記膜分離装置において、前記膜モジュールを前記筐体の高さ方向に複数積重して膜ユニットを構成したことを特徴としている。

発明の効果

[0016] 以上の発明によれば、膜モジュール、膜ユニット及び膜分離装置において、膜閉塞を緩和し、濾過における負荷を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態に係る膜分離装置の例を示す概略断面図である。

[図2]本発明の実施形態に係る分離膜の例を示す図であり、（a）長手方向の側面図、（b）短手方向の側面図である。

[図3]本発明の実施形態に係る膜モジュールの例を示す概略図であり、（a）上面図、（b）分離膜面に平行な断面図（B－B断面図）、（c）分離膜面に垂直な断面図（A－A断面図）、（d）分離膜面に垂直な側面図である。

[図4] 本発明の他の実施形態に係る膜モジュールを示す図である。

[図5] (a) 本発明の実施例に係る膜モジュールの斜視図、(b) 本発明の実施例に係る膜モジュールが備えられる枠体の外観図である。

発明を実施するための形態

[0018] 本発明の実施形態に係る膜モジュール、膜ユニット及び膜分離装置について図1～3を参照して詳細に説明する。

[0019] 本実施形態においては、下排水処理施設の膜分離活性汚泥法 (Membran Bioreactor: MBR) を用いたシステムの膜分離装置を例示するが、本発明に係る膜モジュール、及び膜分離装置はこの実施形態に限定されるものではなく、さまざまな被処理水 (水に限らず有機溶媒等でもよい) の濾過に適用することができる。

[0020] 図1に示すように、本発明の実施形態に係る膜分離装置1は、膜モジュール3を筐体6の高さ方向に複数積重して構成される膜ユニット2と、この膜ユニット2の下方に備えられて気体を散気する散気装置7より構成されている。

[0021] この膜分離装置1は、MBRの生物反応槽内の液相12に浸漬されるように設置される。前記生物反応槽の水深は、一般的に4m程度である場合が多いので、生物反応槽の水深と保守性を考慮した重量や外形から、積重する膜モジュール3の個数が選定される。例えば、膜分離装置1の高さが、2m～3m程度となるように膜モジュール3の個数が選定される。

[0022] 膜モジュール3は、例えば図3(a)に示すように、複数の平型の分離膜4と、この分離膜4の側端部を支持する集水ブロック6cと、集水ブロック6cの側面を閉塞する水流ガイド5より構成される。すなわち、集水ブロック6cと水流ガイド5により、上下に開口部を有する筐体6が構成される。このような構成により、分離膜4の膜面が、膜モジュール3を流通する被処理水の流れる方向と平行となるように筐体6内に分離膜4が配設される。

[0023] 散気装置7は、膜モジュール3の下方に配置され、膜モジュール3に配設される分離膜4を洗浄する (スクラビングする) ための気泡10を発生させ

る。散気装置 7 は、特に限定されるものではなく、金属または樹脂からなる筒状部材に 1 ～ 10 mm 程度の孔が形成されたものが例示される。この筒状部材の一端には、ブロワやコンプレッサ（図示省略）から供給されるスクラビングエアが流入するエア流入管が連結され、エア流入管より流入したスクラビングエアが孔より射出されることにより気泡 10 が生成する。

[0024] まず、図 2（a）、（b）を参照して本発明の実施形態に係る分離膜 4 についてより詳細に説明する。

[0025] 図 2（a）、（b）に例示する分離膜 4 は、（縦）100～200 mm ×（横）200～1000 mm ×（厚さ）5 × 20 mm の平板状のセラミック平膜である。図 2（b）に示すように、このセラミック平膜の端部には集水路 4 b が複数形成されている。一般的に、セラミック平膜は、押し出し成型で製造することができるので好ましい。そして、押し出し成型の場合、金型等の作成機器や押し出し後の変形等を考慮して適正な大きさを決めるとよい。

[0026] 分離膜 4 の種類は、上記実施形態の他に、例えば、MBR に適用されている周知の分離膜である、有機中空糸膜、有機平膜、無機平膜、無機単管膜等を用いればよい。そして、分離膜 4 の材質としては、セルロース、ポリオレフィン、ポリスルホン、PVDF（ポリビニリデンフロライド）、PTFE（ポリ四フッ化エチレン）、セラミックス等が例示される。

[0027] また、分離膜 4 の孔径も特に限定されるものではなく、固液分離の対象となる物質の粒径に応じて選択すればよい。例えば、活性汚泥の固液分離に用いるならば、0.5 μm 以下であればよく、また、浄水の濾過のように、除菌が必要な場合は 0.1 μm 以下であればよい。すなわち、一般に限外濾過膜に形成されている孔径（0.001～0.1 μm）、または一般に精密濾過膜に形成されている孔径（0.1～1 μm）であればよい。

[0028] 上記のように分離膜 4 の種類は、実施形態に限定されるものではなく、膜モジュール 3 のコンパクト性、濾液取り出し時の圧損の低減、膜モジュール 3 配設時の加工の容易性、等を総合的に加味して決定される。また、分離膜

4の配設形態も、適宜分離膜4の形状や種類に応じて設定すればよい。

[0029] 次に、図3(a)、(b)を例示して本発明の実施形態に係る膜モジュール3についてより詳細に説明する。

[0030] 図3(a)に示すように、膜モジュール3は、分離膜4の両側端部を1対の集水ブロック6cで支持し、さらに集水ブロック6cの両側面を1対の水流ガイド5により閉塞して構成される。このようにして、分離膜4が集水ブロック6cと水流ガイド5により形成された筐体6内に複数平行に直立して配設される。筐体6の形状は、例えば、円筒、角筒等が挙げられ、角筒状の場合は、実施形態のように複数の平板（または、波板）で角筒を構成してもよい。また、筐体6の材質としては、樹脂、金属、セラミック等を用いればよく、特に限定されるものではない。そして、筐体6内に備えられる分離膜4の枚数は、操作性や保守性を考慮して適宜選択すればよく、例えば10～30枚程度であればよい。

[0031] 図3(b)に示すように、集水ブロック6cは分離膜固定部6bを備え、分離膜4を分離膜固定部6bに固定することで、分離膜4と集水ブロック6cにより集水部6aが形成される。集水部6aは、図2(b)に示した分離膜4の集水路4bと連通している。また、図3(b)、(d)に示すように、集水部6aは集水ブロック6cに形成された濾過吸引口8と連通している。さらに、この濾過吸引口8は、図示省略の濾過液を吸引するポンプの配管が接続されている。なお、集水部6aは、分離膜4の少なくとも一方の端部に備えればよい。

[0032] また、図3(c)に示すように、水流ガイド5は、膜モジュール3の被処理水が流出する開口部の流路幅が、被処理水が流入する開口部の流路幅より狭くなるように形成される。図3(b)に示すように、集水ブロック6cにより形成される流路幅は一定であるので、このように水流ガイド5が形成することで、膜モジュール3の流路幅が狭まり膜モジュール3の上部開口面積（図1の S_2 に示す）が、下部開口面積（図1の S_1 に示す）より小さくなるように形成される。すなわち、水流ガイド5により、膜モジュール3内を流通

する被処理水の流路において、被処理水が流入する流路の開口面積 S_1 （膜モジュール3の下部開口面積）が、被処理水が流出する流路の開口面積 S_2 （膜モジュール3の上部開口面積）よりも大きくなっている。なお、膜モジュール3の流路の開口面積が上下端で異なっているが、集水ブロック6c間の幅は一定であるので、膜モジュール3を積重させることができる。

[0033] 水流ガイド5の形状は、図3（c）に限定されるものではなく、膜モジュール3の上部開口端の被処理水の流路において、被処理水が流入する流路の開口面積 S_1 が、被処理水が流出する流路の開口面積 S_2 よりも大きくなるように形成されるものであればよい。また、水流ガイド5を対となるように備えると、すべての分離膜4の近傍を流通する被処理水の条件（被処理水の濃度や流速）を略同じ条件にできる。この場合、膜モジュール3ごとに、膜モジュール3の高さと同一高さの水流ガイド5を図1のように膜エレメント群の左右に1対設置してもよいが、膜モジュール3の高さ方向に複数分割した水流ガイド5を膜モジュールの高さ方向に複数配設してもよい。

[0034] 上記構成を有する膜モジュール3の動作について説明する。膜モジュール3内部を流通する被処理水は分離膜4と接触し、被処理水の固形物等が分離膜4の膜面4aに捕らえられ、被処理水が水分と固形物等とに分離される。こうして固形物等が除去された濾過水は、集水路4bに至り、そして集水路4bに接続された集水部6a、濾過吸引口8を経由して生物反応槽外（膜分離装置1外）に移送される。

[0035] 以上のように本発明の実施形態に係る膜モジュール3は、水流ガイド5の形状が膜モジュール3の分離膜4が備えられる部分の流路が狭まるように形成されているので、水流ガイド5と分離膜4との間または分離膜4間を流通する被処理水の速度が速くなり洗浄効果が向上する。そして、流路を狭くすることにより気泡10を含む気液混合流が収束し、効率よく分離膜4の膜面4aに気泡を作用させることができる。さらに、水流ガイド5の面が、分離膜4の膜面4aと平行になるように、水流ガイド5を備え、水流ガイド5の面とその面に対向する分離膜4の膜面4aとの間隔を狭くすることにより、

より効率よく分離膜 4 の膜面 4 a に気泡を作用させることができる。

[0036] また、図 1 に示すように、膜モジュール 3 を積重させて膜ユニット 2 を構成した際に、膜モジュール 3 の上部開口端と、この膜モジュール 3 に積重される膜モジュールの下部開口端の間に形成される空隙 9 より、膜ユニット 2 の外周部にある被処理水が膜ユニット 2 内に流入する。よって、膜ユニット 2 内を流通する被処理水の濃度上昇を低減させることができるので、分離膜 4 による濾過効率が向上する。特に、この空隙 9 の開口面は、膜ユニット 2 を流通する被処理水の流通方向に対して垂直に形成されているため、水流ガイド 5 の壁面付近を流通する気泡 10 が膜ユニット 2（及び膜分離装置 1）の外部に放出されることを防止する。

[0037] 図 4 は、本発明の他の実施形態に係る膜モジュール 14 を示す図である。本発明の他の実施形態に係る膜モジュール 14 は、本発明の実施形態に係る膜モジュール 3 の構成に加えて、分離膜 4 の下端部に整流部材 15 を備えたことを特徴としている。よって、本発明の実施形態に係る膜モジュール 3 の構成と同様のものには同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。

[0038] 図 4 に示すように、分離膜 4 の下端部には縦断面逆三角形の整流部材 15 が備えられている。この整流部材 15 は、図 4 中前後方向の長さは分離膜 4 と同等に設定され、整流部材 15 の両端部が分離膜 4 を保持する集水ブロック 6 c に形成された溝部に嵌入して取り付けられる。すなわち、整流部材 15 は、三角柱状であり、その少なくとも整流部材 15 の 1 つの側面の形状が分離膜 4 の下端部の形状と略等しい部材である。

[0039] 整流部材 15 は、各分離膜 4 の下端部に配置されているため、分離膜 4 間の被処理水流路入口が下方に向かって裾広がり状に形成される。すなわち、対向する整流部材 15 の両斜辺 15 a 間の距離が上方に向かってなだらかに減少し、分離膜 4 間の流路面積に対する急激な減少が緩和される。したがって、散気装置 7 から上昇する気液混合流は、対向する整流部材 15 の両斜辺 15 a にガイドされつつ、分離膜 4 間の流路に流入する。これにより、気液混合流は、分離膜 4 間の流路での急縮流れが抑制され、その結果、気液混合

流に含まれる大気泡は小気泡に分解されることがなく、分離膜 4 間を通過する。また、整流部材 15 により散気装置 7 から上昇する気液混合流が、分離膜 4 の下端面で滞留せず分離膜 4 間に気液混合流を導入することができる。

[0040] なお、整流部材 15 は、上記作用を奏するものであればよいので、上記の実施形態に限定せず縦断面が略三角形状である部材であればよい。また、分離膜 4 の形成時に、分離膜 4 の下端部の形状が整流部材 15 と同様の形状となるように分離膜 4 を形成してもよい。

[0041] 本発明の実施形態に係る膜分離装置 1 の動作について、図 1 を参照して詳細に説明する。MBR では、微細な夾雑物や微生物が生産する細胞外高分子等が分離膜 5 表面や内部に付着・堆積することによる分離膜 4 の閉塞を防止するため、分離膜 4 の下方に散気装置 7 を設ける。少なくとも、濾過を行っている工程では常に連続して散気装置 7 より散気を行うとよい。膜分離装置 1 の運転方法としては浸漬吸引濾過法、水頭差による重力濾過法などが用いられる。

[0042] 濾過を行う場合、散気装置 7、及び生物反応槽の液槽 12 内に備えられ、微生物反応に必要な酸素を液相に供給する酸素供給用散気装置 11 から空気が散気される。散気装置 7 から空気を散気させることで、液中における気泡 10 の上昇により分離膜 5 表面層に対し流速、乱流、せん断力を作用させ、分離膜 4 を洗浄することができる。すなわち、散気装置 7 から放出される気泡 10 により発生した気液混合流は、上昇して分離膜 4 に接触する。この気液混合流により、各分離膜 4 がスクラビングされる。また、酸素供給用散気装置 11 により、被処理水への酸素溶解が行われる。

[0043] そして、分離膜 4 の濾過機能により被処理水が固形分と水とに分離される。図 3 (b) に示したように、分離膜 4 の集水路 4b (図示省略) は、集水部 6a を介して濾過吸引口 8 と連通し、濾過吸引口 8 の他端には配管を介して吸引ポンプ (図示省略) が接続されている。したがって、この濾過吸引口 8 を通して、分離膜 4 によって濾過された濾過水が吸引ポンプにより吸引され、膜分離装置 1 外に移送される。

- [0044] スクラビングとは、上昇する気泡 10 を含んだ水流により分離膜 4 表面の被処理水を揺動させて分離膜 4 表面の付着物を除去する方法である。したがって、図 1 に示すように、処理水の深さ方向に膜モジュール 3 を積み重ねることにより、同量の気泡量でより多くの分離膜 4 をスクラビングすることができる。つまり、膜モジュール 3 の積重する数を増大させるほど、散気装置 7 から散気される空気量に対するスクラビング効果が増大する。
- [0045] また、膜モジュール 3 に備えられる水流ガイド 5 と分離膜 4 との間隔（膜モジュール 3 の流路幅）は、膜モジュール 3 の上部で狭く、下部では広がっている。その結果、膜モジュール 3 を縦に積み重ねて膜分離装置 1 を構成した場合、水流ガイド 5 により、散気装置 7 から発生した気泡 10 が膜分離装置 1 の外部へ拡散せず、気泡 10 を分離膜 4 に有効に作用させることができる。
- [0046] この膜分離装置 1 内部での被処理水の流れは、膜分離装置 1 の下部の開口部 S_3 から上部の開口部 S_4 へ向かう流れとなる。膜分離装置 1 流路は、外部の被処理水から簡易的に密閉されており、被処理水は分離膜 4 で濾過されるので、膜分離装置 1 の上部になればなるほど、膜分離装置 1 内部を流通する被処理水の活性汚泥濃度が上昇する。
- [0047] 本発明の膜分離装置 1 では、膜モジュール 3 の水流ガイド 5 の下端と、当該膜モジュール 3 の下側に接続される他の膜モジュール 3 の水流ガイド 5 の上端との間の空隙 9 より、膜ユニット 2 の外周にある被処理水が膜分離装置 1 内に吸引される。したがって、膜分離装置 1 内部での活性汚泥濃度の上昇を抑制することができる。
- [0048] つまり、積重された各膜モジュール 3 の間から被処理水が膜分離装置 1 内に吸引されるので、膜分離装置 1 内部での活性汚泥濃度の大きな上昇を抑制することができる。その結果、濾過に対しての負荷が低減し、膜閉塞の緩和、及び消費エネルギーの低減につながる。また、膜分離装置 1 内に膜分離装置 1 の外周にある被処理水を吸引する空隙 9 が膜分離装置 1 を流通する被処理水の流通方向に対して垂直に形成されているので、膜モジュール 3 と膜モ

ジュール 3 の間から膜分離装置 1 の外周部への気泡 10 の放出が防止され、より多くの気泡 10 を分離膜 4 に作用させることができる。なお、被処理水を膜分離装置 1 内部に吸引する吸引力は、気泡 10 の上昇により生じるため、特に被処理水を吸引するための動力源を備える必要はない。

[0049] 以上、実施形態を挙げて説明したように、本発明の膜分離装置によれば、膜モジュールを高さ方向に積層して膜ユニットを構成することにより、散気装置から発生した気泡を複数の膜モジュールに作用させることができる。したがって、スクラビングの効率が向上し、スクラビング用の空気を供給するブロワの消費電力を低減することができる。つまり、高い濾過流束（フラックス）を確保し、且つ濾過工程を通じて行う膜洗浄（スクラビング）の風量を最小限に抑えることができる。

[0050] また、膜モジュールに水流ガイドを備えることにより、散気装置から発生した気泡がユニット外部に拡散せず、気泡を分離膜に有効に作用させることができる。すなわち、スクラビング効率を向上させるとともに、スクラビング用の空気を供給するブロワの消費電力を低減することができる。

[0051] そして、被処理水が流出する流路の開口面積が、被処理水が流入する流路の開口面積より小さい膜モジュールを高さ方向に積重することで、隣接する膜モジュールの間に空隙が形成され、この空隙を介して被処理水を吸引することができる。すなわち、積重された膜モジュールごとに外部の被処理水を吸引することができる。したがって、膜分離装置内部での、活性汚泥の濃度上昇を抑制することができ、濾過における負荷が低減されるので、膜閉塞が緩和されるとともに、濾過ポンプの消費電力を低減することができる。

[0052] また、散気に用いられる気泡の径が大きいと洗浄効果が高く、被処理水に気体を溶解させるために用いられる気泡の径が小さいと溶解効率が向上する。したがって、スクラビング用の散気装置と微生物反応用の散気装置を分けて設計することで、散気装置等で使用されるブロアやコンプレッサのエネルギー使用量を低減することができる。

[0053] なお、膜モジュールに備えられる分離膜の下端部に整流部材を備えると、

整流部材により分離膜間の流路入口が下方に向かって裾広がり状に形成されるので、分離膜間の流路面積に対する急激な減少が緩和される。よって、気液混合流の分離膜間の流路での急縮流れが抑制され、被処理液に含まれる大気泡は小気泡に分解されることがなく分離膜間を通過する。よって、気泡径の大きい気液混合流を分離膜間に導入することができるので、分離膜の洗浄効果が向上する。

[0054] (実施例)

図5(a)、(b)を参照して本発明の実施例に係る膜モジュール、膜ユニット、及び膜分離装置について説明する。実施例において、実施形態に係る膜モジュール、膜ユニット、及び膜分離装置と同様のものについては同じ符合を付しその詳細な説明は省略する。なお、説明の図5(a)において、便宜上紙面手前の集水ブロック6cは図示省略されている。

[0055] 図5(a)に示すように、本発明の実施例に係る膜モジュール16は、集水路4bが形成された分離膜4の側端部を集水ブロック6cで支持した。そして、集水ブロック6cの側面間を閉塞するように水流ガイド5を備えた。

[0056] このように構成された膜モジュール16を図5(b)に示す枠体17に固定して、膜ユニット及び膜分離装置を構成した(図示省略)。

[0057] 枠体17の側面には、膜モジュール16を固定するための膜モジュール固定部18を備え、枠体17の底部に散気装置7を備えた。

[0058] 膜モジュール16を膜モジュール固定部18に固定した後、膜モジュール16の下方に散気装置7が位置するように枠体17を被処理水に浸漬した。そして、散気装置7から散気を行いながら膜モジュール16で被処理水の濾過を行った。

符号の説明

[0059] 1…膜分離装置

2…膜ユニット

3、16…膜モジュール

4…分離膜(膜エレメント)

4 a …膜面

4 b …集水路

5 …水流ガイド

6 …筐体

6 a …集水部

6 b …分離膜固定部

6 c …集水ブロック

7 …散気装置（スクラビング用）

8 …濾過吸引口

9 …空隙

10 …気泡

15 …整流部材

S_1 …膜モジュールの被処理水が流入する流路（開口面積）

S_2 …膜モジュールの被処理水が流出する流路（開口面積）

S_3 …膜分離装置の下部開口部

S_4 …膜分離装置の上部開口部

請求の範囲

- [請求項1] 筐体内部に複数の膜エレメントを収納し、
前記筐体の被処理水が流出する流路の開口面積を、前記筐体の被処理水が流入する流路の開口面積より小さくした
ことを特徴とする膜モジュール。
- [請求項2] 前記膜エレメントは平膜エレメントである
ことを特徴とする請求項1に記載の膜モジュール。
- [請求項3] 前記膜エレメントの下端部に、前記膜エレメント間に被処理水を導入する整流部材を備える
ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の膜モジュール。
- [請求項4] 前記筐体に、前記筐体の被処理水が流出する流路の開口面積が狭くなるように水流ガイドを備えた
ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の膜モジュール。
- [請求項5] 上下方向に開口部が形成された筐体内部に、複数の膜エレメントを収納し、前記筐体の被処理水が流出する流路の開口面積を、前記筐体の被処理水が流入する流路の開口面積より小さくした膜モジュールを前記筐体の高さ方向に複数積重した
ことを特徴とする膜ユニット。
- [請求項6] 上下方向に開口部が形成された筐体内部に、複数の膜エレメントを収納し、前記筐体の被処理水が流出する流路の開口面積を、前記筐体の被処理水が流入する流路の開口面積より小さくした膜モジュールと、
該膜モジュールの下方に備えられる散気装置とを備えた
ことを特徴とする膜分離装置。
- [請求項7] 前記膜モジュールを前記筐体の高さ方向に複数積重して膜ユニットを構成した
ことを特徴とする請求項6に記載の膜分離装置。