(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 10 月 27 日(27.10.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/171011 A1

(51) 国際特許分類:
B01D 63/04 (2006.01) *B01D 71/36* (2006.01)
B01D 65/02 (2006.01) *C02F 1/44* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061528

(22) 国際出願日: 2016 年 4 月 8 日(08.04.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-088955 2015 年 4 月 24 日(24.04.2015) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒 5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 田中 育 (TANAKA, Hiromu); 〒 5900458 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目９５０番地 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 三木 博子 (MIKI, Hiroko); 〒 5900458 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目９５０番地 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 米田 知行 (YONEDA, Tomoyuki); 〒 5900458 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目９５０番地 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 森田 徹 (MORITA, Toru); 〒 5900458 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目９５０番地 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 中田 元己, 外 (NAKATA, Motomi et al.); 〒 5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

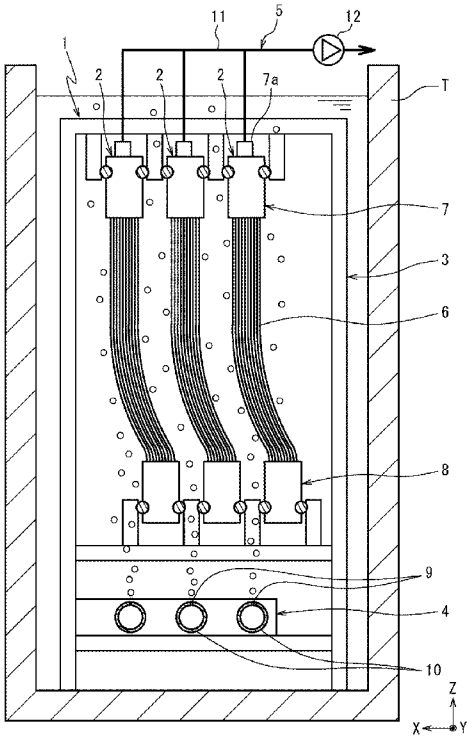
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) **Title**: FILTRATION DEVICE

(54) 発明の名称 : 濾過装置



(57) **Abstract**: The filtration device of one embodiment of the present invention comprises: one or more filtration modules having a plurality of vertically extending hollow fiber membranes and also having a pair of holding members for affixing the upper and lower ends of the plurality of hollow fiber membranes; and one or more cleaning modules for supplying air bubbles from below the filtration module. The lower holding member is disposed offset from the upper holding member in a plan view.

(57) 要約: 本発明の一態様に係る濾過装置は、上下に引き揃えられる複数本の中空糸膜及びこれらの複数本の中空糸膜の上下端を固定する一対の保持部材を有する１又は複数の濾過モジュールと、この濾過モジュールの下方から気泡を供給する１又は複数の洗浄モジュールとを備える濾過装置であって、上記下側の保持部材が、平面視で上側の保持部材に対してシフトして配設されている。

WO 2016/171011 A1

MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 濾過装置

技術分野

[0001] 本発明は、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、複数本の中空糸膜を集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、中空糸膜の外周面側を高圧にして被処理液を中空糸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、及び中空糸膜の内周面側を高圧にして被処理液を中空糸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、使用に伴い各中空糸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、気泡が各中空糸膜の表面を擦過し、さらに各中空糸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）。

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] 上記中空糸膜表面洗浄用の気泡は、中空糸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、気泡による中空糸膜表面の洗浄効率が低下すると、濾過能力を維持するための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、

中空糸膜の保持部材（濾過モジュールの連接部）において気泡が拡散し、上部の中空糸膜表面に気泡が接触せず、結果として洗浄効率が低くなるおそれがある。

[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、中空糸膜表面の洗浄効率に優れる濾過装置を提供することを課題とする。

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本発明の一態様に係る濾過装置は、上下に引き揃えられる複数本の中空糸膜及びこれらの複数本の中空糸膜の上下端を固定する一対の保持部材を有する１又は複数の濾過モジュールと、この濾過モジュールの下方から気泡を供給する１又は複数の洗浄モジュールとを備える濾過装置であって、上記下側の保持部材が、平面視で上側の保持部材に対してシフトして配設されている。

発明の効果

[0008] 本発明の一態様に係る濾過装置は、中空糸膜表面の洗浄効率に優れる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、本発明の一実施形態の濾過装置を有する濾過システムを示す模式図である。

[図2]図２は、図１の濾過装置で保持されている状態の濾過モジュールを示す模式的平面図である。

[図3]図３は、図２の濾過モジュールの模式的斜視図である。

符号の説明

[0010] １　濾過装置　　２　濾過モジュール　　３　フレーム　　４　洗浄モジュール

５　排出機構　　６　中空糸膜　　７　上側保持部材　　７ａ　排水ノズル

８　下側保持部材　　９　気泡吐出口　　１０　パイプ　　１１　集水配管

１２　吸引ポンプ　　Ｃ１，Ｃ２　重心　　Ｌ１　中空糸膜の束のY方向の幅

Ｌ２　中空糸膜の束のX方向の幅　　Ｐ　配設ピッチ

Ｓ　シフト量　　Ｔ　濾過槽　　Ｗ　幅

発明を実施するための形態

[0011] ［本発明の実施形態の説明］

本発明の一態様に係る濾過装置は、上下に引き揃えられる複数本の中空糸膜及びこれらの複数本の中空糸膜の上下端を固定する一対の保持部材を有する１又は複数の濾過モジュールと、この濾過モジュールの下方から気泡を供給する１又は複数の洗浄モジュールとを備える濾過装置であって、上記下側の保持部材が、平面視で上側の保持部材に対してシフトして配設されている。

[0012] 当該濾過装置は、下側の保持部材が、平面視で上側の保持部材に対してシフトして配設されているので、下側の保持部材周囲を鉛直に上昇する気泡が中空糸膜に衝突し易く、気泡による中空糸膜の洗浄効率に優れる。このため、当該濾過装置は、濾過能力を比較的容易に維持することができる。

[0013] 上記濾過モジュールが、棒状の保持部材に複数本の中空糸膜がカーテン状に列設された構造を有し、複数の上記濾過モジュールが平行かつ等間隔に配設されており、上記複数の濾過モジュールの下側保持部材が平面視で軸方向と垂直方向に一定距離シフトしているとよい。このように、上記複数の濾過モジュールの下側保持部材が平面視で上側保持部材に対して軸方向と垂直方向に一定距離シフトしていることによって、濾過モジュールの配設ピッチを大きくすることなく、中空糸膜のうち下方から見て下側の保持部材の陰になる部分の長さを低減できる。これにより、装置の大型化を抑制しながら、中空糸膜の洗浄に必要な空気量を低減して洗浄効率を向上することができる。

[0014] 上記シフト量は、複数の濾過モジュールの配設ピッチの５０％以上２００％以下が好ましい。このように、上記シフト量を上記範囲内とすることによって、体積効率の低下をより確実に防止しつつ、中空糸膜の洗浄効率を向上できる。

[0015] 上記洗浄モジュールの気泡吐出口が、平面視で下側の保持部材の隙間に配設されているとよい。このように、上記洗浄モジュールの気泡吐出口が、平

面視で下側の保持部材の隙間に配設されていることによって、洗浄モジュールの気泡吐出口から供給されて上昇する気泡が下側の保持部材の隙間を通過して効率よく中空糸膜に衝突することができる。このため、中空糸膜の洗浄効率をより確実に向上できる。

[0016] 上記一対の保持部材間に配設される複数本の中空糸膜が弛みを有しているとよい。このように、上記一対の保持部材間に配設される複数本の中空糸膜が弛みを有していることによって、中空糸膜が揺動することで、中空糸膜の束の内部に気泡が進入して内部の中空糸膜を容易に洗浄することができ、かつ中空糸膜の振動によって洗浄効果を促進することができる。

[0017] 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とよい。このように、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ことによって、中空糸膜が十分な機械的強度を有し、気泡による強い擦過に耐えることができるので、気泡の供給量を最適化して洗浄効果を促進することができる。

[0018] ここで、「平面視」とは、上下方向から見た状態を意味する。「シフト」するとは、重心位置をずらすことを意味する。また、「棒状」とは、細長い形状を意味し、具体的には長手方向の長さが長手方向に垂直な方向の最大幅（最大径）の４倍以上であることを意味する。また、「複数本の中空糸膜がカーテン状に列設」とは、複数本の中空糸膜が一方向と他方向とを仕切る壁のように配設されることを意味する。また、「中空糸膜が弛みを有している」とは、一対の保持部材に固定される中空糸膜が緊張状態にないことを意味し、具体的には、一対の保持部材間の中空糸膜の部分を有効部分としたとき、上記一対の保持部材の間隔よりも上記有効部分の長さ（中空糸膜の軸方向に沿った長さ）の方が大きいことを意味する。

[0019] ［本発明の実施形態の詳細］

以下、本発明に係る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。

[0020] 図１の濾過システムは、濾過すべき被処理液を貯留する濾過槽Ｔと、この

濾過槽Ｔの中に配置される本発明の一実施形態に係る濾過装置１とを備える。以下、図１において、上下方向をＺ方向、左右方向をＸ方向、紙面奥行方向をＹ方向として説明する。

[0021] 〔濾過槽〕

濾過槽Ｔは、当該濾過装置１が浸漬されるよう、被処理液を貯留する。濾過槽Ｔの材質としては、例えば樹脂、金属、コンクリート等を用いることができる。

[0022] 〔濾過装置〕

当該濾過装置１は、複数の濾過モジュール２と、この複数の濾過モジュール２を保持するフレーム３と、濾過モジュール２の下方から気泡を供給する洗浄モジュール４と、濾過モジュール２によって濾過された処理済液を排出する排出機構５とを備える。

[0023] ＜濾過モジュール＞

濾過モジュール２は、上下（Ｚ方向または略Ｚ方向）に引き揃えられる複数本の中空糸膜６と、これらの複数本の中空糸膜６の上端を固定する上側保持部材７と、この上側保持部材７と対をなし、上記複数本の中空糸膜６の下端を固定する下側保持部材８とをそれぞれ有する。

[0024] 例えば図２に示すように、濾過モジュール２がフレーム３によって保持されている状態で、下側保持部材８は平面視で上側保持部材７に対してシフトして配設される。つまり、濾過モジュール２は、上下方向から見て、上側保持部材７の投影形状の重心C_1と下側保持部材８の投影形状の重心C_2とがＸ方向又はＹ方向に位置ずれするよう配設される。これにより、例えば図１に示すように、複数本の中空糸膜６の延在方向は、Ｚ方向と完全には一致せず、少なくとも部分的にＸ方向又はＹ方向に傾斜し得る。

[0025] 当該濾過装置１は、下側保持部材８が、平面視で上側保持部材７に対してシフトして配設されているので、図１に示すように、下側保持部材８の周囲を鉛直に上昇する気泡が中空糸膜６に衝突し易く、気泡による中空糸膜６の洗浄効率に優れる。このため、当該濾過装置１は、濾過能力を比較的容易に

維持することができる。

[0026] 当該濾過装置１において、複数の濾過モジュール２は、例えば図３に示すように、上側保持部材７及び下側保持部材８がＹ方向に細長い棒状に形成され、その軸方向（長手方向）に沿って複数本の中空糸膜６がカーテン状に列設されることが好ましい。このように、複数本の中空糸膜６がカーテン状に配列されることによって、気泡が中空糸膜６の束の厚さが小さくなるＸ方向に、中空糸膜６の束の中心部まで比較的容易に入り込むことができるので、洗浄モジュール４による洗浄効率に優れる。

[0027] 当該濾過装置１において、各濾過モジュール２の複数本の中空糸膜６をカーテン状とは異なる配列で保持してもよい。具体例として、上側保持部材７及び下側保持部材８の平面形状、ひいては上側保持部材７及び下側保持部材８に保持される中空糸膜６の束のＸ－Ｙ平面での断面形状は、Ｘ方向の幅とＹ方向の幅とが近い方形状としてもよい。

[0028] また、当該濾過装置１において、複数の濾過モジュール２は、図２に示すように、平行かつ等間隔に一定の配設ピッチＰ（上側保持部材７の中心間距離）で配設されることが好ましい。つまり、複数の濾過モジュール２は、上側保持部材７及び下側保持部材８の軸がそれぞれ平行かつ等間隔になるよう、Ｘ方向に並んで、フレーム３に保持されるとよい。

[0029] さらに、当該濾過装置１において、下側保持部材８は、上側保持部材７に対して同じ距離（シフト量Ｓ）ずつ、下側保持部材８の軸方向（Ｙ方向）に垂直な同一方向（Ｘ方向）にシフトして配設されることが好ましい。図２に示すように、シフト量Ｓを一定にすることによって、複数の濾過モジュール２の配設ピッチＰを小さくしても、下側保持部材８が互いに干渉することを避けられる。

[0030] 上記濾過モジュール２の配設ピッチＰの下限としては、下側保持部材８の平面視での平均幅Ｗの１．１倍が好ましく、１．２倍がより好ましい。一方、配設ピッチＰの上限としては、下側保持部材８の平均幅Ｗの５倍が好ましく、２倍がより好ましい。濾過モジュール２の配設ピッチＰが上記下限に満

たない場合、下側保持部材８の間から中空糸膜６に供給可能な気泡の量が不十分となるおそれがある。逆に、濾過モジュール２の配設ピッチＰが上記上限を超える場合、当該濾過装置１が不必要に大型化するおそれがある。

[0031] 上記下側保持部材８のシフト量Ｓの下限としては、濾過モジュール２の配設ピッチＰの３０％が好ましく、５０％がより好ましい。一方、下側保持部材８のシフト量Ｓの上限としては、濾過モジュール２の配設ピッチＰの２００％が好ましく、１５０％がより好ましい。下側保持部材８のシフト量Ｓが上記下限に満たない場合、下側保持部材８の間から供給される気泡が中空糸膜６に十分衝突せずに濾過モジュール２の間を通過するおそれがある。逆に、下側保持部材８のシフト量Ｓが上記上限を超える場合、中空糸膜６の傾斜が大きくなり過ぎることで気泡が中空糸膜６の束に沿って上昇せず、中空糸膜６の長さ方向一部分に気泡を供給できないおそれがある。

[0032] また、濾過モジュール２がフレーム３によって保持されている状態で、上記一対の保持部材間に配設される複数本の中空糸膜６が弛みを有していることが好ましい。具体的には、中空糸膜６の平均有効長さが有効部分の両端間の平均距離（上側保持部材７の中空糸膜６を把持する部分の下面の中心と下側保持部材８の中空糸膜６を把持する部分の上面の中心との距離）よりも大きく、下側保持部材８に中空糸膜６の張力による上向きの力が作用しないことが好ましい。

[0033] このように中空糸膜６が弛みを有することにより、中空糸膜６の揺動が容易となるので、気泡が中空糸膜６の束の内部に進入し易くなると共に、中空糸膜６の揺動時の振動により洗浄効果を促進することができる。また、中空糸膜６が弛みを有することにより、中空糸膜６の上部が略鉛直方向に垂下され、中空糸膜６の下部が大きく傾斜する状態で保持される。このため、下側保持部材８の間隙を通って上昇する気泡が中空糸膜６のより下側保持部材８に近い部分に衝突することができ、かつ中空糸膜６に衝突した気泡が中空糸膜６の上部に沿って上昇し易くなる。

[0034] 中空糸膜６が緊張状態にある場合、中空糸膜６の有効部分（上側保持部材

７と下側保持部材８との間の部分）は、略直線的に延在する。一方、中空糸膜６が弛みを有する場合、中空糸膜６は、その有効部分の両端間を結ぶ直線から外れて撓んだ状態となる。従って、中空糸膜６の弛みの大きさは、中空糸膜６の有効部分の両端間の直線距離に対する中空糸膜６の有効長さの比（分かり易い例として、中空糸膜６の有効部分が円弧状に撓んでいる場合における円弧の長さと弦の長さとの比）として表わすことができる。この中空糸膜６の有効部分両端間の平均直線距離に対する平均有効長さ比の下限としては、１．０１が好ましく、１．０２がより好ましい。一方、中空糸膜６の有効部分両端間の平均直線距離に対する平均有効長さの比の上限としては、１．２が好ましく、１．１がより好ましい。中空糸膜６の有効部分両端間の平均直線距離に対する平均有効長さの比が上記下限に満たない場合、中空糸膜６の揺動可能量が小さく、中空糸膜６の束の内部への気泡の進入や中空糸膜６の振動による洗浄促進効果が十分に得られないおそれがある。逆に、中空糸膜６の有効部分両端間の平均直線距離に対する平均有効長さの比が上記上限を超える場合、中空糸膜６同士が絡み合って洗浄を阻害するおそれがある。

[0035] ＜洗浄モジュール＞

洗浄モジュール４は、図１に示すように、濾過モジュール２の下方に配設され、各濾過モジュール２に対応する位置に、気泡を吐出する複数の気泡吐出口９を有することが好ましい。この場合、これらの複数の気泡吐出口９は、図３に示すように、濾過モジュール２の上側保持部材７及び下側保持部材８の軸方向と平行に配列し、かつ各濾過モジュール２に対応する列を形成するよう設けられるとよい。

[0036] この気泡吐出口９の列は、対応する濾過モジュール２の下側保持部材８に対して、平面視で下側保持部材８の上側保持部材７に対するシフト方向と反対側に配置されることが好ましい。これらの気泡吐出口９の列は、平面視で対応する下側保持部材８に対して一定距離ずつシフトして配置されることが好ましい。また、気泡吐出口９の列は、平面視で対応する濾過モジュール２

の上側保持部材７と下側保持部材８との間に配置されるようシフトして配置されることがより好ましい。より詳しくは、気泡吐出口９の列は、平面視で下側保持部材８の隙間に配置される。従って、気泡吐出口９から放出される気泡は、下側保持部材８の間を効率よく通過して中空糸膜６に衝突し、中空糸膜６を擦過することによって、中空糸膜６の外周面に付着している濁質等を除去する。

[0037] 洗浄モジュール４の構成としては、複数の気泡吐出口９から気泡を吐出できるものであればよいが、例えば図１及び図３に示すように、濾過モジュール２に一対一に対応し、不図示の空気源から空気が供給される複数本のパイプ１０を有し、この複数のパイプ１０にそれぞれ気泡吐出口９が一列に並んで形成されたものとすることができる。

[0038] なお、当該濾過装置において、洗浄モジュール４の気泡吐出口９が下側保持部材８に対してＸ方向（図中左側）にシフトされていなくてもよく、シフト方向が下側保持部材８の上側保持部材７に対するシフト方向（図中右側）と同じ方向（下側保持部材８に対して、対応する上側保持部材７が存在する側と反対側）であってもよい。

[0039] 気泡吐出口９の平均径の下限としては、１ｍｍが好ましく、２ｍｍがより好ましい。一方、気泡吐出口９の平均径の上限としては、１０ｍｍが好ましく、８ｍｍがより好ましい。気泡吐出口９の平均径が上記下限に満たない場合、気泡の吐出量が十分に得られないおそれがある。逆に、気泡吐出口９の平均径が上記上限を超える場合、気体の供給源に近い気泡吐出口９からの気泡の吐出量が多くなることで気泡の供給量が不均一になるおそれがある。

[0040] パイプ１０の平均径（平均外径）の下限としては、１０ｍｍが好ましく、１５ｍｍがより好ましい。一方、パイプ１０の平均径の上限としては、８０ｍｍが好ましく、６０ｍｍがより好ましい。パイプ１０の平均径が上記下限に満たない場合、十分な量の気泡を吐出できないおそれがある。逆に、洗浄モジュール４の平均径が上記上限を超える場合、各列において隣接する濾過モジュール２間の隙間に対応して洗浄モジュール４の気泡吐出口９を配設し

難くなるおそれがある。

[0041] ＜排出機構＞

排出機構５は、複数の濾過モジュール２の排水ノズル７ａに接続され、濾過された処理済液を集める集水配管１１と、この集水配管１１から処理済液を吸引する吸引ポンプ１２とを備える。

[0042] ＜中空糸膜＞

中空糸膜６は、液を透過させる一方、被処理液に含まれる不純物の透過を阻止する多孔性の膜を管状に成形したものである。

[0043] 中空糸膜６としては、熱可塑性樹脂を主成分とするものを用いることができる。この熱可塑性樹脂としては、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリフッ化ビニリデン、エチレン－ビニルアルコール共重合体、ポリアミド、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリスチレン、ポリサルホン、ポリビニルアルコール、ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンサルファイド、酢酸セルロース、ポリアクリロニトリル、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）等が挙げられる。これらの中でも機械的強度、耐薬品性、耐熱性、耐候性、不燃性等に優れ、多孔質性であるＰＴＦＥが好ましく、１軸又は２軸延伸したＰＴＦＥがより好ましい。なお、中空糸膜６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。

[0044] 各濾過モジュール２の複数本の中空糸膜６の束の上側保持部材７及び下側保持部材８における長手方向（Ｙ方向）の平均幅L_1は、短手方向（Ｘ方向）の平均幅L_2に対して大きいことが好ましい。つまり、上側保持部材７及び下側保持部材８での引き揃え方向（Ｚ方向）と垂直方向（Ｘ－Ｙ方向）における中空糸膜６の存在領域が長方形状であるとよい。中空糸膜６は、好ましくは、この存在領域の長辺方向（Ｙ方向）及び短辺方向（Ｘ方向）に行列状に配列される。なお、「存在領域」とは、全ての中空糸膜を包含する仮想凸多角形（全ての内角が１８０°未満である多角形）のうち最も面積の小さいものを意味する。

[0045] 上記中空糸膜６の束の長手方向の平均幅L_1の下限としては、３００ｍｍが

好ましく、５００ｍｍがより好ましい。一方、上記中空糸膜６の束の長手方向の平均幅Ｌ$_1$の上限としては、１２００ｍｍが好ましく、１０００ｍｍがより好ましい。上記中空糸膜６の束の長手方向の平均幅Ｌ$_1$が上記下限に満たない場合、十分な濾過効率が得られないおそれがある。逆に、上記中空糸膜６の束の長手方向の平均幅Ｌ$_1$が上記上限を超える場合、濾過モジュール２の取り扱いが困難になるおそれがある。

[0046] 上記中空糸膜６の束の短手方向の平均幅Ｌ$_2$の下限としては、１０ｍｍが好ましく、１５ｍｍがより好ましい。一方、上記中空糸膜６の束の短手方向の平均幅Ｌ$_2$の上限としては、１００ｍｍが好ましく、７５ｍｍがより好ましい。上記中空糸膜６の束の短手方向の平均幅Ｌ$_2$が上記下限に満たない場合、十分な濾過効率が得られないおそれがある。逆に、上記中空糸膜６の束の短手方向の平均幅Ｌ$_2$が上記上限を超える場合、後述する洗浄モジュール４から吐出される気泡を中空糸膜６の束の中心部まで的確に供給できないおそれがある。

[0047] 上記中空糸膜６の束の長手方向の平均幅Ｌ$_1$に対する中空糸膜６の束の短手方向の平均幅Ｌ$_2$の比（Ｌ$_2$／Ｌ$_1$）の下限としては、１／８０が好ましく、１／５０がより好ましい。一方、上記長手方向の平均幅Ｌ$_1$に対する短手方向の平均幅Ｌ$_2$の比（Ｌ$_2$／Ｌ$_1$）の上限としては、１／３が好ましく、１／１０がより好ましい。上記長手方向の平均幅Ｌ$_1$に対する短手方向の平均幅Ｌ$_2$の比（Ｌ$_2$／Ｌ$_1$）が上記下限に満たない場合、濾過モジュール２の取り扱いが困難になるおそれがある。逆に、上記長手方向の平均幅Ｌ$_1$に対する短手方向の平均幅Ｌ$_2$の比（Ｌ$_2$／Ｌ$_1$）が上記上限を超える場合、洗浄モジュール４から吐出される気泡を中空糸膜６の束の中心部まで的確に供給できないおそれがある。

[0048] 中空糸膜６の上記長辺方向の平均ピッチは、上記短辺方向の平均ピッチよりも大きいことが好ましい。中空糸膜６の上記長辺方向の平均ピッチに対する上記短辺方向の平均ピッチの比の下限としては、２／５が好ましく、１／２がより好ましい。一方、中空糸膜６の上記長辺方向の平均ピッチに対する

上記短辺方向の平均ピッチの比の上限としては、４／５が好ましく、２／３がより好ましい。上記比が上記下限に満たない場合、上記長辺方向の中空糸膜６の密度が小さくなり、十分な濾過効率が得られないおそれがある。逆に、上記比が上記上限を超える場合、洗浄モジュール４から吐出される気泡を上記短辺方向の一端側から中空糸膜６間に十分に導入できないおそれがある。

[0049] 上記存在領域における中空糸膜６の充填面積率の下限としては、２０％が好ましく、３０％がより好ましい。一方、上記存在領域における中空糸膜６の充填面積率の上限としては、６０％が好ましく、５５％がより好ましい。中空糸膜６の上記充填面積率が上記下限に満たない場合、単位面積あたりの中空糸膜６の本数が少なくなり、十分な濾過効率が得られないおそれがある。逆に、中空糸膜６の上記充填面積率が上記上限を超える場合、中空糸膜６間の隙間が過度に小さくなり、洗浄モジュール４から吐出される気泡を中空糸膜６の束の中心部まで十分に供給できないおそれがある。

[0050] 上記存在領域において上記短辺方向に配列される中空糸膜６の本数（配列数）の下限としては、８本が好ましく、１２本がより好ましい。一方、上記短辺方向に配列される中空糸膜６の本数の上限としては、５０本が好ましく、４０本がより好ましい。上記短辺方向に配列される中空糸膜６の本数が上記下限に満たない場合、単位面積当たりの濾過効率を十分確保できないおそれがある。逆に、上記短辺方向に配列される中空糸膜６の本数が上記上限を超える場合、洗浄モジュール４から吐出される気泡を中空糸膜６の束の中心部まで的確に供給できないおそれがある。

[0051] 中空糸膜６の平均外径に対する上記短辺方向の平均ピッチの比の下限としては、１が好ましい。一方、中空糸膜６の平均外径に対する上記短辺方向の平均ピッチの比の上限としては、３／２が好ましく、７／５がより好ましい。中空糸膜６の平均外径に対する上記短辺方向の平均ピッチの比が上記下限に満たない場合、中空糸膜６が径方向に押し潰された状態で配置されることになるので濾過モジュール２の製造が困難となるおそれがある。逆に、中空

糸膜６の平均外径に対する上記短辺方向の平均ピッチの比が上記上限を超える場合、上記短辺方向の中空糸膜６の密度が小さくなることによって十分な濾過効率が得られないおそれがある。

[0052] 中空糸膜６の平均外径の下限としては、１ｍｍが好ましく、１．５ｍｍがより好ましく、２ｍｍがさらに好ましい。一方、中空糸膜６の平均外径の上限としては、６ｍｍが好ましく、５ｍｍがより好ましく、４ｍｍがさらに好ましい。中空糸膜６の平均外径が上記下限に満たない場合、中空糸膜６の機械的強度が不十分となるおそれがある。逆に、中空糸膜６の平均外径が上記上限を超える場合、中空糸膜６の可撓性が不足することにより気泡の接触による中空糸膜６の振動及び揺動が不十分となり、中空糸膜６間の隙間を拡げて気泡を中空糸膜６の束の中心部まで案内することができないおそれや、中空糸膜６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。

[0053] 中空糸膜６の平均内径の下限としては、０．３ｍｍが好ましく、０．５ｍｍがより好ましく、０．９ｍｍがさらに好ましい。一方、中空糸膜６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。中空糸膜６の平均内径が上記下限に満たない場合、中空糸膜６内の処理済液を排出するときの圧損が大きくなるおそれがある。逆に、中空糸膜６の平均内径が上記上限を超える場合、中空糸膜６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。

[0054] 中空糸膜６の平均外径に対する平均内径の比の下限としては、３／１０が好ましく、２／５がより好ましい。一方、中空糸膜６の平均外径に対する平均内径の比の上限としては、４／５が好ましく、３／５がより好ましい。中空糸膜６の平均外径に対する平均内径の比が上記下限に満たない場合、中空糸膜６の厚さが必要以上に大きくなって中空糸膜６の透水性が低下するおそれがある。逆に、中空糸膜６の平均外径に対する平均内径の比が上記上限を超える場合、中空糸膜６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。

[0055] 中空糸膜６の中心軸に沿う平均有効長さの下限としては、１ｍが好ましく、２ｍがより好ましい。一方、中空糸膜６の平均有効長さの上限としては、６ｍが好ましく、５ｍがより好ましい。中空糸膜６の平均有効長さが上記下限に満たない場合、気泡の擦過による中空糸膜６の揺動が不十分となり、中空糸膜６間の隙間を拡げて気泡を中空糸膜６の束の中心部まで案内することができないおそれがある。逆に、中空糸膜６の平均有効長さが上記上限を超える場合、中空糸膜６の自重によって中空糸膜６の撓みが大きくなり過ぎるおそれや、濾過モジュール２の設置時等における取り扱い性が低下するおそれがある。

[0056] 中空糸膜６の平均外径に対する平均有効長さの比（アスペクト比）の下限としては、１５０が好ましく、１０００がより好ましい。一方、中空糸膜６のアスペクト比の上限としては、６０００が好ましく、５０００がより好ましい。中空糸膜６のアスペクト比が上記下限に満たない場合、気泡の擦過による中空糸膜６の揺動が不十分となり、中空糸膜６間の隙間を拡げて気泡を中空糸膜６の束の中心部まで案内することができないおそれがある。逆に、中空糸膜６のアスペクト比が上記上限を超える場合、中空糸膜６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。

[0057] ＜上側保持部材＞

上側保持部材７は、保持する中空糸膜６の内腔と連通する内部空間を形成し、この内部空間から中空糸膜６によって濾過された処理済水を排出する排水ノズル７ａを有する。

[0058] 中空糸膜６の束の短手方向の平均幅L_2に対する上側保持部材７の平面視での平均幅の比の下限としては、１．０５が好ましく、１．１がより好ましい。一方、中空糸膜６の束の短手方向の平均幅L_2に対する上側保持部材７の平面視での平均幅の比の上限としては、１．３が好ましく、１．２がより好ましい。中空糸膜６の束の短手方向の平均幅L_2に対する上側保持部材７の平面視での平均幅の比が上記下限に満たない場合、上側保持部材７の強度が不十分となるおそれがある。逆に、中空糸膜６の束の短手方向の平均幅L_2に対す

る上側保持部材７の平面視での平均幅の比が上記上限を超える場合、上側保持部材７間の隙間が小さくなることで中空糸膜６を洗浄した気泡を上方にスムーズに排出できないおそれや、カーテン状の中空糸膜６の束の間隔を小さくすることができず当該濾過装置１が不必要に大型化するおそれがある。

[0059] （下側保持部材）

下側保持部材８は、中空糸膜６の下端を保持する。下側保持部材８は、上記上側保持部材７と同様に内部空間を形成してもよく、中空糸膜６の開口を閉塞するような方法で中空糸膜６の下端を保持してもよい。また、下側保持部材８の平面視での平均幅Ｗとしては、上記上側保持部材７と同様とすることができる。

[0060] ＜フレーム＞

フレーム３は、上述のように、複数の濾過モジュール２の上側保持部材７及び下側保持部材８を保持することにより、複数の濾過モジュール２を濾過槽Ｔに貯留される被処理液中に浸漬状態に配設する。

[0061] このフレーム３は、濾過モジュール２を保持した状態で濾過槽Ｔから取り出せるよう構成されることが好ましい。また、フレーム３は、後述する洗浄モジュール４を濾過モジュール２の下方に保持するよう構成されることが好ましい。

[0062] ［利点］

当該濾過装置１は、下側保持部材が、平面視で上側保持部材に対してシフトして配設されているので、下側保持部材の周囲を鉛直に上昇する気泡が中空糸膜に衝突することが可能であり、気泡による中空糸膜の洗浄効率に優れる。このため、当該濾過装置１は、濾過能力を比較的容易に維持することができる。

[0063] ［その他の実施形態］

今回開示された実施の形態は全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。

[0064] 当該濾過装置において、濾過モジュールが複数ある場合、複数の配設ピッチはそれぞれ一定でなくてもよい。また、下側保持部材の上側保持部材に対するシフト量、及び気泡吐出口の下側保持部材に対するシフト量は、それぞれ一定でなく、濾過モジュール毎に異なってもよい。

[0065] また、当該濾過装置において、下側保持部材にも排水ノズルを設けて処理済液を排出するようにしてもよい。また、保持部材における排水ノズルの配置及び数量は任意に変更できる。

[0066] また、当該濾過装置において、洗浄モジュールは、濾過モジュールの下方から気泡供給できればよく、例えばディフューザー、スパージャー等から気泡を噴射する噴射流式散気装置、水流に気泡を混合して噴射するバブリングジェットノズル等を用いてもよい。また、洗浄モジュールから供給される気泡を、下側保持部材の間隙に案内するガイド機構を備えてもよい。また、洗浄モジュールは、複数配設されてもよい。

[0067] 当該濾過装置は、中空糸膜の外周面側を高圧にして被処理液を中空糸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、及び中空糸膜の内周面側を高圧にして被処理液を中空糸膜の外周面側に透過する内圧式等種々の濾過装置として使用してもよい。

[0068] 当該濾過装置の濾過モジュールは、上側保持部材が中空糸膜の両端を保持し、下側保持部材が中空糸膜をＵ字状に湾曲させて折り返す構成としてもよい。

請求の範囲

[請求項1] 上下に引き揃えられる複数本の中空糸膜及びこれらの複数本の中空糸膜の上下端を固定する一対の保持部材を有する１又は複数の濾過モジュールと、

この濾過モジュールの下方から気泡を供給する１又は複数の洗浄モジュールと

を備える濾過装置であって、

上記下側の保持部材が、平面視で上側の保持部材に対してシフトして配設されている濾過装置。

[請求項2] 上記濾過モジュールが、棒状の保持部材に複数本の中空糸膜がカーテン状に列設された構造を有し、

複数の上記濾過モジュールが平行かつ等間隔に配設されており、

上記複数の濾過モジュールの下側保持部材が平面視で軸方向と垂直方向に一定距離シフトしている請求項１に記載の濾過装置。

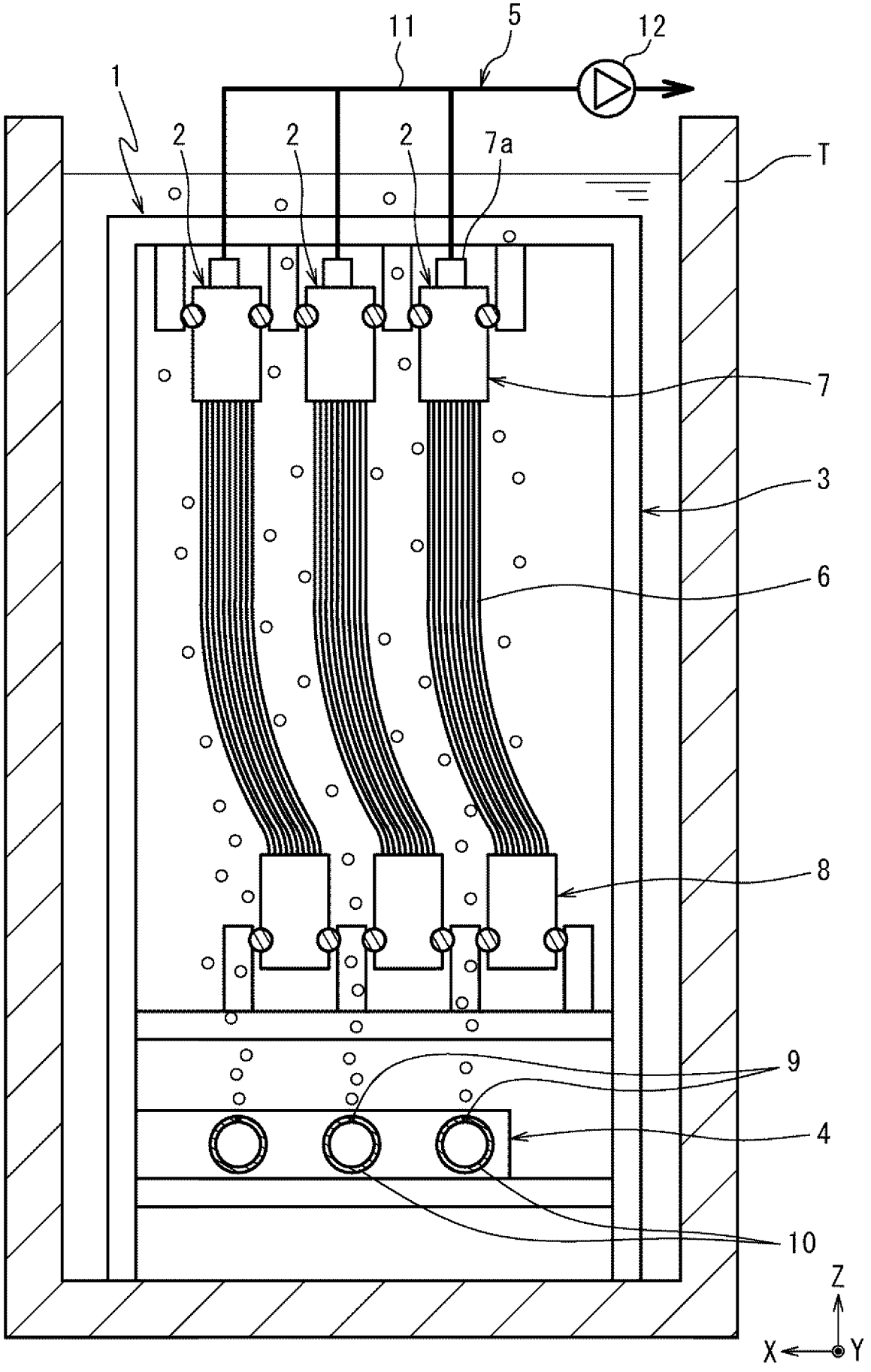
[請求項3] 上記シフト量が、複数の濾過モジュールの配設ピッチの３０％以上２００％以下である請求項２に記載の濾過装置。

[請求項4] 上記洗浄モジュールの気泡吐出口が、平面視で下側の保持部材の隙間に配設されている請求項２又は請求項３に記載の濾過装置。

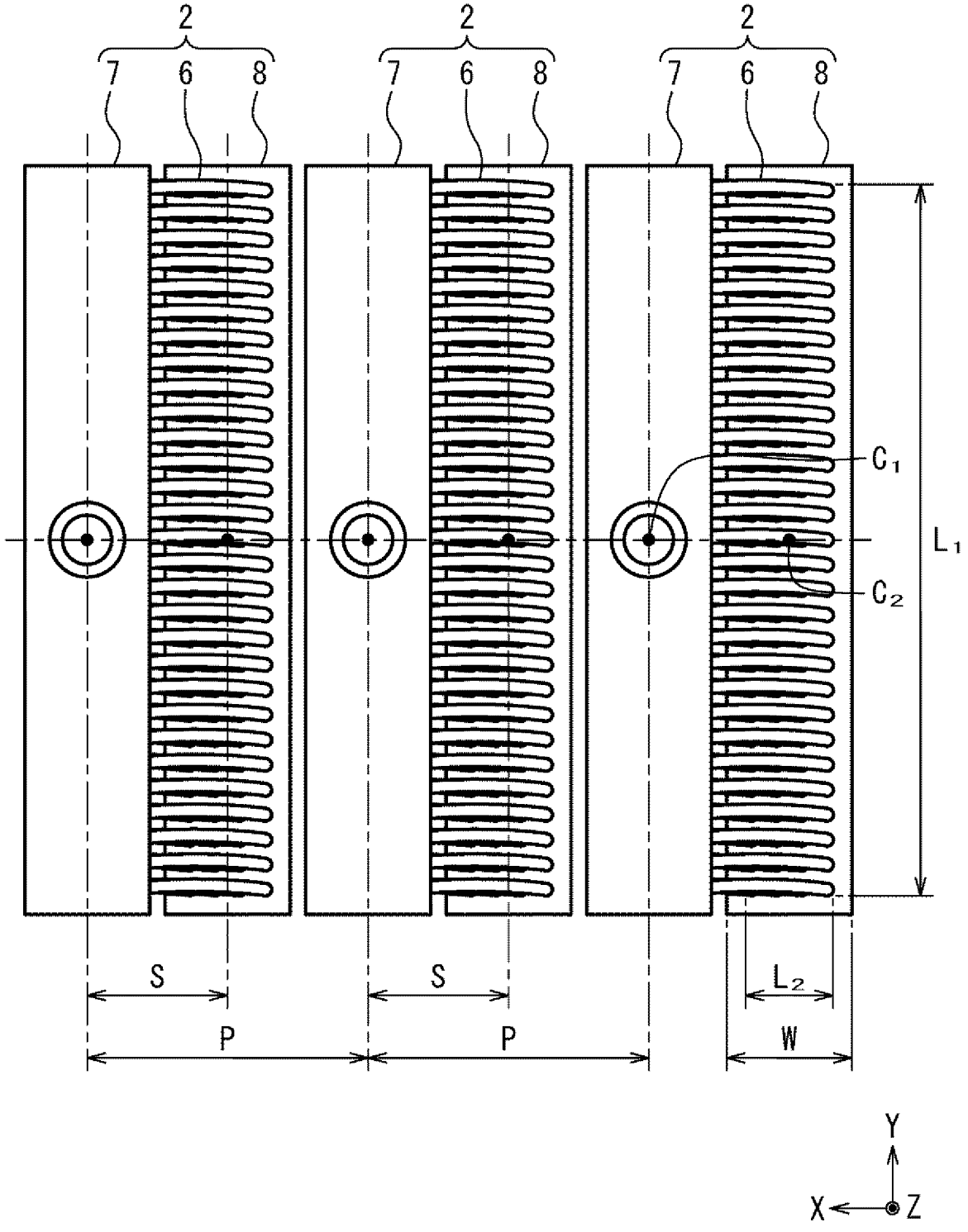
[請求項5] 上記一対の保持部材間に配設される複数本の中空糸膜が弛みを有している請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の濾過装置。

[請求項6] 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請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の濾過装置。

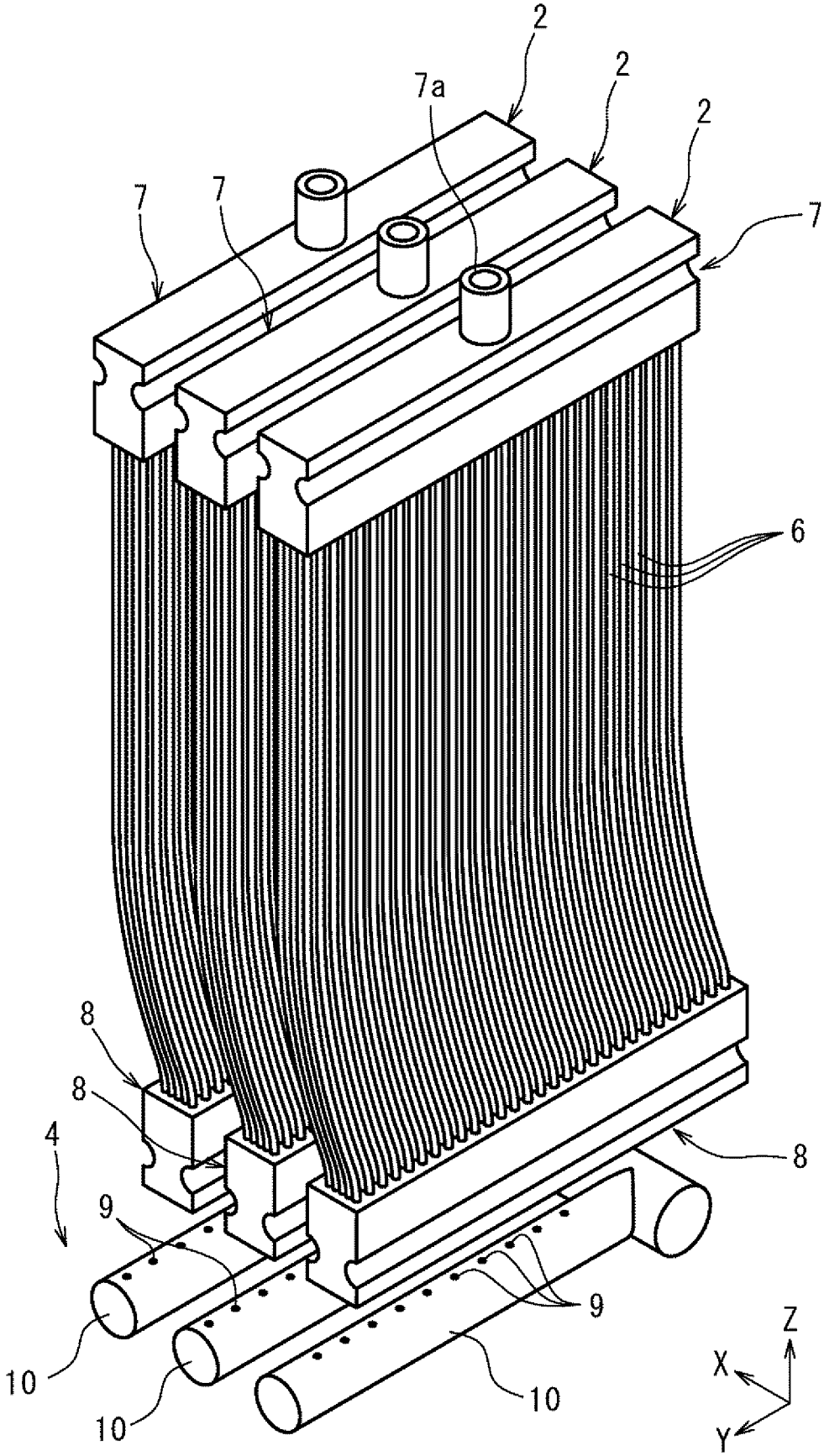
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/061528

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B01D63/04(2006.01)i, *B01D65/02*(2006.01)i, *B01D71/36*(2006.01)i, *C02F1/44*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B01D63/04, B01D65/02, B01D71/36, C02F1/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 9-75687 A (Kurita Water Industries Ltd.), 25 March 1997 (25.03.1997), paragraphs [0005], [0007], [0013] to [0014], [0019]; fig. 1 (Family: none)	1-4 5-6
Y	WO 2012/008115 A1 (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 19 January 2012 (19.01.2012), paragraphs [0013], [0020]; fig. 2 & CN 103118769 A	5-6
Y	JP 2015-6653 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 15 January 2015 (15.01.2015), claims; paragraph [0014] (Family: none)	6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 April 2016 (28.04.16)	17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/061528

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-342321 A (Toray Industries, Inc.), 14 December 1999 (14.12.1999), (Family: none)	1-6
A	WO 2013/085318 A1 (CHEIL INDUSTRIES INC.), 13 June 2013 (13.06.2013), & KR 10-2013-0065456 A	1-6
A	JP 2014-511275 A (Koron Industries Inc.), 15 May 2014 (15.05.2014), & JP 2015-71167 A & US 2014/0027360 A1 & WO 2012/125003 A2 & KR 10-2012-0111226 A & KR 10-2012-0106503 A & CN 103442789 A	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６１５２８

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01D63/04(2006.01)i, B01D65/02(2006.01)i, B01D71/36(2006.01)i, C02F1/44(2006.01)i

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01D63/04, B01D65/02, B01D71/36, C02F1/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 9-75687 A (栗田工業株式会社), 1997.03.25, 段落 0005, 0007, 0013-0014, 0019, 図 1, (ファミリーなし)	1-4 5-6
Y	WO 2012/008115 A1 (川崎重工業株式会社), 2012.01.19, 段落 0013, 0020, 図 2, & CN 103118769 A	5-6
Y	JP 2015-6653 A (住友電気工業株式会社), 2015.01.15, 特許請求の範囲, 段落 0014, (ファミリーなし)	6

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２８．０４．２０１６	国際調査報告の発送日 １７．０５．２０１６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｄ　５８０６ 宮部　裕一 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４２１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 11-342321 A (東レ株式会社), 1999.12.14, (ファミリーなし)	1-6
A	WO 2013/085318 A1 (CHEIL INDUSTRIES INC.), 2013.06.13, & KR 10-2013-0065456 A	1-6
A	JP 2014-511275 A (コーロン　インダストリーズ　インク), 2014.05.15, & JP 2015-71167 A & US 2014/0027360 A1 & WO 2012/125003 A2 & KR 10-2012-0111226 A & KR 10-2012-0106503 A & CN 103442789 A	1-6