(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 11 月 17 日(17.11.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/181803 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/JP2016/062874

(22) 国際出願日: 2016 年 4 月 25 日(25.04.2016)

(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 2015-096301 2015 年 5 月 11 日(11.05.2015) 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). 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). 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). 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).

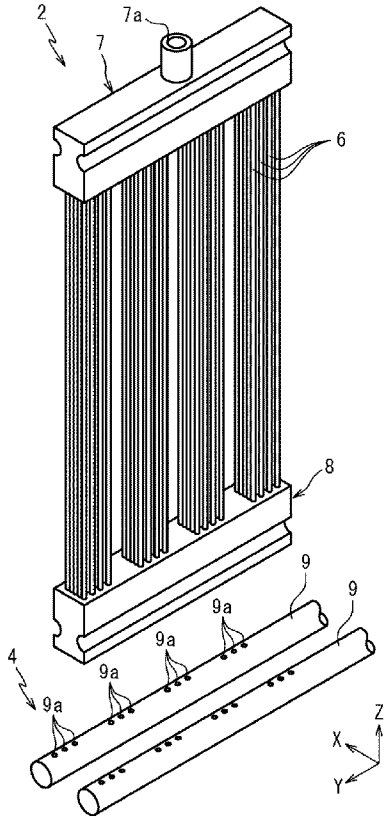
(74) 代理人: 中田　元己, 外 (NAKATA, Motomi et al.); 〒 5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(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.

[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 each having a plurality of hollow fiber membranes extending in one direction, the one or more filtration modules each also having a pair of holding members to which the opposite ends of each of the plurality of hollow fiber membranes are affixed; and one or more cleaning modules for supplying gas bubbles from below the filtration modules. Each of the filtration modules has a structure wherein the plurality of hollow fiber membranes are arranged in a row in a curtain-like form on the bar-like holding members, and the holding members each have a plurality of regions arranged at intervals and having the plurality of hollow fiber membranes densely arranged therein in the longitudinal direction. Preferably, the average interval between the dense arrangement regions is in the range of 1/100 to 1, inclusive, of the average longitudinal length of the dense arrangement regions.

(57) 要約: 本発明の一態様に係る濾過装置は、一方向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両端部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、上記保持部材が、長手方向に上記複数本の中空糸膜が稠密に配設される複数の領域を間隔を空けて有している。上記稠密配設領域の平均間隔としては、上記稠密配設領域の長手方向平均長さの１／１００以上１以下が好ましい。

WO 2016/181803 A1

(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, 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、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

[0005] 本発明の一態様に係る濾過装置は、一方向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両端部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、上記保持部材が、長手方向に上記複数本の中空糸膜が稠密

に配設される複数の領域を間隔を空けて有している。

## 図面の簡単な説明

[0006] [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及び洗浄モジュールを示す模式的斜視図である。

[図3]図３は、図２の濾過モジュールの模式的水平方向断面図である。

## 発明を実施するための形態

[0007] ［本開示が解決しようとする課題］

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、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。

[0008] 本発明の濾過装置は、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。

[0009] ［本開示の効果］

本発明の濾過装置は、中空糸膜表面の洗浄効率に優れる。

[0010] ［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、一方向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両端部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、上記保持部材が、長手方向に上記複数本の中空糸膜が稠密に配設される複数の領域を間隔を開けて有している。

[0011] 当該濾過装置は、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する濾過モジュールを備え、上記保持部材が、長手方向に上記複数本の中空糸膜が稠密に配設される複数の領域を間隔を開けて有していることによって、中空糸膜の複数の稠密束を間隔を空けて形成する。このため、当該濾過装置では、中空糸膜の隣り合う稠密束との間に中空糸膜が配設されていない空間を有し、中空糸膜の稠密束が全方向に自由に振動することができる。その結果、この振動によって中空糸膜表面の付着物を振り落とすことができると共に、洗浄モジュールから供給される気泡を中空糸膜の稠密束の内部に誘導して気泡によるスクラビング効果を促進することができる。従って、当該濾過装置は、中空糸膜表面の洗浄効率に優れ、高い濾過効率を維持することができる。

[0012] 上記稠密配設領域の平均間隔としては、上記稠密配設領域の長手方向平均長さの１／１００以上１以下が好ましい。このように、上記稠密配設領域の平均間隔が上記範囲内であることによって、中空糸膜の揺動によって洗浄効果を促進できると共に、当該濾過装置の不必要な大型化を防止することができる。

[0013] 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いるとよい。このように、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いることによって、中空糸膜の稠密束の濾過モジュール配列方向両側にも均等に空間が形成され、中空糸膜の揺動による洗浄効果をより促進することができる。

[0014] 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、中空糸膜をより確実に揺動させて洗浄効果を促進できる。

[0015] 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、中空糸膜が揺動に耐える十分な機械的強度を有し、気泡による洗浄

効率をより向上することができる。

[0016] ここで、「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、「平行」とは、両者のなす角度が５°以下、好ましくは３°以下であることを意味する。また、「等間隔」とは、それぞれの間隔と平均間隔との差が１０％以下、好ましくは５％以下であることを意味する。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。また、「主成分」とは、質量含有率が５０％以上、好ましくは８０％以上である成分を意味する。

[0017] ［本発明の実施形態の詳細］

以下、本発明に係る濾過装置１の実施形態について図面を参照しつつ詳説する。

[0018] 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Ｗと、この濾過槽Ｗ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。

[0019] 〔濾過槽〕

濾過槽Ｗ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。

[0020] 濾過槽Ｗ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。

[0021] 〔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Ｂを供給す

る１の洗浄モジュール４と、複数の濾過モジュール２によって被処理液を濾過した処理済液を濾過モジュール２から排出する排出機構５とを備える。

[0022] ＜濾過モジュール＞

濾過モジュール２は、図１及び図２に示すように、上下（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。

[0023] 当該濾過装置１において、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がＹ方向に細長い棒状に形成され、複数本の中空糸膜６が上側保持部材７及び下側保持部材８の長手方向（Ｙ方向）に沿うカーテン状に列設される。このように中空糸膜６がカーテン状に列設されることによって、気泡Ｂが中空糸膜６のカーテンの厚さ方向（Ｘ方向）にその中心部まで比較的容易に入り込むことができるので、後述する洗浄モジュール４による洗浄効果を促進することができる。

[0024] さらに、図２に示すように、上記複数本の中空糸膜６は、稠密に配設される複数の稠密束に分割して配設され、この複数の中空糸膜６の束が上側保持部材７及び下側保持部材８の長手方向（Ｙ方向）に沿って、間隔を空けて配列されている。つまり、上側保持部材７及び下側保持部材８は、長手方向に複数本の中空糸膜６が稠密に配設される複数の領域を間隔を空けて有する。このように、中空糸膜６を複数の稠密束に分割し、中空糸膜６の稠密束の間に間隙を設けることによって、中空糸膜６の稠密束が上側保持部材７及び下側保持部材８の長手方向に振動することができる。その結果、この振動によって中空糸膜６の表面の付着物を効率よく振り落とすことができる。また、中空糸膜６の稠密束の間に間隙が存在することによって、気泡Ｂが上側保持部材７及び下側保持部材８の長手方向に中空糸膜６の稠密束の内部に比較的容易に入り込むことができる。これによって、後述する洗浄モジュール４による洗浄効果をさらに促進することができる。

[0025] 図３に示すように、各濾過モジュール２の上側保持部材７（及び下側保持

部材８）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$Ａ_0$は、上側保持部材７の長手方向（図中上下のＹ方向）に一列に、互いに間隔を空けて並んだ複数の稠密配設領域$Ａ_1$を含む。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。各稠密配設領域$Ａ_1$において、中空糸膜６は、上側保持部材７及び下側保持部材８の長手方向及びこれに垂直な短手方向（図中左右のＸ方向）に行列状に配列されることが好ましい。複数の稠密配設領域$Ａ_1$を含む存在領域$Ａ_0$は、長手方向の長さ$Ｌ_1$が短手方向の長さ（幅）$Ｌ_2$よりも大きい長方形状であることが好ましい。

[0026] 上記存在領域$Ａ_0$における稠密配設領域$Ａ_1$の長手方向の平均長さ$Ｌ_3$の存在領域$Ａ_0$の短手方向の平均長さ$Ｌ_2$に対する比（$Ｌ_3$／$Ｌ_2$）の下限としては、１／２が好ましく、３／４がより好ましい。一方、稠密配設領域$Ａ_1$の長手方向の平均長さ$Ｌ_3$の存在領域$Ａ_0$の短手方向の平均長さ$Ｌ_2$に対する比（$Ｌ_3$／$Ｌ_2$）の上限としては、１０が好ましく、５がより好ましい。稠密配設領域$Ａ_1$の長手方向の平均長さ$Ｌ_3$の存在領域$Ａ_0$の短手方向の平均長さ$Ｌ_2$に対する比（$Ｌ_3$／$Ｌ_2$）が上記下限に満たない場合、濾過面積不十分となるおそれや、当該濾過装置１がその濾過能力に比して不必要に大型化するおそれがある。逆に、稠密配設領域$Ａ_1$の長手方向の平均長さ$Ｌ_3$の存在領域$Ａ_0$の短手方向の平均長さ$Ｌ_2$に対する比（$Ｌ_3$／$Ｌ_2$）が上記上限を超える場合、中空糸膜６の洗浄を十分に促進できないおそれがある。

[0027] 上記存在領域$Ａ_0$における稠密配設領域$Ａ_1$の長手方向の平均長さ$Ｌ_3$に対する稠密配設領域$Ａ_1$の平均間隔Ｄの比（Ｄ／$Ｌ_3$）の下限としては、１／１００が好ましく、１／８０がより好ましい。一方、稠密配設領域$Ａ_1$の長手方向の平均長さ$Ｌ_3$に対する稠密配設領域$Ａ_1$の平均間隔Ｄの比（Ｄ／$Ｌ_3$）の上限としては、１が好ましく、１／１５がより好ましく、１／２０がさらに好ましい。稠密配設領域$Ａ_1$の長手方向の平均長さ$Ｌ_3$に対する稠密配設領域$Ａ_1$の平均間隔Ｄの比（Ｄ／$Ｌ_3$）が上記下限に満たない場合、中空糸膜６の洗浄を

十分に促進できないおそれがある。逆に、稠密配設領域$A_1$の長手方向の平均長さ$L_3$に対する稠密配設領域$A_1$の平均間隔Ｄの比（Ｄ／$L_3$）が上記上限を超える場合、濾過面積不十分となるおそれや、当該濾過装置１がその濾過能力に比して不必要に大型化するおそれがある。

[0028] 上記存在領域$A_0$の長手方向の平均長さ$L_1$の下限としては、３００ｍｍが好ましく、５００ｍｍがより好ましい。一方、上記平均長さ$L_1$の上限としては、１２００ｍｍが好ましく、１０００ｍｍがより好ましい。上記平均長さ$L_1$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、上記平均長さ$L_1$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。

[0029] 上記存在領域$A_0$の短手方向の平均長さ$L_2$の下限としては、１０ｍｍが好ましく、１５ｍｍがより好ましい。一方、上記平均長さ$L_2$の上限としては、１００ｍｍが好ましく、７５ｍｍがより好ましい。上記平均長さ$L_2$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、上記平均長さ$L_2$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Ｂを中空糸膜６の稠密束の中心部まで的確に供給できないおそれがある。

[0030] 上記存在領域$A_0$の長手方向の平均長さ$L_1$に対する短手方向の平均長さ$L_2$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、上記平均長さ$L_1$に対する平均長さ$L_2$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。上記平均長さ$L_1$に対する平均長さ$L_2$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、上記平均長さ$L_1$に対する平均長さ$L_2$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Ｂを中空糸膜６の稠密束の中心部まで的確に供給できないおそれがある。

[0031] 隣接する濾過モジュール２の存在領域$A_0$間の平均間隔Ｇの下限としては、１０ｍｍが好ましく、１５ｍｍがより好ましい。一方、上記存在領域$A_0$間の

平均間隔Ｇの上限としては、３０ｍｍが好ましく、２５ｍｍがより好ましい。上記存在領域$Ａ_0$間の平均間隔Ｇが上記下限に満たない場合、後述する洗浄モジュール４から吐出される気泡Ｂを濾過モジュール２間に的確に導入することが困難になるおそれがある。逆に、上記存在領域$Ａ_0$間の平均間隔Ｇが上記上限を超える場合、当該濾過装置１がその濾過能力に比して不必要に大型化するおそれがある。

[0032] 上記稠密配設領域$Ａ_1$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、稠密配設領域$Ａ_1$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Ｂを中空糸膜６の稠密束の中心部まで十分に供給できないおそれがある。

[0033] 上記存在領域$Ａ_0$において上記短手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、上記短手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。上記短手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、上記短手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Ｂを中空糸膜６の稠密束の中心部まで的確に供給できないおそれがある。

[0034] 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、平行かつ等間隔に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の平面形状における長手方向中心軸Ｃがそれぞれ平行かつ等間隔になるよう、フレーム３に保持されるとよい。これによって、中空糸膜６の稠密束の濾過モジュール配列方向両側にも均等に空間が形成され、中空糸膜６の稠密束の揺動による洗浄効果をより促進すること

ができる。

[0035] 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の水平方向の平均幅Ｗの１．１倍が好ましく、１．２倍がより好ましい。一方、濾過モジュール２の配設ピッチ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Ｂ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。

[0036] 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７，８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（中空糸膜６の中心軸に沿う長さ）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。

[0037] このように中空糸膜６が弛みを有することにより、気泡Ｂが中空糸膜６の稠密束の内部に進入し易くなると共に、中空糸膜６が揺動してその振動により洗浄効果を促進することができる。

[0038] 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Ｂ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。

[0039] ＜洗浄モジュール＞

洗浄モジュール４は、図１及び図２に示すように、複数の濾過モジュール２の下方に配設される。洗浄モジュール４は、平面視で濾過モジュール２の間に配置され、空気を供給する複数の給気管９を有する。この複数の給気管９は、平面視で下側保持部材８の長手方向（Ｙ方向）の稠密配設領域$A_1$に対応する位置に気泡を吐出する複数の気泡吐出口９ａが形成されている。より具体的には、気泡吐出口９ａは、図３に示すように、平面視でＸ方向に隣接する濾過モジュール２の稠密配設領域$A_1$の間に開口している。このように気泡吐出口９ａを配置することにより、気泡が下側保持部材８の隙間を通過し、効率よく中空糸膜６に当接するので、中空糸膜６の洗浄効果を促進することができる。なお、この気泡吐出口９ａの径としては、例えば１ｍｍ以上１０ｍｍ以下とすることができる。

[0040] ＜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、中空糸膜６によって被処理液を濾過し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。

[0041] ＜中空糸膜＞

上記濾過モジュール２の中空糸膜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。

[0042] 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。

[0043] 中空糸膜６の平均外径に対する上記短手方向（Ｘ方向）の配列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手方向の配列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手方向の配列の平均ピッチの比が上記上限を超える場合、上記短手方向の中空糸膜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。

[0044] 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Ｂ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Ｂを中空糸膜６の稠密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。

[0045] 中空糸膜６の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Ｂ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Ｂを中空糸膜６の稠密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のたわ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。

[0046] 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Ｂ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Ｂを中空糸膜６の稠密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。

[0047] ＜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。

[0048] 中空糸膜６の存在領域$A_0$のＸ方向の平均幅に対する上側保持部材７の平面視でのＸ方向の平均幅（鉛直方向の投影形状における短手方向の平均幅）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の存在領域$A_0$の平均幅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の存在領域$A_0$の平均幅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の存在領域$A_0$の平均幅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Ｂ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の稠密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。

[0049] ＜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Ｘ方向の平均幅としては、上記上側保持部材７と同様とすることができる。

[0050] ＜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Ｗに貯留される被処理液中に浸漬状態に配設する。

[0051] 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Ｗ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。

[0052] ［利点］

当該濾過装置１は、中空糸膜６の稠密束の間に空間を有し、中空糸膜６の稠密束が自由に振動することができるので、この振動によって中空糸膜表面の付着物を振り落とすことができると共に、洗浄モジュール４から供給される気泡Ｂを中空糸膜６の稠密束の内部に誘導して気泡Ｂによるスクラビング効果を促進することができる。従って、当該濾過装置１は、中空糸膜６の表面の洗浄効率に優れ、高い濾過効率を維持することができる。

[0053] ［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、請求の範囲によって示され、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。

[0054] 当該濾過装置において、濾過モジュールが平行に配置されなくてもよく、濾過モジュール間の間隔が不均一であってもよい。

[0055] また、当該濾過装置において、洗浄モジュールは、稠密配設領域に対応しない位置から気泡を供給するものであってもよい。例として、洗浄モジュールは、給気管に稠密配設領域とは無関係な一定のピッチで気泡吐出口が形成されたものであってもよい。また、洗浄モジュールは、稠密配設領域の直下に開口する気泡吐出口から気泡を供給するものであってもよい。

[0056] 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を供給できればよく、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、当該濾過装置は、複数の洗浄モジュールを備えてもよい。

[0057] また、当該濾過装置において、洗浄モジュールは、空気を供給する給気管と、この給気管から供給される空気を蓄積し、一定量以上に蓄積された空気を一度に放出する複数の間欠的気泡発生器とを有してもよい。間欠的気泡発生器としては、例えば特開昭５８－７０８９５号公報に記載の間欠式空気揚水筒等に用いられる空気放出機構を用いることができる。このような複数の間欠的気泡発生器は、平面視で下側保持部材の長手方向の稠密配設領域に対応する位置に配置されるとよい。間欠的気泡発生器から吐出される粗大気泡は、中空糸膜の弛みを上方に移動させるよう中空糸膜の稠密束をとかす櫛のような役目を果たす。従って、間欠的気泡発生器から吐出される粗大気泡は、中空糸膜の表面を効率よく擦過できると共に、稠密束の中空糸膜を一斉に振動させられるので、中空糸膜の表面に付着した活性汚泥等の付着物を効率よく取り除くことができる。

[0058] 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。

## 符号の説明

[0059] 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　給気管
９ａ　気泡吐出口
１１　集水配管
１２　吸引ポンプ
$A_0$　存在領域
$A_1$　稠密配設領域
Ｂ　気泡
Ｃ　長手方向中心軸
Ｄ　稠密配設領域の間隔
Ｇ　下側保持部材の間隔
$L_1$　存在領域の長手方向の長さ
$L_2$　存在領域の短手方向の長さ
$L_3$　稠密配設領域の長手方向の長さ

P　濾過モジュールの配設ピッチ

W　濾過槽

# 請求の範囲

[請求項1] 一方向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両端部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、

上記保持部材が、長手方向に上記複数本の中空糸膜が稠密に配設される複数の領域を間隔を空けて有している濾過装置。

[請求項2] 上記稠密配設領域の平均間隔が上記稠密配設領域の長手方向平均長さの１／１００以上１以下である請求項１に記載の濾過装置。

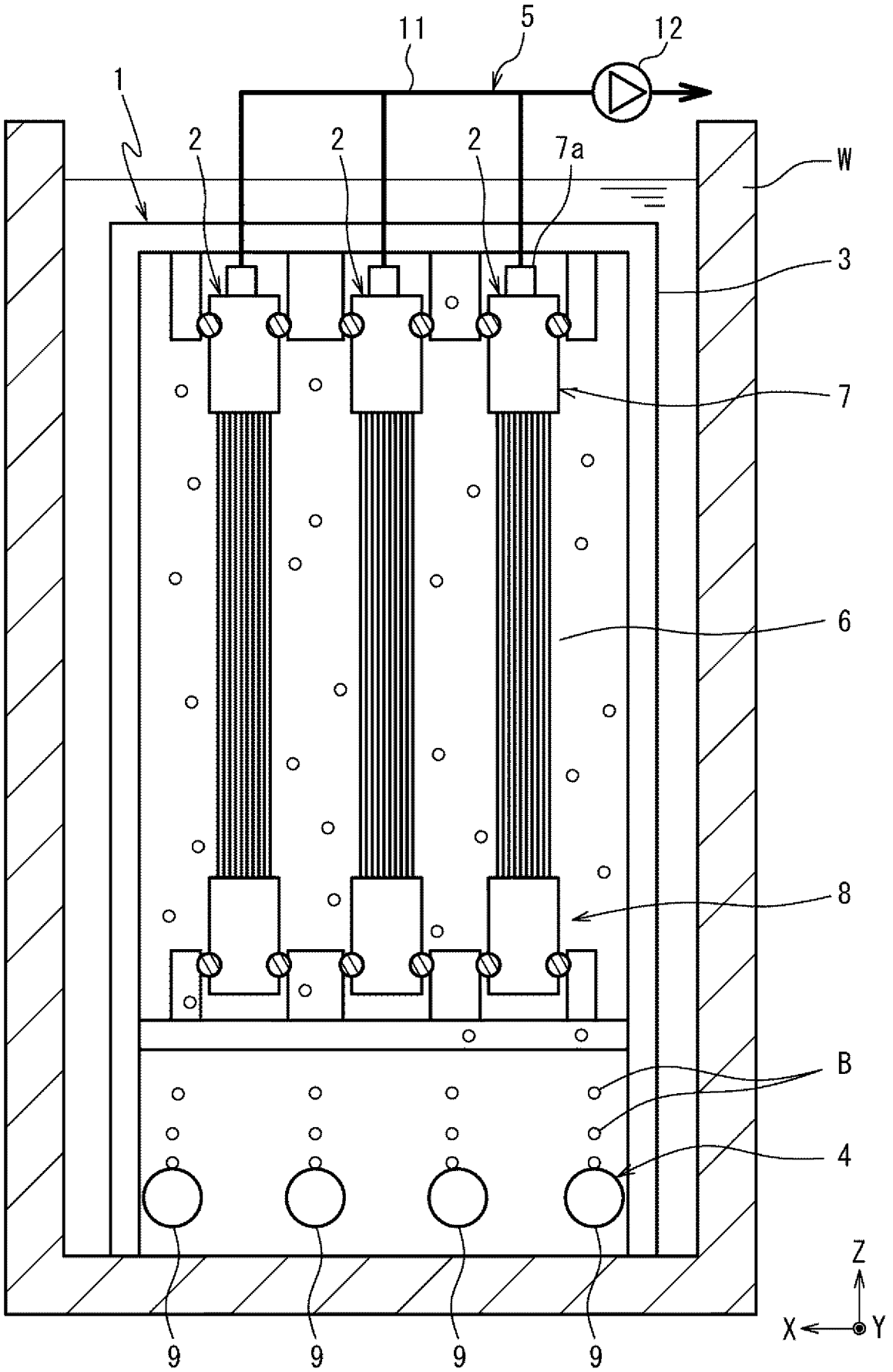
[請求項3] 複数の上記濾過モジュールが平行かつ等間隔に配設されている請求項１又は請求項２に記載の濾過装置。

[請求項4] 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、請求項２又は請求項３に記載の濾過装置。

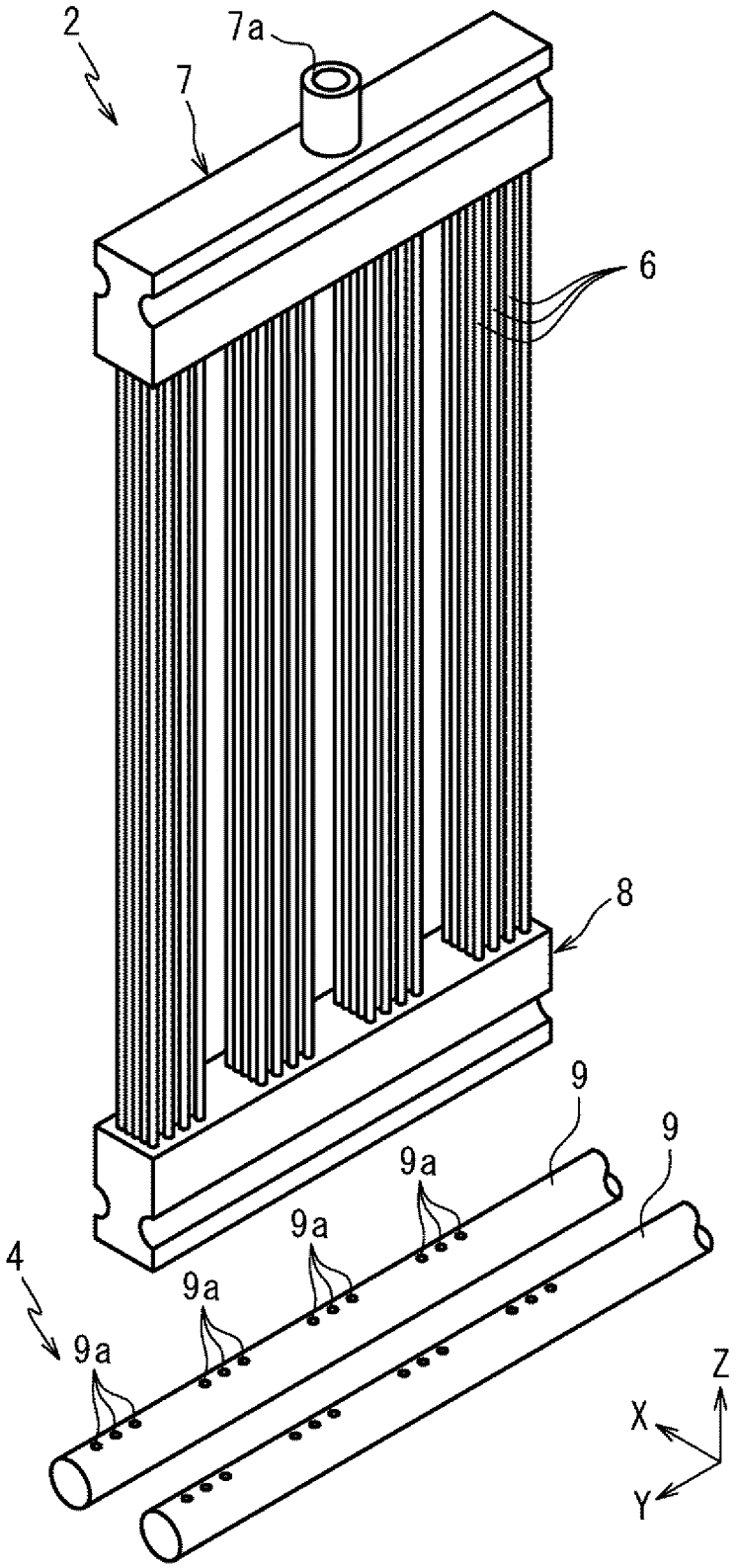
[請求項5] 上記中空糸膜の有効部分両端間の平均直線距離に対する平均有効長さの比は、１．０１以上１．２以下である、請求項４に記載の濾過装置。

[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。

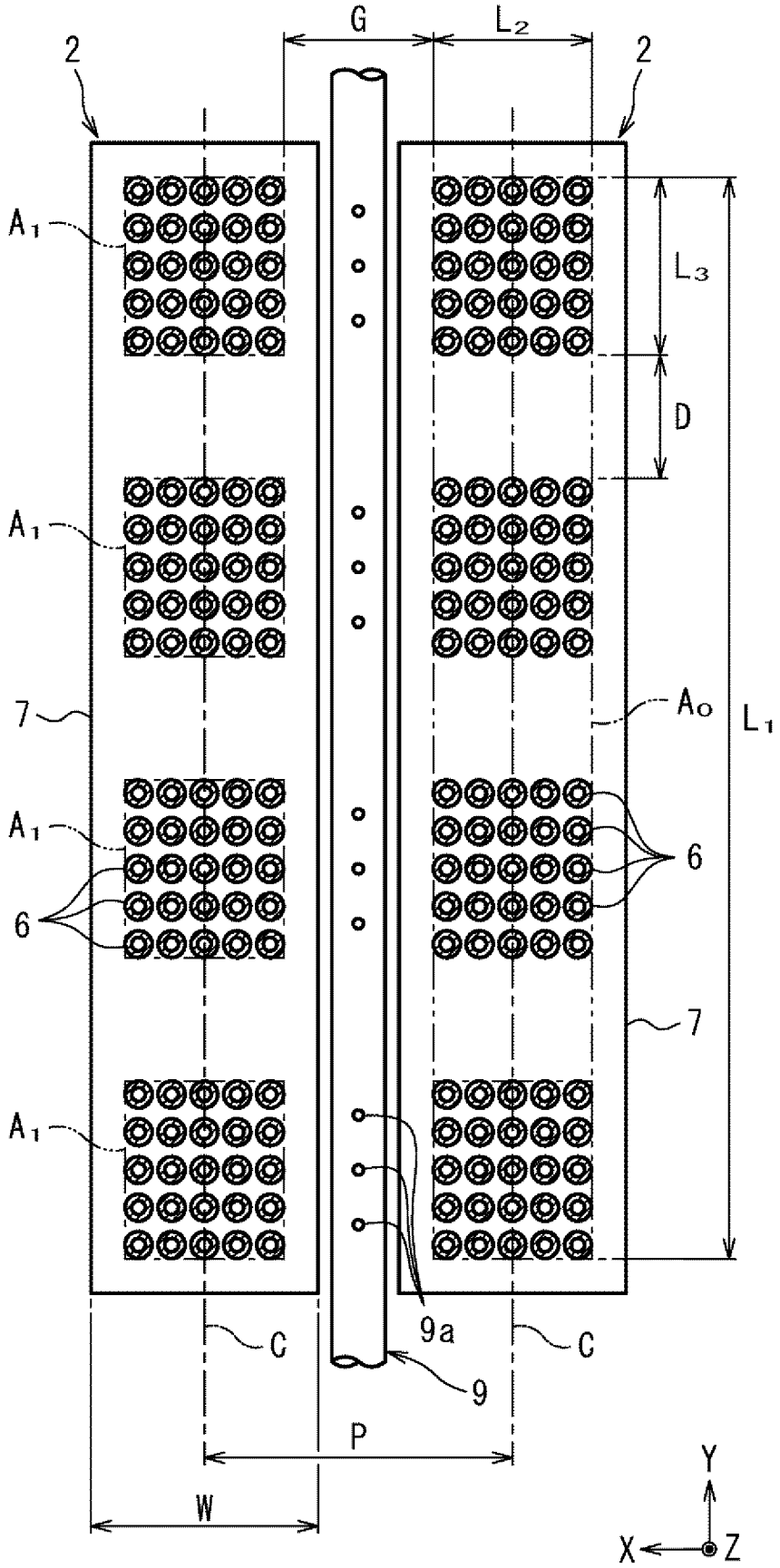
[図1]



[図2]



[図3]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/062874

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)
B01D61/00-71/82, 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<br>Y | WO 2008/139617 A1 (Mitsubishi Rayon Engineering Co., Ltd.), 20 November 2008 (20.11.2008), claims; paragraphs [0033] to [0043]; fig. 1 to 5<br>& US 2010/0200481 A1 claims; paragraphs [0085] to [0088]; fig. 1 to 5<br>& AU 2007353014 A & CN 101820980 A<br>& EP 2147714 A1 & KR 10-2010-0022976 A | 1-3,6<br>4-5 |
| X<br>Y | JP 2007-152179 A (Mitsubishi Rayon Engineering Co., Ltd.), 21 June 2007 (21.06.2007), claims; paragraphs [0033] to [0043]; fig. 1 to 5<br>(Family: none) | 1-3,6<br>4-5 |

☒ 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 |
|---|---|
| 22 July 2016 (22.07.16) | 02 August 2016 (02.08.16) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915,Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2016/062874

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | WO 2012/008115 A1 (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.),<br>19 January 2012 (19.01.2012),<br>claims; paragraphs [0012] to [0013]; fig. 1 to 2<br>& CN 103118769 A | 4-5 |
| A | WO 2008/001730 A1 (Sumitomo Electric Fine Polymer Inc.),<br>03 January 2008 (03.01.2008),<br>paragraphs [0066] to [0068]; fig. 13<br>& US 2009/0236280 A1<br>paragraphs [0186] to [0189]; fig. 13<br>& AU 2007266182 A1 & CA 2655917 A1<br>& CN 101479024 A & EP 2045000 A1<br>& HK 1127312 A1 & KR 10-2009-0029219 A<br>& MY 146707 A & TW 200819195 A | 1-6 |
| A | JP 2000-051672 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.),<br>22 February 2000 (22.02.2000),<br>& AU 5197399 A & CN 1333705 A<br>& EP 1105205 A2 & KR 10-2001-0072406 A<br>& TW 423992 B & US 6280626 B1<br>& WO 2000/009245 A2 | 1-6 |
| A | JP 2010-142782 A (Daiki Ataka Engineering Co., Ltd.),<br>01 July 2010 (01.07.2010),<br>(Family: none) | 1-6 |
| A | US 2011/0049038 A1 (AERTS, Peter E. M.),<br>03 March 2011 (03.03.2011),<br>& CN 102481522 A & WO 2011/025698 A1 | 1-6 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６２８７４

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.　B01D61/00-71/82, 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<br>Y | WO 2008/139617 A1（三菱レイヨン・エンジニアリング株式会社）<br>2008.11.20,請求の範囲,段落 0033-0043,図 1-5<br>& US 2010/0200481 A1,クレーム,段落 0085-0088,図 1-5<br>& AU 2007353014 A & CN 101820980 A<br>& EP 2147714 A1 & KR 10-2010-0022976 A | 1-3,6<br>4-5 |

☑　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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| ２２．０７．２０１６ | ０２．０８．２０１６ |


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）　４Ｑ　９６３０
目代　博茂
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６８

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 |
|---|---|---|
| X<br>Y | JP 2007-152179 A（三菱レイヨン・エンジニアリング株式会社）<br>2007.06.21,特許請求の範囲,段落 0033-0043,図 1-5<br>（ファミリーなし） | 1-3,6<br>4-5 |
| Y | WO 2012/008115 A1（川崎重工業株式会社）2012.01.19,<br>請求の範囲,段落 0012-0013,図 1-2<br>& CN 103118769 A | 4-5 |
| A | WO 2008/001730 A1（住友電工ファインポリマー株式会社）<br>2008.01.03,段落 0066-0068,図 13<br>& US 2009/0236280 A1,段落 0186-0189,図 13<br>& AU 2007266182 A1 & CA 2655917 A1 & CN 101479024 A<br>& EP 2045000 A1 & HK 1127312 A1 & KR 10-2009-0029219 A<br>& MY 146707 A & TW 200819195 A | 1-6 |
| A | JP 2000-051672 A（三菱レイヨン株式会社）2000.02.22<br>& AU 5197399 A & CN 1333705 A & EP 1105205 A2<br>& KR 10-2001-0072406 A & TW 423992 B & US 6280626 B1<br>& WO 2000/009245 A2 | 1-6 |
| A | JP 2010-142782 A（アタカ大機株式会社）2010.07.01<br>（ファミリーなし） | 1-6 |
| A | US 2011/0049038 A1（AERTS, Peter E. M.）2011.03.03<br>& CN 102481522 A & WO 2011/025698 A1 | 1-6 |