(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
2012 年 9 月 7 日(07.09.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/117768 A1

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

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/051371

(22) 国際出願日: 2012 年 1 月 23 日(23.01.2012)

(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 2011-041486 2011 年 2 月 28 日(28.02.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社明電舎(MEIDENSHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎２丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 李　泰日(LI, Tairi). 野口　寛(NOGUCHI, Hiroshi).

(74) 代理人: 小林　博通, 外(KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町１番２９号 掖済会ビル　ＳＨＩＧＡ内外国特許事務所内 Tokyo (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

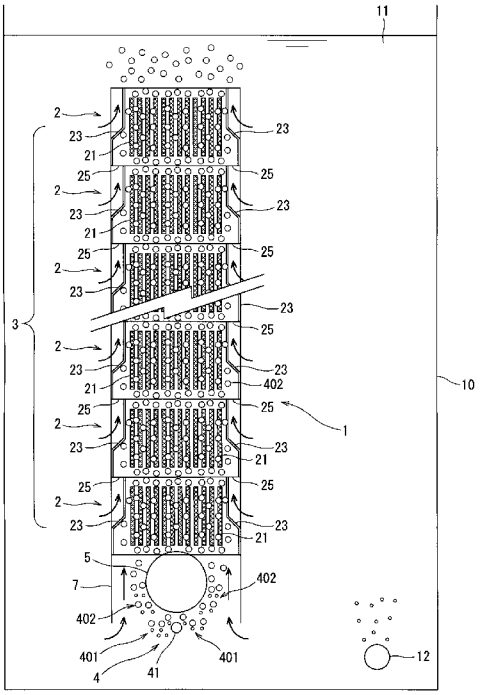
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: MEMBRANE SEPARATION DEVICE

(54) 発明の名称 : 膜分離装置

[図1]



(57) **Abstract**: A membrane separation device (1) comprising: a membrane unit (3) comprising a plurality of membrane modules (2) stacked in the depth direction of a biological reaction tank (10); an air diffusion member (4) arranged below the membrane unit (3) and that diffuses air for membrane cleaning towards the membrane unit (3); and an air bubble group separating member (5) arranged between the membrane unit (3) and the air diffusion member (4) and that causes a group of air bubbles (401) of air supplied from the air diffusion member (4) to be separated into a plurality of air bubble groups (402). The air bubble group separating member (5) has a larger diameter than the diameter of the air diffusion member (4) and comprises a three-dimensional barrier member arranged parallel to the axis of the air diffusion member (4). The bottom of the vertical cross-section of the air bubble group separating member (5) is formed in a downwardly convex three-dimensional shape. The top section of the vertical cross-section of the air bubble group separating member (5) is, for example, a triangular shape whereas the bottom half is a semi-circular shape.

(57) 要約: 膜分離装置１は、膜モジュール２を生物反応槽１０の深さ方向に複数積重させて成る膜ユニット３と、この膜ユニット３の下方に配置され当該膜ユニット３への膜洗浄用の空気を散気する散気部材４と、膜ユニット３と散気部材４との間に配置され当該散気部材４から供された空気の気泡群４０１を複数の気泡群４０２に分割させる気泡群分割部材５とを備える。気泡群分割部材５は散気部材４の径よりも大径であると共に当該散気部材４の軸と平行に配置される立体形状の障害部材からなる。気泡群分割部材５はその縦断面の下辺が下に凸の立体に形成されている。気泡群分割部材５は例えばその縦断面の上辺が三角形である一方で下半部が半円形を成す。

WO 2012/117768 A1

明　細　書

発明の名称 ： 膜分離装置

技術分野

[0001] 本発明は膜分離装置に関するものであり、特に水処理の分野で用いられる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被処理水に浸漬させて固液分離を行う方法が種々検討されている。分離膜を用いて被処理水の濾過処理を行うと、高い水質の処理水を得ることができる（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、濾過処理を継続する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するため、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装置を配設し、散気装置から気泡の散気を行い、気泡の上昇することによって生まれる気液混合流を膜モジュールの膜面に接触させること（スクラビング）により分離膜表面の懸濁物質を剥離させる方法が採られている。

[0006] この膜面を空気洗浄する方法における留意点は、洗浄用気泡を如何に膜全面（水平断面にて）に均等に供給するかである。すなわち、膜面の洗浄にお

いて気泡の散気によって生じる気液混合流を膜面に接触させることにより洗浄を行うため、散気管から発生した気泡を均等に分散させる手段が重要となる。そこで、気泡の分散方法を改良させた膜分離装置として例えば特許文献１～４に開示された装置が知られている。

[0007] 特許文献１に記載の膜分離装置の散気管は円筒状の散気管の下部周壁部においてスリット状の散気孔が当該散気管の軸線に対して略垂直に配置されるように複数形成されている。

[0008] 特許文献２～４に記載の膜分離装置はスクラビングするための気泡を分離膜全体に均等に、かつ十分に作用させるために分離膜ごとに散気装置（散気管）を配設している。さらに、被処理水に対するスクラビングエアの溶解効率を向上させるために前記散気装置の上方に格子状または網目状の分散部材を配置させ、当該装置から供された気泡よりも小径の気泡を発生させている。

[0009] 特許文献１の膜分離装置は散気管の各散気孔からの散気量を一定に維持することで効果がある。各散気孔の微妙な高低差は膜分離装置の設置時や散気エネルギーによる散気管の固定状態変化や流入中の水圧のため（静水圧ではなく動水圧が働くため）、散気管の構造を工夫してもその効果には限界がある。

[0010] また、散気装置の散気孔がスリット形状を成しているので散気孔の閉塞により散気装置からの気体供給が不十分な状態となることはない。しかしながら、散気状態が平面的にみて不均等となって分離膜の膜面の洗浄むらが生じやすくなる。

[0011] 膜モジュールの膜面の洗浄むらにより膜面にて汚れの偏りや分布が生じると実質的には「洗浄されやすい膜面」のみでろ過を行うようになるので利用可能な有効膜面積が減少する。さらに、この「洗浄されやすい膜面」が集中してろ過に利用されるので該当部分にて膜の目詰まりである膜ファイリングが進行しやすくなり、ろ過継続不可能に至る前に薬液を使った洗浄や物理的な洗浄などを行って膜の透過性能を再生させる作業が必要となる。そのため

、この膜性能の再生作業の間隔期間が短くなり、この作業実施の期間間での全ろ過量の低下、この作業での膜分離操作の停止などにより、膜分離の総合効率が低下する。

[0012] 特許文献２～４の膜分離装置に係る分散手段は気泡の分散効果と目詰まりの抑制の二つを同時に達成するために、金網や多孔板、パイプ、ワイヤー、格子等から選ばれるいずれかのものを水平に配置したものが適用されている。分散手段の開口率は２０～７０％、目幅は２～１０ｍｍ程度に設定されている。散気気泡の形状の観点からは、開口を有する挿入物により粗大気泡の細分化を図り、気泡の分散効果による溶解効率の向上と、その際の気泡の分散効果により膜部へ均一に気泡を導入することを目的とする。これは気泡の粗大化による酸素の溶解効率の著しい低下及び膜間への気泡導入の偏りによる部分的な膜汚染を改善させるためである。

[0013] しかしながら、酸素供給と膜洗浄を兼ねた散気装置に要求される気泡径の仕様は、酸素供給の場合は微細気泡が必要である一方で膜洗浄時の場合は粗大気泡が必要であり各効果を達成するには相反する要求に基づき散気方法を選択しなければならない。特許文献４の膜分離装置は、散気手段から供された気泡群が網目状または格子状の分散手段によって細分化されてしまうので、分離膜の膜面の洗浄むらが生じやすくなり、膜洗浄機能が劣るものとなる。さらに、分散手段の下面の広さに応じて複数の散気管を設置また増設しなければならない。この複数の散気管の設置または増設により散気点が多数となるが、散気状態が平面的にみて不均等となり分離膜の膜面の洗浄むらが生じやすくなる。これは、膜全体としての分離の効率が低下、さらには膜分離処理の信頼性の低下につながる。

先行技術文献

非特許文献

[0014] 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

特許文献

[0015] 特許文献1：特開平１０－２８６４４４号公報

特許文献2：特開平８－２８１０８０号公報

特許文献3：特開２００１－１６２１４１号公報

特許文献4：特開２００６－２２４０５０号公報

発明の概要

[0016] そこで、本発明の膜分離装置は、膜モジュールを水槽の深さ方向に複数積重させて成る膜ユニットと、前記膜ユニットの下方に配置され当該膜ユニットへの膜洗浄用の空気を散気する散気部材と、前記膜ユニットと前記散気部材との間に配置され当該散気部材から供された空気の気泡群を複数の気泡群に分割させる気泡群分割部材とを備える。

[0017] 前記気泡群分割部材は前記散気部材の径よりも大径であると共に当該散気部材の軸と平行に配置される立体形状の障害部材で成すと、前記散気部材の散気孔から供された気泡群が当該気泡群分割部材との衝突によりこの部材の軸線を中心線として均等に分割される。これにより散気部材やその散気点を増設させることなく前記膜ユニットの下端に対して前記分割された気泡群を均一に供給できる。

[0018] 前記気泡群分割部材はその縦断面の下辺が下に凸の立体に形成されると、散気部材の散気孔から散気された気泡群に対する抵抗が緩和されるので、気液混合流速を低減させることなく当該気泡群を複数の気泡群に分解できる。

[0019] 特に、前記気泡群分割部材の縦断面の下辺が半円形を成すように形成されると、この部材と衝突した気泡群は当該部材の曲面上で乱流状態を維持させながら複数の気泡群に分割される。さらに、前記縦断面の上辺が三角形を成すように形成されると、懸濁物質を効率的に前記気泡群分割部材の下方に案内できる。

[0020] また、前記気泡群分割部材は縦断面が円形を成すように、または縦断面の上辺が釣鐘状である一方で下半部が半円形を成すように形成されると、当該部材の下面の曲面に沿って上昇してくる気液混合流が当該部材の上方におい

て旋回しこの旋回流が維持される。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施形態１に係る膜分離装置の概略構成を示した断面図。

[図2]（ａ）実施形態１に係る散気部材の下面図，（ｂ）当該散気部材の縦断面図。

[図3]（ａ）縦断面の下辺が半円形を成す気泡群分割部材の縦断面図，（ｂ）縦断面の上辺が鈍角三角形である一方で下辺が半円形を成す気泡群分割部材の縦断面図，（ｃ）縦断面の上辺が鋭角三角形である一方で下辺が半円形を成す気泡群分割部材の縦断面図，（ｄ）縦断面が円形を成す気泡群分割部材の縦断面図，（ｅ）縦断面の上辺が釣鐘状である一方で下辺が半円形を成す気泡群分割部材の縦断面図。

[図4]（ａ）実施形態２に係る散気部材の下面図，（ｂ）当該散気部材の縦断面図，（ｃ）実施形態１に係る散気部材の下面図。

[図5]（ａ）実施形態３に係る散気部材の下面図，（ｂ）当該散気部材の縦断面図。

[図6]（ａ）実施形態４に係る散気部材の下面図，（ｂ）当該散気部材の縦断面図。

[図7]本発明の実施形態に係る膜モジュールの構成を示した斜視図。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。

[0023] ［実施形態１］

図１に示された本実施形態の膜分離装置１はＭＢＲ方式の生物反応槽１０内の膜モジュール３に対して散気部材４から散気された膜洗浄用の空気の気泡群４０１を気泡群分割部材５によって複数の気泡群４０２に分割させることで膜モジュールの洗浄効果の均一化を図る。すなわち、本実施形態に係る気泡群の分割は、活性汚泥の活性化を高めるために気泡を微細化させて酸素の溶解効率の向上を目的とするものではなく、散気部材から供された気泡群を気泡群分割部材と衝突させて分割して多方向に振分けることを目的とする

。

[0024] （膜分離装置１の構成）

膜分離装置１は、膜モジュール２を生物反応槽１０の深さ方向に複数積重して構成される膜ユニット３と、膜ユニット３に対して曝気用及び膜洗浄用の空気の気泡群を散気させる散気部材４と、前記気泡群を複数の気泡群に分割させる気泡群分割部材５とから成る。膜分離装置１はＭＢＲの生物反応槽１０内の液相１１に浸漬されるように設置される。

[0025] 膜モジュール２は、図７に例示されたように、並列に複数配置される平型の分離膜２１と、この分離膜２１の両端部を支持する一対の支持部２２と、この一対の支持部２２の両端付近の間隙を閉塞する一対のガイド２３とから成る。この支持部２２とガイド２３により上下に開口部を有する筐体が構成される。

[0026] 分離膜２１は平型を成しているが、発明に係る分離膜はこの態様に限定されない。例えば、ＭＢＲに適用される周知の分離膜である、有機中空糸膜、有機平膜、無機平膜、無機単管膜等を適用してもよい。尚、分離膜２１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ト）、ＰＴＦＥ（ポリ四フッ化エチレン）、セラミックス等が例示される。また、膜モジュール２に複数配列される分離膜２１は、分離膜２１内の集水路２１１が縦方向に配置されるように設置して、集水路２１１と連通する集水部を分離膜２１の端部（上下のどちらか一方か両方の端部）に設けてもよい。

[0027] 支持部２２の内部には分離膜２１内部の集水路２１１と連通する集水部（図示省略）が形成されている。前記集水部は支持部２２に形成された濾過吸引口２４と連通している。この濾過吸引口２４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る。

[0028] ガイド２３は膜モジュール２の上部開口端断面積が下部開口端断面積より小さくなるように支持部２２に取り付けられることで、分離膜２１による濾過効率の向上が図られている。すなわち、膜モジュール２を積重させた際に

、膜モジュール２の上部開口端とこの膜モジュール２上に積重される他の膜モジュール（図示省略）の下部開口端の間に形成される空隙２５から膜モジュール２の外周部の被処理水を流入させることで、膜モジュール２内を流通する被処理水の活性汚泥濃度の上昇を抑制させる。また、散気部材４から供された図１に記載の気泡群４０２は膜ユニット３の外部への拡散がガイド２３によって抑制されるので、分離膜２１の表面に対して気泡群４０２を有効に作用させることができる。

[0029] 生物反応槽１０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１０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２の個数が選定される。例えば、膜ユニット３の高さが２ｍ～３ｍ程度となるように膜モジュール２の個数が選定される。この膜ユニット３内部での被処理水の流れは、膜ユニット３の下部の開口部から上部の開口部へ向かう流れとなる。膜ユニット３内の液相は分離膜２１で濾過されるので、膜ユニット３の上部になればなるほど当該液相の活性汚泥濃度が上昇する。膜ユニット３においては図１に示したように積重された各膜モジュール２の空隙２５から被処理水が膜ユニット３内に吸引されるので、膜ユニット３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。尚、被処理水を膜ユニット３の内部に吸引する吸引力は、気泡群４０１，４０２の上昇流により生じるため、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。

[0030] 散気部材４は膜ユニット３に対して膜洗浄用の空気を供給するための部材である。また、曝気用散気部材１２は活性汚泥による生物処理に対して必要な酸素を供給するための部材である。前記空気および前記酸素は生物反応槽１0外のブロワーやコンプレッサ（図示省略）から供給される。散気部材４には周知の仕様のものを適用すればよい。具体的には散気管タイプ、ノズルタイプのものが例示される。

[0031] 図２（ａ）に例示された散気部材４は複数の散気孔４２が形成された散気

管４１からなる。散気管４１は図２（ｂ）に示したように膜ユニット３の下方にて水平に配置されている。複数の散気孔４２は散気管４１の下面にて当該管４１の軸線に対して平行に配置されるように形成されている。散気孔４２は空気散気速度が１０ｍ／秒以上となるように直径５～１０ｍｍ及び１００～２００ｍｍピッチで散気管４１の下面に複数形成される。このように散気管４１の下面にて散気孔４２を形成すると、コンプレッサー等の送気圧変動の影響等によって散気量に脈動が生ずる場合でも、圧低下時に散気に支障となるような散気管４１内への槽内液の侵入が起こりにくくなるので、安定した散気を継続できる。

[0032] 散気管４１に形成する散気孔４２の径と個数の設定方法について説明する。経験的に、全散気風量Ｄm^3／分は、生物反応槽１０の設計処理量Ｑm^3／日の３、６、９倍数として３Ｑ、６Ｑ、９Ｑなどの数値から選択される。

[0033] 生物反応槽１０には、計画処理能力に応じて複数の膜分離装置１を設置するが、上記設定方法は単位膜ユニット3基準で計算を行う。

[0034] 散気孔４２の径Ｂｍｍ及び個数Ｃに基づき単位膜ユニット3当たりの散気孔４２の総計面積を算出する。次に、全散気風量Ｄを単位膜ユニット3の数で除して、単位膜ユニット3当たりの散気風量を算出し、さらに前記総計面積で除する計算に基づき散気孔４２からの散気流速Ｅｍ／秒が算出される。そして、この算出されたＥの値が空気散気速度１０ｍ／秒以上である場合、散気孔径Ｂｍｍ及び散気孔個数Ｃの値が適切な仕様として設定される。

[0035] 散気孔４２の径と個数の設定の具体例を説明する。設計処理量Ｑが０．６m^3／m^2・日（１９．８m^3／日）、全散気風量Ｄm^3／分が６Ｑである場合の散気孔の径と個数の設定の事例について説明する。全散気風量６×Ｑm^3／分で、散気管全長２００ｍｍ、孔径５ｍｍ、ピッチ５６ｍｍで３個の散気孔を形成させると、散気孔からの散気流速Ｅは上述の計算によって約１２ｍ／秒と算出される。算出されたＥの値は１０ｍ／秒よりも大きいので具体例に係る膜ユニットの散気孔径Ｂｍｍ及び散気孔個数Ｃは適切な仕様とされる。

[0036] 気泡群分割部材５は網目構造のようなものではなく気泡群を通過させない

形態に形成される。気泡群分割部材５は散気部材４の径よりも大径である立体形状の障害部材からなる。気泡群分割部材５はその軸線が膜ユニット３と散気部材４との間にて散気部材４の軸線と平行となるように配置されている。気泡群分割部材５は散気部材４の散気孔４２から噴出された気泡群４０１が気泡群分割部材５との衝突により当該部材５の軸線を中心線として左右均等に分割されるように配置される。これにより、膜ユニット３の下端に対して前記分割された気泡群４０２を均等に供給できる。気泡群分割部材５の材質は樹脂、金属、セラミックス等が例示されるが散気による激しい水流により変形しないものまたは変形しても障害部材としての機能を維持できるものであれば特に限定しない。

[0037] 気泡群分割部材５は少なくとも縦断面の下辺が下に凸の立体に形成されている。この態様により、散気部材４の散気孔４２から供された気泡群４０１に対する抵抗を緩和させ、気液混合流速を低減させることなく当該気泡群を複数の気泡群４０２に分割できるようになっている。

[0038] 気泡群分割部材５の具体的な態様を図３（ａ）～図３（ｅ）に例示した。図３（ａ）に例示された気泡群分割部材５はその縦断面の下辺が半円形を成している。図３（ｂ）に例示された気泡群分割部材５はその縦断面の上辺が鈍角三角形である一方で下辺が半円形を成している。図３（ｃ）に例示された気泡群分割部材５はその縦断面の上辺が鋭角三角形である一方で下辺が半円形を成している。図３（ｄ）に例示された気泡群分割部材５はその縦断面が円形を成している。図３（ｅ）に例示された気泡群分割部材５はその縦断面の上辺が釣鐘状である一方で下辺が半円形を成している。

[0039] 図３（ａ）～図３（ｅ）に例示された気泡群分割部材５は、少なくともその下面が曲面に形成されているので、当該下面に衝突した気泡群を当該曲面上で乱流状態に維持させながら複数の気泡群に分割できる。特に、図３（ｂ）～図３（ｅ）に例示された気泡群分割部材５は、その上面が上に凸の形状に形成されているので、活性汚泥を当該部材５の下方に効率良く案内でき、当該部材５上での活性汚泥の堆積を回避させることができる。また、図３（

ｄ）、図３（ｅ）に例示された気泡群分割部材５は、その上面が曲面に形成されているので、当該部材５の下面の曲面に沿って上昇してくる気液混合流を当該部材５の上方において旋回させ、この旋回流を維持させることができる。これにより、気泡群分割部材５の上方において激しい気液混合流を継続させ、気泡群の分割を促進させることができる。そして、この分割迂回した激しい気液混合流を膜モジュール２の分離膜２１間に供することができ、膜面洗浄効果を維持させることができる。

[0040] 散気部材４、気泡群分割部材５は図１に示されたように膜ユニット３の下端に配置される筒体７に収納される。尚、散気部材４及び気泡群分割部材５の軸心と膜モジュール２に配置される分離膜２１の膜面の方向との関係は図1に例示された配置に限定されない。例えば、散気部材４及び気泡群分割部材５の軸心と膜モジュール２に配置される分離膜２１の膜面の方向との角度が図１に例示されたような０度ではなく９０度となるような配置にしてもよい。

[0041] （本実施形態の作用）

図１を参照しながら膜分離装置１の作用について説明する。ここでは、縦断面が円形を成す気泡群分割部材５を備えた膜分離装置１の作用について説明する。

[0042] 被処理水が供給される生物反応槽１０内の液相は曝気用散気部材１２によって常時曝気された状態となっている。前記液相中の活性汚泥はこの曝気によって供された酸素を利用して被処理水中の汚濁物質を生物学的に分解する。一方、生物反応槽１０内の液相は前記曝気による水流によって筐体７の下端開口部と膜モジュール２間の空隙２５とから膜分離装置１内に導入され固液分離処理に供される。

[0043] 膜分離装置１内においては散気部材４から気泡群４０１が常時放出されている。この気泡群４０１は気泡群分割部材５との衝突によって複数の気泡群４０２に分割される。気泡群分割部材５は縦断面が円形を成しているので、当該部材５の下面に衝突した気泡群４０１は当該部材５の外周面上で乱流状

態となりながら、複数の気泡群４０２に分割される。また、気泡群分割部材５の縦断面の上半部は半円となっているので、膜ユニット３の下端付近に滞留する活性汚泥は当該部材５の周面に沿って下方に案内されることで、当該部材５の上面において活性汚泥の堆積が回避される。これにより前記汚濁物質の分解に寄与する前記活性汚泥の絶対量の低減が防止される。さらに、気泡群分割部材５の下面の曲面に沿って上昇してくる気液混合流は当該部材５の上方において旋回し、この旋回流が維持されるので気泡群分割部材５の上方において激しい気液混合流が継続し、気泡群の分割が促される。

[0044] 前記分割迂回した激しい気液混合流は膜ユニット３の各膜モジュール２の個々の分離膜２１間に導入され、分離膜２１の表面の洗浄に供される。この洗浄によって分離膜２１の表面から剥離された夾雑物は、前記気液混合流に乗って膜ユニット３の最上位の膜モジュール２の上端開口部から排出されるか、または、生物反応槽１０の底部付近に沈降する。前記剥離された夾雑物に含まれる活性汚泥は生物反応槽１０内における汚濁物質の生物学的分解に再度供される。

[0045] 膜ユニット３内においては各膜モジュール２の各分離膜２１の内部が図示省略された吸引ポンプによって負圧状態となっており、分離膜２１内部の集水路内に透過した固液分離処理水は前記吸引ポンプによって生物反応槽１０外に搬出される。

[0046] 膜ユニット３内においては曝気用散気部材１２及び散気部材４によって上昇流が生じており膜モジュール２内に導入された液相が分離膜２１によって固液分離処理されるので、膜ユニット３内を流通する液相の活性汚泥濃度は当該装置１の上部に至るにつれて高くなる。したがって、膜ユニット３における上位の膜モジュール２の分離膜２１に対する汚泥負荷が増大し、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る。膜ユニット３においては、膜モジュール２の水流ガイド２３の下端と、当該膜モジュール２の下側に接続される他の膜モジュール２の水流ガイド２３の上端との間の空隙２５から膜モジュール２の外周に滞留する液相が上昇流に乗って膜モジュール

２内に導入される。これにより膜ユニット３内部での活性汚泥濃度の上昇が抑制され、前記汚泥負荷の増大による弊害が回避される。

[0047] また、気泡群４０２を含む気液混合流の流路は膜モジュール２の上端に近づくにつれて水流ガイド２３によって狭くなっているので当該混合流は収束すると共にその速度も速くなるので気泡群４０２による分離膜２１の洗浄効果が高まる。

[0048] （本実施形態の効果）

膜分離装置１によれば生物反応槽１０内の膜ユニット３に対して散気部材４から供された膜洗浄用の空気の気泡群４０１が気泡群分割部材５によって複数の気泡群４０２に分割される。そして、この分割された気泡群４０２が膜ユニット３の各膜モジュール２に対して均一に供されるので、膜モジュール３の膜面の洗浄むらが生じにくくなる。これにより、有効な膜面比率が高く維持され、効率の高い固液分離が可能となる。また、気泡群４０１の細分化が回避されることで、微細化された気泡に比べてその平均気泡径が大きく上昇浮力も高いので、気液混合流速を高く維持できる。以上のように散気部材やその散気点を増設させることなく膜面洗浄の不均一化を防止して膜モジュール３の分離膜の固液分離機能を維持できる。尚、上述の散気部材４は散気管タイプのものであるがノズルタイプのような散気孔が上方へ向いている態様のものが採用されてもこの散気部材４から供された気泡群を気泡群分割部材５によって分割できる。

[0049] ［実施形態２］

実施形態２の散気部材４は図４（ａ）に示したように散気孔４２が散気管４１下側に散気孔を左右に振り分けるように形成されている。この態様によれば気泡群分割部材５との相乗効果により、気泡群の分割がより均一となる供給が期待できる。

[0050] すなわち、本実施形態の散気部材４は隣接する散気孔４２が散気管４１の軸線Ｌに対して斜めに配置されている。隣接する散気孔４２ａ，４２ｂは一方の散気孔４２ａと散気管４１の軸心Ｏとを通る直線Ｌ１と他方の散気孔４

２ｂと軸心Ｏとを通るＬ２とで成す角度が１８０度未満、好ましくは１７０度以下となるように形成されている。図４（ｂ）に示された具体的な態様においては、隣接する散気孔４２ａ，４２ｂは、散気孔４２ａと散気管４１の軸心Ｏとを通る直線Ｌ１と、散気孔４２ｂと軸心Ｏとを通る直線Ｌ２とで成す角度が９０度となるように形成されている。

[0051] 本実施形態の散気部材４の散気孔４２の径と個数の設定の具体例を説明する。設計処理量Ｑが０．６m^3／m^2・日（１９．８m^3／日）、全散気風量Ｄm^3／分が６Ｑである場合の散気孔の径と個数の設定の事例について説明する。全散気風量６×Ｑm^3／分で、散気管全長２２５ｍｍ、孔径６ｍｍ、ピッチ７５ｍｍで２個の散気孔を形成させると、散気孔からの散気流速Ｅは実施形態１の説明で述べた計算法によると約１２ｍ／秒と算出される。算出されたＥの値は１０ｍ／秒よりも大きいので具体例に係る膜ユニットの散気孔径Ｂｍｍ及び散気孔個数Ｃは適切な仕様となっている。

[0052] 以上の本実施形態の散気部材４によれば当該部材４の軸線を中心線として左右均等に気泡群を噴出できるので図４（ｃ）に示された散気孔４２が直線的に配置された実施形態１の散気部材４と比べてより一層均一に気泡群を膜ユニット３に対して供給できる。

[0053] ［実施形態３］

実施形態３の散気部材４は図５（ａ）に示すように複数の散気孔４２が散気管４１の軸Ｌ方向に二列に配置されるように形成されている。図示された散気孔４２ａ，４２ｂは一方の列の散気孔４２ａと散気管４１の軸心Ｏとを通る直線Ｌ１と前記散気孔４２ａと対向する他方の列の散気孔４２ｂと軸心Ｏとを通る直線Ｌ２とで成す角度が１８０度未満、好ましくは１７０度以下となるように形成される。図５（ｂ）に示された具体的な態様においては、対向する散気孔４２ａ，４２ｂは、散気孔４２ａと散気管４１の軸心Ｏとを通る直線Ｌ１と、散気孔４２ｂと軸心Ｏとを通る直線Ｌ２とで成す角度が９０度となるように形成されている。

[0054] 本実施形態の散気部材４の散気孔４２の径と個数の設定の具体例を説明す

る。設計処理量Ｑが０．６m^3／m^2・日（１９．８m^3／日）、全散気風量Ｄm^3／分が１２Ｑである場合の散気孔の径と個数の設定の事例について説明する。全散気風量１２×Ｑm^3／分で、散気管全長２２５ｍｍ、孔径５ｍｍ、ピッチ５６ｍｍで６個の散気孔を形成させると、散気孔からの散気流速Ｅは実施形態１の説明で述べた計算法によると約１２ｍ／秒と算出される。算出されたＥの値は１０ｍ／秒よりも大きいので具体例に係る膜ユニットの散気孔径Ｂｍｍ及び散気孔個数Ｃは適切な仕様となっている。

[0055] 以上の本実施形態の散気部材４によれば当該部材４の軸線を中心線として左右均等に気泡群を噴出できるので、実施形態１の散気部材４と比べて、より均一に気泡群を膜ユニット３に対して供給できる。また、複数の散気孔４２が散気管４１の軸方向に二列に配置されているので、実施形態２の散気部材４と比べて、高密度且つ均一に気泡群を供給できる。

[0056] ［実施形態４］

図６に示された実施形態４の散気部材４はその散気孔４３が実施形態１の散気部材４の散気孔４２よりも大径に形成される一方で散気孔４３の数は散気孔４２の数よりも少なく設定されている。図６（ａ）、図６（ｂ）に示されたように散気孔４３は散気部材４の下面にて形成されている。

[0057] 本実施形態の散気部材４の散気孔４３の径と個数の設定の具体例を説明する。設計処理量Ｑが０．６m^3／m^2・日（１９．８m^3／日）、全散気風量Ｄm^3／分が６Ｑである場合の散気孔の径と個数の設定の事例について説明する。全散気風量６×Ｑm^3／分で、散気管全長１９８ｍｍ、孔径６ｍｍ、ピッチ６６ｍｍで２個の散気孔を形成させると、散気孔からの散気流速Ｅは実施形態１の説明で述べた計算法によると約１２ｍ／秒と算出される。算出されたＥの値は１０ｍ／秒よりも大きいので具体例に係る膜ユニットの散気孔径Ｂｍｍ及び散気孔個数Ｃは適切な仕様となっている。

[0058] 以上の本実施形態の散気部材４は全散気風量６×Ｑm^3／分が実施形態１の散気部材４と同等となるが（散気流速Ｅ約１２ｍ／秒）、本実施形態の散気部材４は散気孔の数が　実施形態１の散気部材４のものよりも少ないので、

単位散気孔当たりの散気風量（m^3／分）が散気部材４よりも大きくなる。これにより、少なくとも散気部材４よりも大きな気液混合流が形成される。散気部材４から供された気泡群４０１は前記気液混合流によって上昇して気泡群分割部材５との衝突によって複数の気泡群４０２に分割される。前記気液混合流は前記衝突によってそれほど減少しないので膜ユニット３の洗浄効果が維持される。以上のように本実施形態の散気部材４によれば膜ユニットの洗浄効果が向上及び維持される。

[0059] ［本発明の他の態様］

本発明に係る膜分離装置は、上記の実施形態１～４のような活性汚泥を滞留させた生物反応槽への適用に限定されることなく、凝集剤が用いられる浄水設備、産業排水処理設備に例示される懸濁物質の固液分離が必要な一般的な水処理設備にも適用できる。

符号の説明

[0060] １…膜分離装置

２…膜モジュール

３…膜ユニット

４…散気部材、４２，４２ａ，４２ｂ，４３…散気孔

５…気泡群分割部材

４０１，４０２…気泡群

請求の範囲

[請求項1] 膜モジュールを水槽の深さ方向に複数積重させて成る膜ユニットと、

前記膜ユニットの下方に配置され当該膜ユニットへの膜洗浄用の空気を散気する散気部材と、

前記膜ユニットと前記散気部材との間に配置され当該散気部材から供された空気の気泡群を複数の気泡群に分割させる気泡群分割部材とを備えたこと

を特徴とする膜分離装置。

[請求項2] 前記気泡群分割部材は前記散気部材の径よりも大径であると共に当該散気部材の軸と平行に配置される立体形状の障害部材からなることを特徴とする請求項１に記載の膜分離装置。

[請求項3] 前記気泡群分割部材はその縦断面の下辺が下に凸の立体に形成されたこと

を特徴とする請求項２に記載の膜分離装置。

[請求項4] 前記気泡群分割部材はその縦断面の下辺が半円形を成すこと

を特徴とする請求項３に記載の膜分離装置。

[請求項5] 前記気泡群分割部材はその縦断面の上辺が三角形である一方で下半部が半円形を成すこと

を特徴とする請求項３に記載の膜分離装置。

[請求項6] 前記気泡群分割部材はその縦断面が円形を成すこと、または、その縦断面の上辺が釣鐘状である一方で下半部が半円形を成すこと

を特徴とする請求項３に記載の膜分離装置。

[請求項7] 前記散気部材は管状の散気管からなりこの散気管の下面に複数の散気孔が形成されたことを特徴とする請求項１に記載の膜分離装置。

[請求項8] 前記散気孔は隣接する散気孔が前記散気部材の軸線に対して斜めに配置されるように形成されたこと

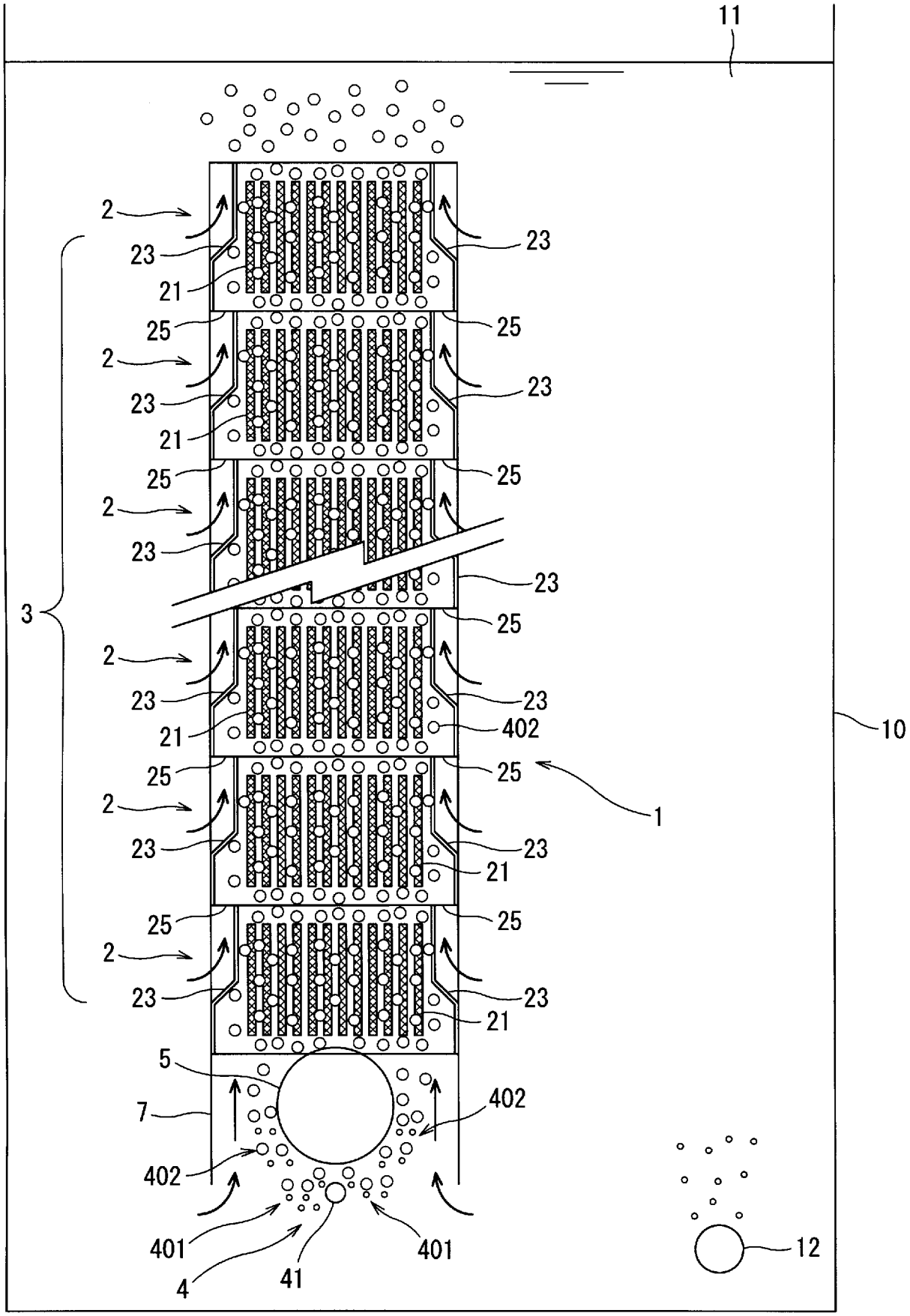
を特徴とする請求項７に記載の膜分離装置。

［請求項9］　前記隣接する散気孔は一方の散気孔と前記散気管の軸心とを通る直線と他方の散気孔と前記軸心とを通る直線とで成す角度が１８０度未満となるように形成されたこと
を特徴とする請求項８に記載の膜分離装置。

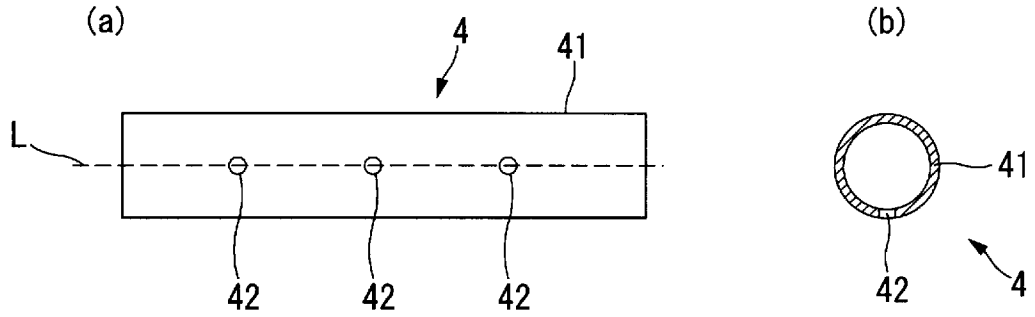
［請求項10］　前記複数の散気孔は前記散気管の軸方向に二列に配置されるように形成されたこと
を特徴とする請求項７に記載の膜分離装置。

［請求項11］　前記散気孔は、前記一方の列の散気孔と前記散気管の軸心とを通る直線と前記散気孔と対向する他方の列の散気孔と前記軸心とを通る直線とで成す角度が１８０度未満となるように形成されたこと
を特徴とする請求項１０に記載の膜分離装置。

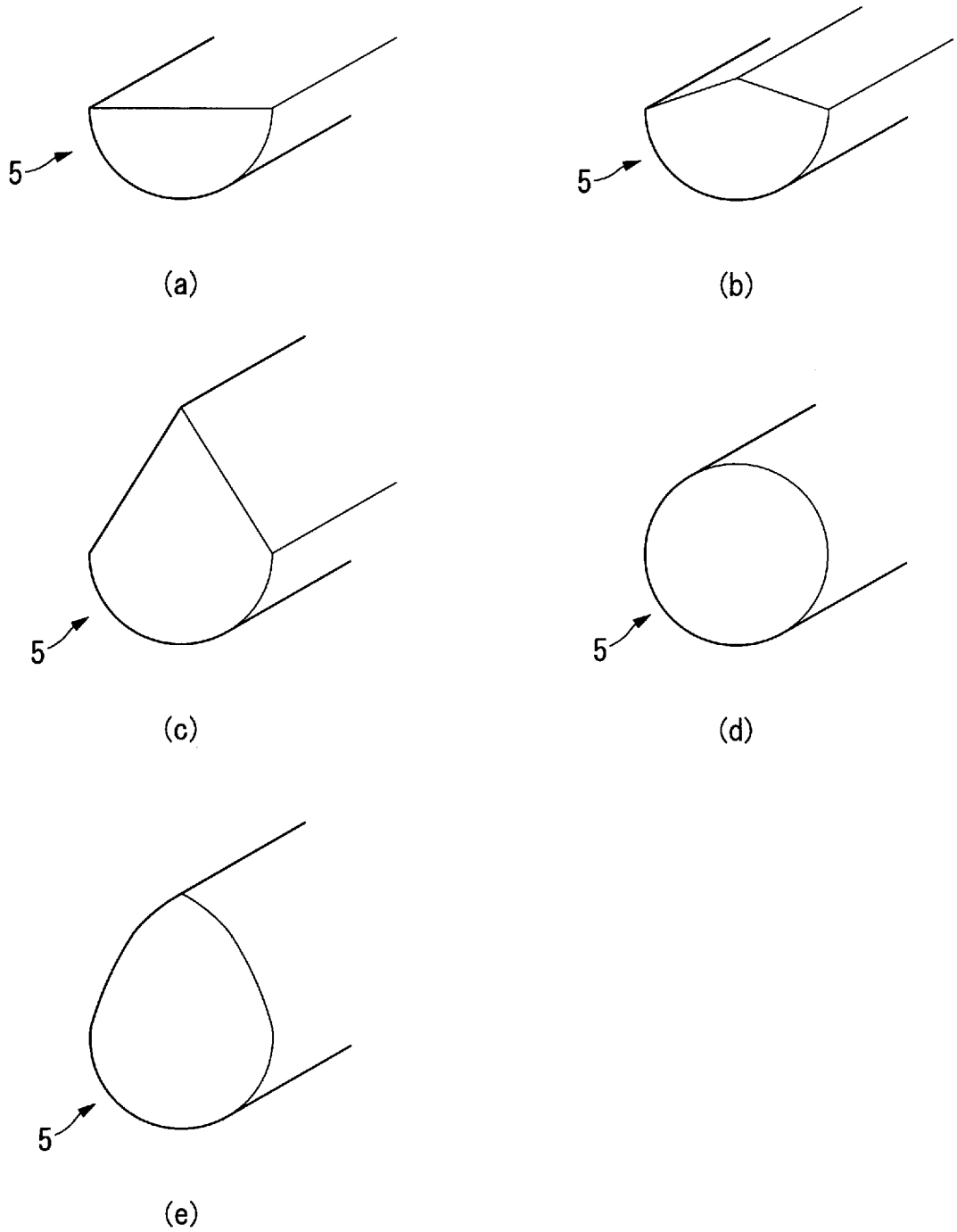
[図1]



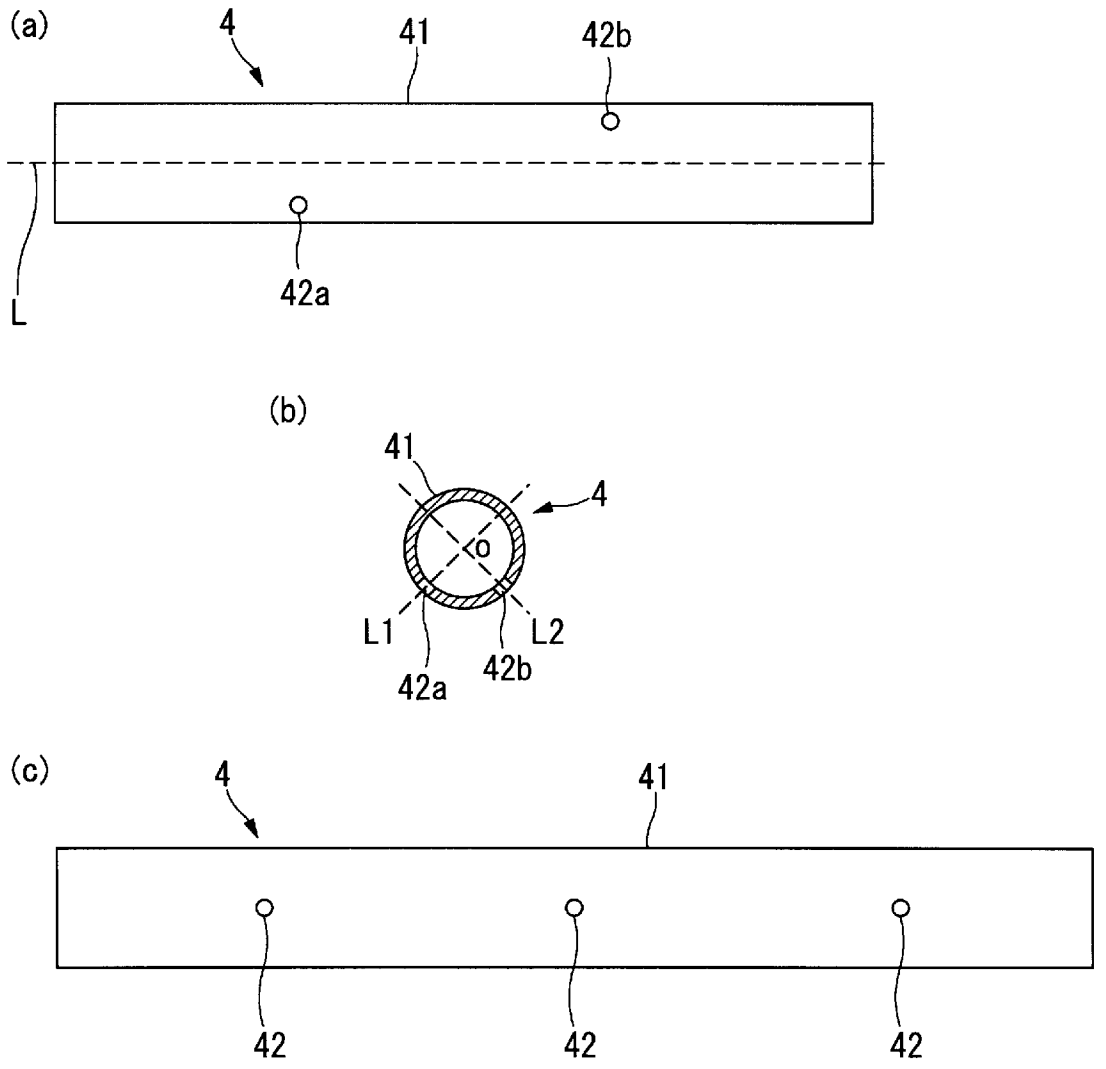
[図2]



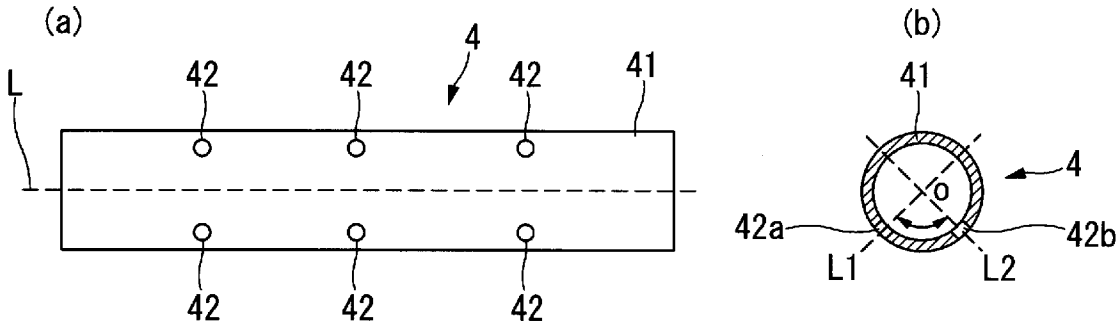
[図3]



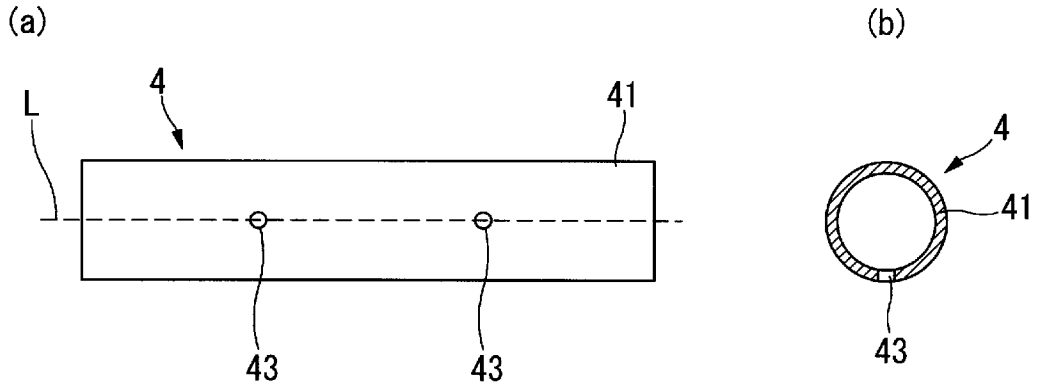
[図4]


(a)
4
41
42b
42a
L
(b)
41
4
O
L1
L2
42a
42b
(c)
4
41
42
42
42

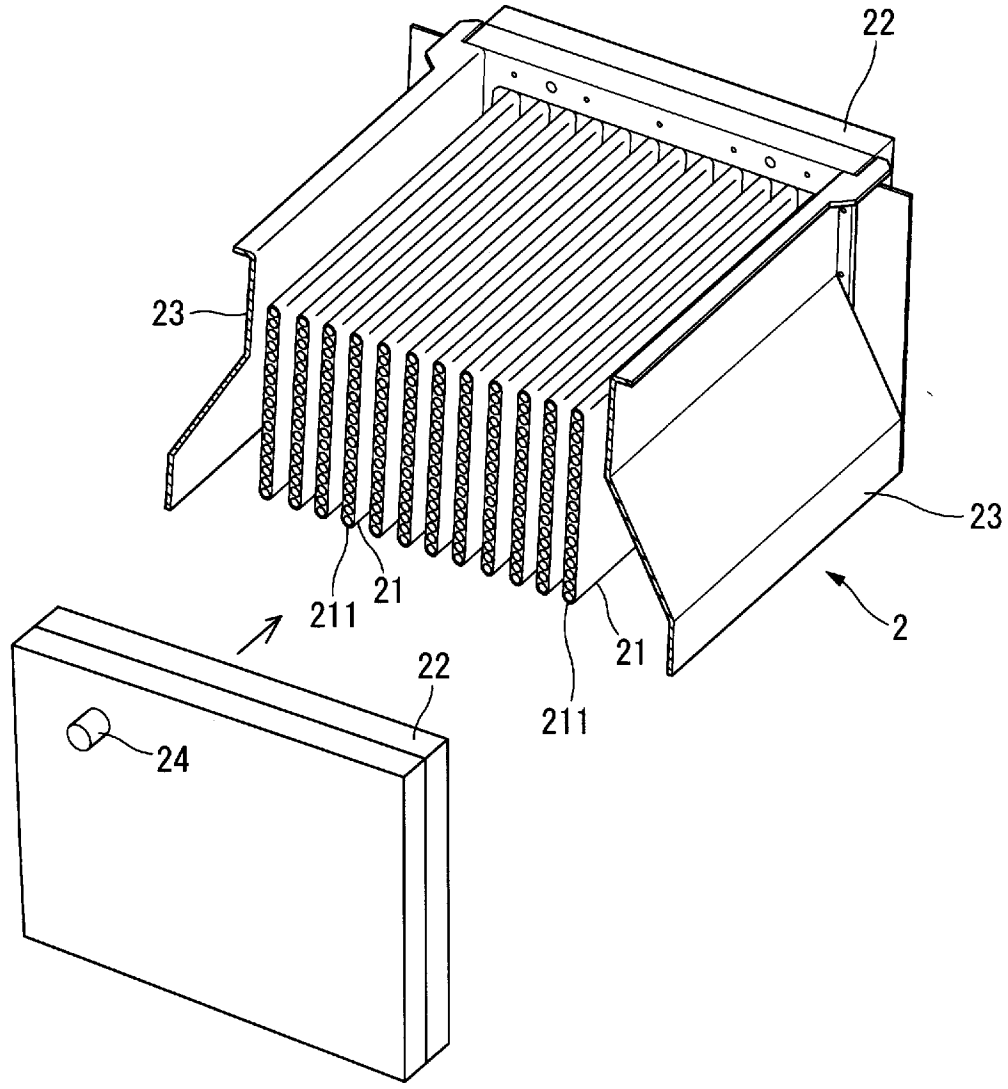
[図5]


(a)
4
L
42
42
42
41
42
42
42
(b)
41
4
O
42a
42b
L1
L2

[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/051371

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

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2010-194523 A (Kubota Corp.), 09 September 2010 (09.09.2010), paragraphs [0001], [0020], [0026] to [0028], [0034]; fig. 2 to 4 (Family: none)	1-11
X	JP 2006-224050 A (Organo Corp.), 31 August 2006 (31.08.2006), paragraphs [0001], [0014], [0016] to [0019]; fig. 1, 2, 5 (Family: none)	1-11
A	JP 2010-104932 A (Suido Kiko Kaisha, Ltd.), 13 May 2010 (13.05.2010), claim 2; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-11

☐ 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
02 April, 2012 (02.04.12)	10 April, 2012 (10.04.12)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japanese Patent Office Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/051371

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1 does not have novelty in the light of JP 2010-194523 A.

Consequently, any same or corresponding special technical feature cannot be found between the invention of claim 1 and the inventions of claims 2-11.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０５１３７１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C02F1/44(2006.01)i, B01D65/02(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.　C02F1/44, B01D65/02

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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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	JP 2010-194523 A（株式会社クボタ）2010.09.09, ０００１】、【００２０】、【００２６】－【００２８】、【００３４】、図２－４（ファミリーなし）	１－１１
X	JP 2006-224050 A（オルガノ株式会社）2006.08.31, 【０００１】、【００１４】、【００１６】－【００１９】、図１、２、５（ファミリーなし）	１－１１

☑　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
０２．０４．２０１２	１０．０４．２０１２

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　４５０５
片山　真紀
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 2010-104932 A（水道機工株式会社）2010.05.13, 【請求項２】、図１－３（ファミリーなし）	１－１１

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０５１３７１

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求項１に係る発明はJP 2010-194523 Aにより新規性を有しない。
よって、請求項１に係る発明と請求項２－１１に係る発明との間で同一の又は対応する特別な技術的特徴を見いだすことができない。

１．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☑ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。