

(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
2018年9月20日(20.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/168022 A1

(51) 国際特許分類:

C02F 3/26 (2006.01) *C02F 3/06* (2006.01)
B01F 1/00 (2006.01) *C02F 3/08* (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01) *C02F 3/12* (2006.01)
B01F 5/06 (2006.01) *C02F 3/20* (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/033545

(22) 国際出願日: 2017年9月15日(15.09.2017)

(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 2017-051090 2017年3月16日(16.03.2017) JP

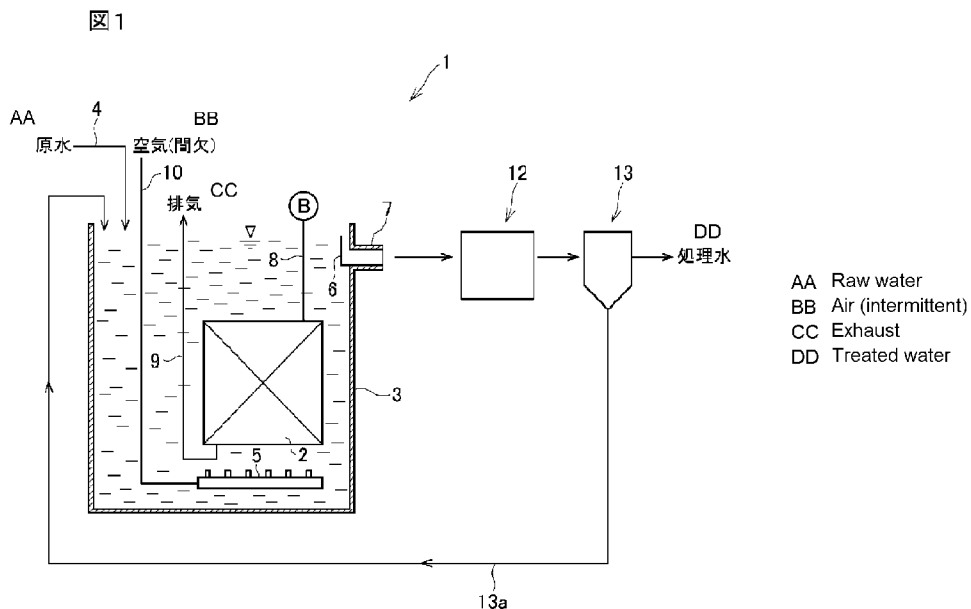
(71) 出願人: 栗田工業株式会社(KURITA WATER INDUSTRIES LTD.) [JP/JP]; 〒1640001 東京都中野区中野四丁目10番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 東ひろみ(AZUMA, Hiromi); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目10番1号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP). 小林 秀樹(KOBAYASHI, Hideki); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目10番1号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP). 深瀬 哲朗(FUKASE, Tetsurou); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目10番1号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 重野 剛, 外(SHIGENO, Tsuyoshi et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿二丁目5番10号日伸ビル9階 Tokyo (JP).

(54) Title: AEROBIC BIOLOGICAL TREATMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 好気性生物処理装置



(57) Abstract: An aerobic biological treatment device provided with a first reaction tank 3 and a second reaction tank 12 that are connected in series, an aerobic biological treatment being performed in each of the reaction tanks 3, 12, wherein the first reaction tank 3 is an MABR reaction tank in which oxygen is dissolved in treatment water by an oxygen dissolution membrane module 2 disposed within the reaction tank 3, and the second reaction tank 12 is a reaction tank of a type other than MABR.



(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 直列に接続された第1反応槽3及び第2反応槽12を備え、各反応槽3, 12内で好気性生物処理を行う好気性生物処理装置において、第1反応槽3は、反応槽3内に配置された酸素溶解膜モジュール2によって酸素を被処理水に溶解させるMABR反応槽であり、第2反応槽12はMABR以外の反応槽である。

明 細 書

発明の名称：好気性生物処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、揮発性物質や臭気の発生する物質を含む有機性廃水を好気性生物処理するのに好適な好気性生物処理装置に係り、特に酸素溶解膜を用いて反応槽内の被処理水に酸素を溶解させるようにしたMABR（メンブレンエアレーションバイオリアクター）方式を採用した好気性生物処理装置に関する。

背景技術

[0002] 発生揮発性物質や臭気の発生する物質を含む有機性廃水を生物処理する場合、通常は臭気を防止するため、完全混合の反応槽を使用する。しかし、完全混合の反応槽では反応速度が極端に小さくなるために、滞留時間が長い大きな反応槽が必要である。また、完全混合の反応槽でも水の片流れや部分的な曝気強度の差などから、臭気物質の揮発を完全に防止するのは難しい。

[0003] 反応速度を上げ槽容積を小さくするため、複数の反応槽を直列接続した多段反応槽等が用いられる。しかし、この場合、第1槽目の反応槽では臭気物質の分解が終了していないため、残存している臭気物質の一部が曝気によって揮発し、臭気が発生したり、有毒物質が揮散する。プラグフロー型の反応槽の場合も同様である。

[0004] MABR方式による好気性生物処理装置においては、酸素溶解膜によって被処理水中に酸素を溶解させて好気性生物処理を行う。酸素溶解膜としては特許文献1のように中空糸膜が用いられることが多い。

[0005] 特許文献1：特許第4907992号公報

発明の概要

[0006] 本発明は、揮発性物質や臭気の発生する物質を含む有機性廃水であっても、臭気の発生や有害物質の揮発なく、好気性生物処理することができる好気性生物処理装置を提供することを目的とする。

[0007] 本発明は次を要旨とする。

[0008] [1] 直列に接続された第1ないし第n（nは2以上）の反応槽を備え、各反応槽内で好気性生物処理を行う好気性生物処理装置において、少なくとも第1反応槽は、反応槽内に配置された酸素溶解膜によって酸素を被処理水に溶解させるMABR反応槽であり、少なくとも最終反応槽はMABR以外の反応槽であることを特徴とする好気性生物処理装置。

[0009] [2] [1]において、前記MABR以外の反応槽は、污泥浮遊反応槽又は担体流動反応槽であることを特徴とする好気性生物処理装置。

[0010] [3] 反応槽内で好気性生物処理を行う好気性生物処理装置において、該反応槽はプラグフロー反応槽であり、該反応槽内の被処理水流入側は、酸素溶解膜によって酸素を該反応槽内の被処理水に溶解させるMABR方式となっており、該反応槽の処理水出口側は、MABR以外の処理方式となっていることを特徴とする好気性生物処理装置。

[4] [3]において、前記反応槽の処理水出口側は、污泥浮遊反応方式又は担体流動反応方式となっていることを特徴とする好気性生物処理装置。

発明の効果

[0011] MABRは気泡の発生なく酸素を溶解できるため、反応槽から揮発性物質が排気中に気散することが無い。しかし、MABRは、極低濃度のBOD除去には不向きであるため、多段反応槽の最終槽にMABRを設置すると大きな反応槽が必要となり場所、コストの点で不利になる。これらの点を考慮して、揮発性物質、臭気原因物質の分解が終了する多段反応槽の前半、もしくは最終段を除く反応槽をMABRとし、最終槽の仕上げのBOD除去槽をMABR以外の生物処理とすることにより、効率的な、臭気発生及び揮発性物質の揮発のない生物処理が可能となる。プラグフローの反応槽の前半部分をMABR、後半をMABR以外の生物処理とする場合も同様である。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の好気性生物処理装置の模式的な縦断面図である。

[図2]実施の形態で用いられる生物活性炭処理装置の構成図である。

[図3]実施の形態で用いられる生物活性炭処理装置の縦断面図である。

[図4]実施の形態で用いられる生物活性炭処理装置の縦断面図である。

[図5]実施の形態で用いられる生物活性炭処理装置の縦断面図である。

[図6]実施の形態で用いられる生物活性炭処理装置の縦断面図である。

[図7] (a) は酸素供給透過膜モジュールの側面図、(b) は酸素供給透過膜モジュールの斜視図である。

[図8]中空糸膜モジュールの正面図である。

[図9]中空糸膜の配列を説明する斜視図である。

[図10] (a) は中空糸膜モジュールにおける中空糸膜の配列を示す正面図、(b) はその側面図である。

[図11]中空糸膜モジュールの斜視図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明装置は、臭気の発生する物質、例えばゴミ処理場、下水処理場、パルプ製造工場から排出される、揮発性悪臭物質（アンモニアや硫化水素等の悪臭防止法に指定される22物質：「四訂版ハンドブック悪臭防止法（平成13年8月、悪臭法令研究会編著、ぎょうせい発行）」）や、塩化ビニル樹脂製造工場から排出される、揮発性毒物（ビニルクロライド、トリクロロエチレン等）、半導体工場から排出されるDMSO分解工程で発生する硫化メチル、メチルメルカプタンの悪臭物質を含む有機性廃水进行处理するのに好適である。

[0014] 本発明の一態様では、多段反応槽の少なくとも第1槽目をMABR槽とし、少なくとも最終反応槽をMABR以外の反応槽とする。反応槽が3段以上の場合、少なくとも第1槽、第2槽をMABRとし、最終槽をMABR以外の処理、たとえば浮遊法、担体流動床等とするのが好ましい。担体流動床の反応槽の具体例としては、スポンジ等の担体を30～50%容量となるよう投入し、反応槽流出部にスポンジ等の担体流出防止用のスクリーンを設けたものが挙げられる。

[0015] 有機物のすべて、もしくは大部分が揮発性物質の場合、最終反応槽以外の反

応槽はすべてM A B R 反応槽とすることが望ましい。

[0016] 有機物の内に占める揮発性成分の割合が小さい場合は、前半側の約 1 / 2 をM A B R、後半側の約 1 / 2 をM A B R 以外とするのが望ましい。例えば、全体で 4 槽の場合であれば、前半側 2 槽をM A B R とし、後半側 2 槽をM A B R 以外とすることが望ましい。

[0017] 前段側の反応槽が高負荷の場合には、M A B R 処理が効果的である。処理が進んで低負荷となっている後段側の反応槽では、バイオフィルムの形成が進まないので、曝気を伴う接触効率の高い浮遊法や流動床等の担体法を用いた方が効果的である。

[0018] プラグフロー方式の反応槽の場合、通常、反応槽の幅と長さの比が 1 : 20 以上であれば、プラグフローになる。また、通常、プラグフロー方式の反応槽は長さ方向に一直線になっているわけではなく、3 往復か 5 往復するように折り返している場合が多い。廃水は一端側から流入し、他端側から処理水が流出する。これを上記多段反応槽と同じように排水流入部側をM A B R、流出部側を他の処理方式とする。他の処理方式としては、上記と同様に、スポンジを 30 ~ 50 % 容量となるよう投入し、該処理水流出部にスポンジ流出防止用のスクリーンを設けた担体流動床が挙げられる。

[0019] 以下、図面を参照して本発明についてさらに詳細に説明する。図 1 は本発明の一例に係る好気性生物処理装置 1 の模式的な縦断面図である。第 1 反応槽 3 内に酸素溶解膜モジュール 2 が設置されている。酸素溶解膜モジュール 2 は 1 個又は複数個設置される。酸素溶解膜モジュール 2 は上下多段に設置されてもよい。

[0020] 原水は、配管 4 によって反応槽 3 に供給され、処理水は、トラフ 6 を越流し、流出口 7 から流出する。

[0021] 酸素溶解膜モジュール 2 は、非多孔質の酸素溶解膜を備えており、膜を透過した酸素が反応槽 3 内の被処理水に溶解するので、反応槽 3 内において気泡が生じない。

[0022] ブロア B からの空気は、配管 8 によって酸素溶解膜モジュール 2 に供給さ

れ、酸素溶解膜モジュール 2 から流出した排気は、配管 9 を介して排出される。なお、空気は酸素溶解膜モジュール 2 に上から下へ流れてもよく、下から上へ流れてもよく、横方向に流れてもよい。複数の酸素溶解膜に通気する場合、直列に通気してもよく、並列に通気してもよい。

[0023] 酸素溶解膜モジュール 2 の下側に散気管 5 が設置され、空気が配管 10 を介して間欠的に供給され、反応槽 3 内が曝気される。

[0024] 流出口 7 からの第 1 処理水は、M A B R 以外の好気性生物処理を行う第 2 反応槽 12 に導入され、さらに好気性処理され、第 2 処理水となる。この第 2 処理水は、固液分離装置 13 に導入され、固液分離された後、最終的な処理水として取り出される。分離された汚泥の一部は返送管 13a を介して反応槽 3（または、反応槽 3，12）に返送される。

[0025] 本発明では、反応槽は生物活性炭反応槽であってもよい。図 2（a）は生物活性炭処理反応槽の一例を示す縦断面図、図 2（b）はそのノズルの斜視図である。反応槽 3 内に上下多段に複数個の酸素透過膜モジュール 2 が設置されている。この実施の形態では、酸素透過膜モジュール 2 は 3 段に設置されているが、酸素透過膜モジュール 2 は 2～8 段、特に 2～4 段に設置されることが好ましい。

[0026] 原水は、配管 14 及び複数のノズル 14a によって反応槽 3 の底部に供給され、活性炭の流動床 F を形成する。流動床 F を通り抜けた処理水は、トラフ 6 を越流し、流出口 7 から流出する。

[0027] 酸素透過膜モジュール 2 は、非多孔質の酸素透過膜を備えており、膜を透過した酸素が反応槽 3 内の被処理水に溶解するので、反応槽 3 内において気泡が生じない。

[0028] 図 2 では、ブローア B からの空気等の酸素含有ガスは、配管 8 によって最下段の酸素透過膜モジュール 2c の上部に供給され、酸素透過膜モジュール 2c の下部から流出し、配管 19 を介して上から 2 段目の酸素透過膜モジュール 2b の上部に供給され、酸素透過膜モジュール 2b の下部から流出し、配管 20 を介して最上段の酸素透過膜モジュール 2a の上部に供給される。酸

素透過膜モジュール 2 b の下部から流出したガスは、配管 2 1 を介して排出される。

[0029] 酸素透過膜モジュール 2 は、活性炭流動床 F の上下方向の略全域にわたって存在することが好ましい。また、酸素透過膜モジュール 2 は、反応槽 3 の平面視において、反応槽 3 内の全域に、偏なく配置されていることが好ましい。

[0030] 図 2 では、複数のノズル 1 4 a から原水を反応槽 3 内の底部に流出させているが、図 3 のように、反応槽 3 内の底部にパンチングメタル等の透水板 2 2 を配置し、該透水板 2 2 の上側に粗い砂利等の大径粒子層 2 3 と、その上側の細かい砂利等の小径粒子層 2 4 とを形成してもよい。原水は、配管 1 4 からノズル 2 6 によって透水板 2 2 の下側の受入室 2 5 に流出し、透水板 2 2、大径粒子層 2 3 及び小径粒子層 2 4 を通過し、反応槽 3 内に活性炭の流動床 F を形成する。なお、パンチングメタルなどの透水板はなくても良い。

[0031] 酸素透過膜モジュール 2 への酸素含有ガスの流通形態の別例について図 4 ～ 6 を参照して次に説明する。

[0032] 図 4 の生物処理装置にあっては、ブロア B からの酸素含有ガスは、配管 8 によって最下段の酸素透過膜モジュール 2 c の上部に供給され、その下部から流出し、下から 2 段目の酸素透過膜モジュール 2 b の下部に供給され、その上部から流出し、次いで最上段の酸素透過膜モジュール 2 a の下部に供給され、その上部から配管 2 1 を介して排出される。

[0033] 図 5 の生物処理装置にあっては、ブロア B からの酸素含有ガスは、配管 8 によって最下段の酸素透過膜モジュール 2 c の下部に供給され、その上部から流出し、下から 2 段目の酸素透過膜モジュール 2 b の下部に供給され、その上部から流出し、次いで最上段の酸素透過膜モジュール 2 a の下部に供給され、その上部から配管 2 1 を介して排出される。

[0034] 図 6 の生物処理装置にあっては、酸素含有ガスは、各酸素透過膜モジュール 2 a ～ 2 c に並列に流れる。即ち、ブロア B からの酸素含有ガスは、配管 8 によって各酸素透過膜モジュール 2 a, 2 b, 2 c の上部に供給され、各

々の下部から流出し、配管 2 1 を介して排出される。

[0035] 図 2～4 のように、酸素含有ガスが最下段の酸素透過膜モジュール 2 c の上部に供給され、該酸素透過膜モジュール 2 c の下部から流出し、その後、上側の酸素透過膜モジュール 2 b, 2 a に順次流れるように構成した生物処理装置にあっては、酸素透過膜モジュール 2 c 内の凝縮水が抜け易い。

[0036] 図 5 のように、酸素含有ガスが酸素透過膜モジュール 2 a～2 c 内を上向きに流れるように構成した場合、酸素透過膜モジュール内の凝縮水が蒸発し易いものとなる。特に、酸素含有ガスとして乾燥度の高いガスを流すことにより、凝縮水が蒸発し易くなる。

[0037] 図 2～5 のように、酸素含有ガスを最下段の酸素透過膜モジュール 2 c から順次に上段側の酸素透過膜モジュール 2 b, 2 a に流通させるようにした生物処理装置では、反応槽 3 内の被処理水の流れが上向流であるので、BOD 濃度の高い原水側の被処理水ほど多くの酸素が供給されるため、負荷に応じた酸素供給量とすることができる。

[0038] 図 6 のように、各酸素透過膜モジュール 2 a～2 c に並列に酸素含有ガスを流通させる場合、酸素含有ガスの圧力損失が少なく、省エネルギーとなる。なお、図 6 において、下段側の酸素透過膜モジュールほど酸素含有ガス流通量を多くするようにすることにより、負荷に応じた酸素供給量とすることができる。

[0039] 図 2～6 のいずれにおいても、上段側の酸素透過膜モジュールほど、膜面積を小さくするか、又は膜の充填密度を低くするようにしてもよい。

[0040] 図 4～6 においても、図 3 のように透水板 2 2、大径粒子層 2 3 及び小径粒子層 2 4 を有した底部構造としてもよい。

[0041] 酸素透過膜モジュール 2 の酸素透過膜は、中空糸膜、平膜、スパイラル膜のいずれでもよいが、中空糸膜が好ましい。膜の材質は通常 M A B R に使用される、シリコン (s i l i c o n e)、ポリエチレン、ポリイミド、ポリウレタン等が使用できるが、シリコンが好適である。強度が高い、ノンポーラスポリマーでポーラス中空糸をコーティングしたコンポジット膜を用いて

もよい。

- [0042] 中空糸膜は、好ましくは内径0.05～4 mm特に0.2～1 mm、厚み0.01～0.2 mm特に0.02～0.1 mmである。内径がこれより小さいと通気圧力損失が大きく、大きいと表面積が小さくなって酸素の溶解速度が低下する。厚みが上記範囲より小さいと物理的な強度が小さくなり、破断しやすくなる。逆に、厚みが上記範囲よりも大きいと、酸素透過抵抗が大きくなって酸素溶解効率が低下する。
- [0043] 中空糸膜の長さは0.5～3 m程度、特に1～2 m程度が好ましい。中空糸膜が長すぎると、生物膜が多量に付着した場合、破断したり、団子状に固まって表面積が小さくなり、酸素溶解効率が低下する、圧力損失が大きくなる等の問題が起こる。中空糸膜が過度に短いと、コストが高くなる。平膜、スパイラル膜の長さも同様の理由で0.5～1.5 mが好ましい。
- [0044] 膜の必要面積は、処理に必要な酸素量を供給できる十分量である。たとえば、原水がCOD_{cr} 50 mg/L、滞留時間30分の場合、シリコン製の100 μm厚の中空糸膜であれば流動している活性炭部分の容積1 m³あたり240 m²以上が必要である。
- [0045] 膜の面積は、槽容積当たり300 m²以上、1000 m²/m³以下が好ましい。膜面積が大きいと、酸素供給量多くなり、高負荷が可能となるが、膜コストがアップする。単位容積当たりの膜面積が大きすぎると、膜が団子状態になり、効率が低下する。膜は流れ方向に設置することが好ましい。例えば、水深10 mの槽では、長さ2 mの膜を上下に4段に設置することが好ましい。
- [0046] 酸素透過膜モジュールの構造の一例について図7～12を参照して次に説明する。
- [0047] 図7の酸素透過膜モジュール30は酸素透過膜として中空糸膜27を用いたものである。この実施の形態では、中空糸膜27は上下方向に配列されており、各中空糸膜27の上端は上部ヘッダー28に連なり、下端は下部ヘッダー29に連なっている。中空糸膜27の内部は、それぞれ上部ヘッダー2

8及び下部ヘッダー29内に連通している。各ヘッダー28, 29は中空管状であり、略水平方向に平行に複数本配列されている。なお、平膜やスパイラル膜を用いる場合にも、上下方向に配列される。

[0048] 各ヘッダー28の一端又は両端がマニホールド28Aに連結され、各ヘッダー29の一端又は両端がマニホールド29Aに連結されていることが好ましい。酸素透過膜モジュール30の上部に酸素含有ガスを供給し、酸素透過膜モジュール30の下部から排出する場合は、酸素含有ガスは上部ヘッダー28から中空糸膜27を通過して下部ヘッダー29へ流れ、この間に酸素が中空糸膜27を透過して反応槽3内の水に溶解する。逆に、酸素透過膜モジュール30の下部に酸素含有ガスを供給し、上部から排出する場合は、下部ヘッダー29に酸素含有ガスが供給され、中空糸膜27を通過して上部ヘッダー28から排出される。

[0049] 図8は、フレーム32内に配置された酸素透過膜モジュール30の一例を示す正面図である。このフレーム32は、4隅にそれぞれ立設された4本の柱32aと、各柱32aの上端同士の間架設された上梁32bと、各柱32aの下部同士の間架設された下梁32cと、各柱32aの下端面に取り付けられた底座プレート32dとを有する。酸素透過膜モジュール30のマニホールド28A, 29Aをフレーム32に保持させることにより、酸素透過膜モジュール30がフレーム32内に設置される。

[0050] このフレーム32を備えた酸素透過膜モジュール30は、反応槽3内に上下多段に設置することが容易である。即ち、下側の酸素透過膜モジュール30のフレーム32の上に、上側の酸素透過膜モジュール30の底座プレート32dを載せるようにして上側の酸素透過膜モジュール30を配置することができる。

[0051] 本発明の一態様では、中空糸膜が上下方向に配列された中空糸膜モジュールを高さ1～2m程度の高さの低い膜モジュールとし、これを2段以上、好ましくは4段以上に積層する。

[0052] このように中空糸膜の長さを短くし、高さを低くした中空糸膜モジュール

を多段に積層することにより、低い圧力で酸素を溶解させることができる。

[0053] 中空糸膜に送風する酸素含有ガスの圧力は、中空糸膜の圧力損失よりわずかに高い程度、例えば5～20%程度高い圧力がコスト面から好適である。

[0054] 中空糸膜に供給する圧力は水深と無関係に決めてよい。通常の散気装置は水深以上の圧力が必要であることから、本発明は反応槽の水深が深いほど有利である。

[0055] 上下方向のモジュールの配管接続によって、膜内の凝縮水や生物槽から膜内に溶解してくる炭酸ガスの影響が異なる。そのため、圧損、凝縮水、炭酸ガスを考慮した配管接続構造とすることが好ましい。

[0056] 上記実施の形態では、図7、8のように、中空糸膜27を上下方向とし、原水（被処理水）が中空糸膜27に沿って上下方向に流れるものとしているが、少なくとも一部の酸素透過膜モジュールとして、図9のように水平なX方向の中空糸膜27bと、上下方向（Z方向）の中空糸膜27aとを有する酸素透過膜モジュールを用いてもよい。なお、図10のように、中空糸膜27a、27bを平織状に編組してもよい。

[0057] 図11は、かかるX、Z方向の中空糸膜27（27a、27b）を備えた酸素透過膜モジュールの一例を示す斜視図である。この酸素透過膜モジュール40は、Z方向に延在する平行な1対のヘッダー41、41と、これと直交するX方向に延在する1対のヘッダー42、42と、中空糸膜27とを有する。X方向の中空糸膜27はヘッダー41、41間に架設され、Z方向の中空糸膜27はヘッダー42、42間に架設されている。

[0058] ヘッダー41、42の端部同士が連結されることにより、ヘッダー41、42は方形枠状となっている。この酸素透過膜モジュール40の一態様では、ヘッダー41、42の両端内部にエンドプラグ等の閉塞部材（図示略）が設けられており、ヘッダー41、42内は遮断されている。酸素含有ガスは一方のヘッダー41に供給され、中空糸膜27を通り、他方のヘッダー41に流入する。また、酸素含有ガスは一方のヘッダー42に供給され、中空糸膜27を通り、他方のヘッダー42に流入する。

[0059] この酸素透過膜モジュール40の別の一態様では、一方の一本のヘッダー41と一方の一本のヘッダー42とが連通している。また、他方の一本のヘッダー41と他方の一本のヘッダー42とが連通している。該一方のヘッダー41、42と、該他方のヘッダー41、42の連結部分の内部にはエンドプラグ等の閉塞部材（図示略）が設けられており、該一方のヘッダー41、42と、該他方のヘッダー41、42内は遮断されている。酸素含有ガスは該一方のヘッダー41、42に供給され、中空糸膜27を通り、該他方のヘッダー41、42に流入する。

[0060] これらの中空糸膜は、図7～図11では1本ずつとなっているが、数本～100本程度の束にしても良い。

[0061] 反応槽内の下部に曝気装置を設置してもよい。

[0062] 次に、生物担体、酸素含有ガス、その他処理条件の好適例について説明する。

[0063] <生物担体>

生物担体としては、活性炭が好適である。

[0064] 活性炭の充填量は反応槽の容積の40～60％程度、特に50％程度が好ましい。この充填量は、多いほうが生物量多く活性高いが、多すぎると流出するおそれがある。従って、充填量50％程度で20～50％程度活性炭相が膨張するLVで通水するのが良い。通水LVは0.5mm活性炭で7～15m/hr程度である。なお、活性炭以外のゲル状、多孔質材、非多孔質材等も同様の条件で使用できる。例えば、ポリビニルアルコールゲル、ポリアクリルアミドゲル、ポリウレタンフォーム、アルギン酸カルシウムゲル、ゼオライト、プラスチック等も用いることができる。ただし、担体として活性炭を用いると、活性炭の吸着作用と生物分解作用による相互作用により、広範囲な汚濁物質の除去を行うことが可能である。

[0065] 活性炭の平均粒径は0.2～3mm程度が好ましい。平均粒径が大きいと高LVとすることが可能であり、循環量を増やせるため高負荷が可能となる。しかし、表面積が小さくなるため、生物量が少なくなる。平均粒径が小さ

いと、低LVで流動できるため、ポンプ動力が安価となる。かつ、表面積が大きいと、付着生物量が増える。

[0066] 最適粒径は廃水の濃度によって決定され、TOC：50mg/Lであれば0.2～0.4mm程度、TOC：10mg/Lであれば0.6～1.2mm程度が好ましい。

[0067] 活性炭の展開率は、20～50%程度が好ましい。展開率が20%よりも低いと、目詰まり、短絡のおそれがある。展開率が50%よりも高いと、流出のおそれがあると共に、ポンプ動力コストが高くなる。

[0068] 通常の生物活性炭では、活性炭流動床の膨張率は10～20%程度であるがこの場合、活性炭の流動状態が不均一で上下左右に流動する。結果として同時に設置した膜が活性炭によってこすられ、すり減って消耗することになる。これを防止するため、本発明では、活性炭は十分に流動させることが必要で、膨張率は20%以上とするのが望ましい。このため、活性炭の粒径は通常の生物活性炭よりも小さいほうが好ましい。なお、活性炭は、やしがら炭、石炭、木炭等なんでも良い。形状は球状炭が好ましいが、通常の粒状炭や破碎炭でも良い。

[0069] <酸素含有ガス>

酸素含有ガスは空気、酸素富化空気、純酸素等、酸素を含む気体であればよい。通気する気体はフィルターを通過させて微細粒子を除去することが望ましい。

[0070] 通気量は生物反応に必要な酸素量の等量から2倍程度が望ましい。これよりも少ないと酸素不足で処理水中にBODやアンモニアが残存し、多いと通気量が不必要に多くなることに加えて圧力損失が高くなるため、経済性が損なわれる。

[0071] 通気圧力は所定の通気量で生ずる中空系の圧力損失よりもわずかに高い程度が望ましい。

[0072] <被処理水の流速>

被処理水の流速はLV10m/hr以上とし、処理水を循環せず、ワンパ

スで処理するのが好ましい。

[0073] $L V$ を高くすると、それに比例して酸素溶解速度が向上する。 $L V 50 \text{ m} / \text{h r}$ では $10 \text{ m} / \text{h r}$ の 2 倍ほど酸素が溶解する。 $L V$ が高い場合は、粒径が大きい活性炭を使い、展開率をあまり大きくしないようにするのが好ましい。生物量、酸素溶解速度から、最適 $L V$ 範囲は $10 \sim 30 \text{ m} / \text{h r}$ 程度である。

[0074] <滞留時間>

槽負荷 $1 \sim 2 \text{ kg} - \text{TOC} / \text{m}^3 / \text{day}$ となるように滞留時間を設定するのが好ましい。

[0075] <ブロー>

ブローは、吐出風圧が水深からくる水压以下のもので十分である。但し、配管等の圧損以上であることは必要である。通常、配管抵抗は $1 \sim 2 \text{ kPa}$ 程度である。

[0076] 5 m の水深の場合、通常は 0.55 MPa 程度までの出力の汎用ブローが用いられ、それ以上の水深では高圧ブローが用いられてきている。

[0077] 本発明では、 5 m 以上の水深であっても 0.5 MPa 以下の圧力の汎用ブローを用いることができ、 0.1 MPa 以下の低圧ブローを用いることが好ましい。

[0078] 酸素含有ガスの供給圧は、中空糸膜の圧力損失より高く、水深圧力よりも低いこと、さらに膜が水压でつぶれないこと、が条件となる。平膜、スパイラル膜は膜の圧損が水压と比較すると無視できるため、極めて低い圧力、 5 kPa 程度以上、水压以下、望ましくは 20 kPa 以下である。

[0079] 中空糸膜の場合、内径と長さによって圧力損失は変化する。通気する空気量は膜 1 m^2 あたり $20 \text{ mL} \sim 100 \text{ mL} / \text{day}$ であるから、膜長さが 2 倍になると空気量は 2 倍になり、膜径が 2 倍になっても空気量は 2 倍にしかない。したがって、膜の圧力損失は膜長さに正比例し、直径に反比例する。

[0080] 圧力損失の値は、内径 $50 \mu \text{m}$ 、長さ 2 m の中空糸で $3 \sim 20 \text{ kPa}$ 程度

である。

[0081] 本発明者の実験によると、通気圧力を $11 \sim 140 \text{ kPa}$ 、通気量を $240 \sim 460 \text{ mL/min}$ 変化させた結果、酸素溶解速度はほとんど変化しないことが認められた。

[0082] 本発明では、酸素溶解効率が $30 \sim 100\%$ 特に $40 \sim 60\%$ となるようにすることが好ましい。

[0083] 図2～6では担体の流動床Fを形成しているが、担体を懸濁させてもよい。反応槽内の液の曝気、液の流れ、及び機械的操作の1又は2以上によって担体を懸濁又は流動させるのが好ましい。

[0084] このように担体を懸濁又は流動させることにより、酸素溶解膜への生物の付着を防止することができ、酸素溶解膜からの酸素供給速度を高く保つことができる。

[0085] 反応槽のMLSS濃度を高濃度に維持することによっても酸素溶解膜への生物の付着を防止できる。MLSS濃度は、好ましくは $10,000 \sim 50,000 \text{ mg/L}$ 、特に好ましくは $20,000 \sim 30,000 \text{ mg/L}$ に維持する。

[0086] MLSSを高濃度に保持するには、反応槽内の処理液中に濾過膜を設置し、この濾過膜の透過水を処理水として取り出すことが好ましい。

実施例

[0087] [実施例1]

DMSO 3.2%を含む半導体洗浄廃水を、TOC-槽負荷 $1.2 \text{ kg/m}^3/\text{D}$ 、水槽容量 10 L 、滞留時間24時間で通水した。

[0088] 通水10日後、20日後、21日後、に臭気(DMS)測定を実施。いずれの測定でも検知管のDMS下限値(0.25 mg/L)以下であった。また、その後段で生物処理(標準活性汚泥処理方式)を行うことで、低負荷の有機物をさらに低減することができた。なお、臭気測定は、ガステック社のパイロチューブ検知管を使用した。

[0089] [比較例1、2]

半導体製造工場の直列三段生物処理槽において、T O C 送付化平均 $0.17 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{D}$ (DMS O 含有比率約 2 %) の運転で送致周辺の空気中に DMS が平均 2.73 ppm (M I N : 0 ppm ~ M A X 25.5 ppm) で検知された (比較例 1) 。また、T O C 送付化平均 $0.24 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{D}$ (DMS O 含有比率約 2 %) の運転で送致周辺の空気中に DMS が平均 9.84 ppm (M I N : 0 ppm ~ M A X 59 ppm) 検知された (比較例 2) 。

[0090] 本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更が可能であることは当業者に明らかである。

本出願は、2017 年 3 月 16 日付で出願された日本特許出願 2017-051090 に基づいており、その全体が引用により援用される。

符号の説明

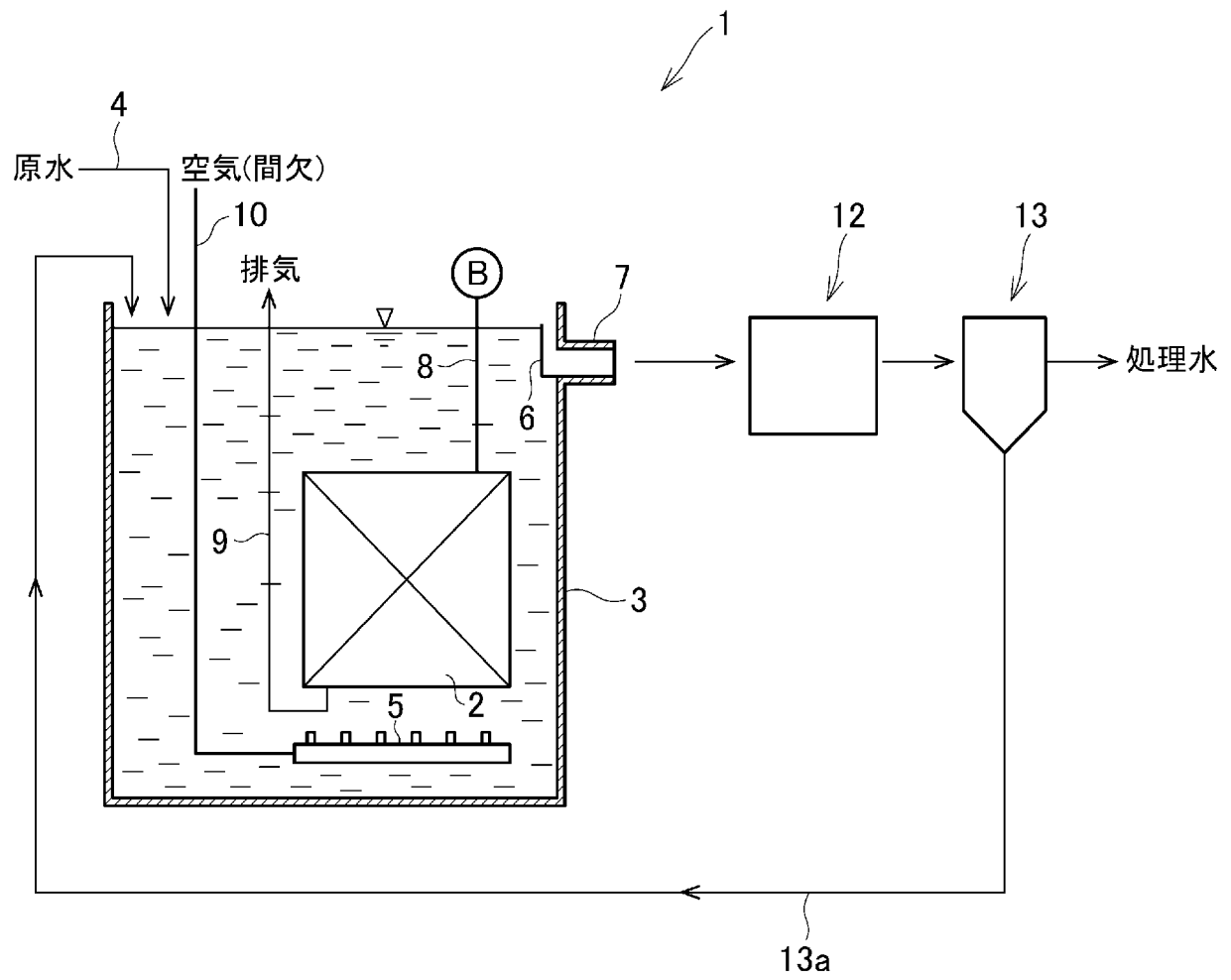
- [0091]
- 1 好気性生物処理装置
 - 2 酸素溶解膜モジュール
 - 3 第 1 反応槽
 - 12 第 2 反応槽

請求の範囲

- [請求項1] 直列に接続された第1ないし第n（nは2以上）の反応槽を備え、各反応槽内で好気性生物処理を行う好気性生物処理装置において、
- 少なくとも第1反応槽は、反応槽内に配置された酸素溶解膜によって酸素を被処理水に溶解させるMABR反応槽であり、少なくとも最終反応槽はMABR以外の反応槽であることを特徴とする好気性生物処理装置。
- [請求項2] 請求項1において、前記MABR以外の反応槽は、汚泥浮遊反応槽又は担体流動反応槽であることを特徴とする好気性生物処理装置。
- [請求項3] 反応槽内で好気性生物処理を行う好気性生物処理装置において、
- 該反応槽はプラグフロー反応槽であり、該反応槽内の被処理水流入側は、酸素溶解膜によって酸素を該反応槽内の被処理水に溶解させるMABR方式となっており、
- 該反応槽の処理水出口側は、MABR以外の処理方式となっていることを特徴とする好気性生物処理装置。
- [請求項4] 請求項3において、前記反応槽の処理水出口側は、汚泥浮遊反応方式又は担体流動反応方式となっていることを特徴とする好気性生物処理装置。

[図1]

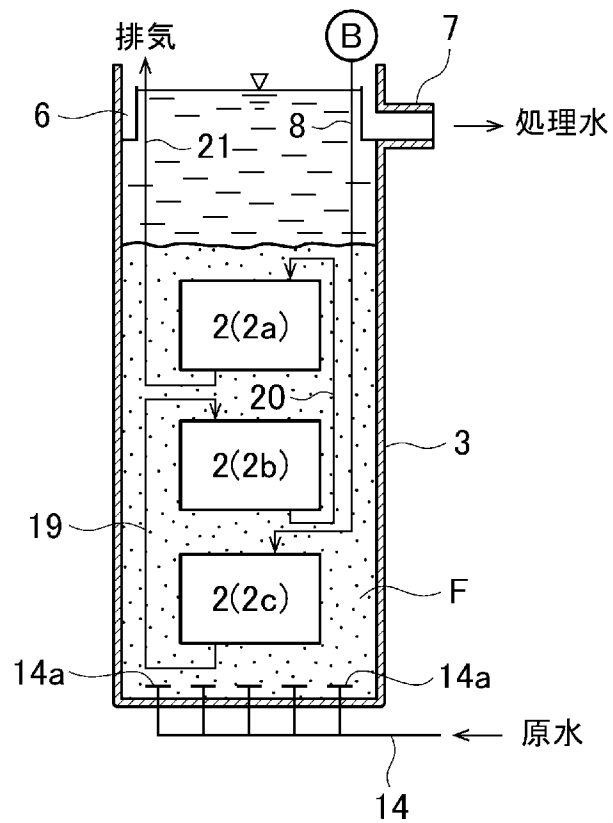
図1



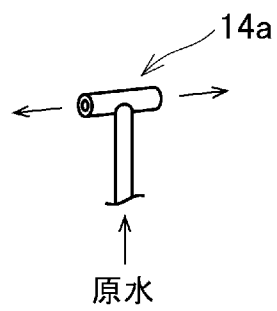
[図2]

図2

(a)

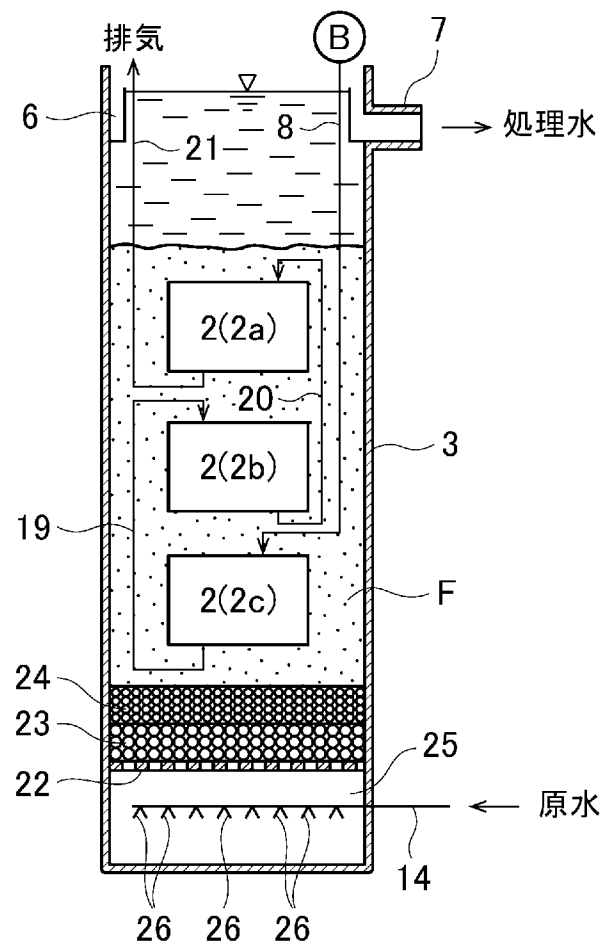


(b)



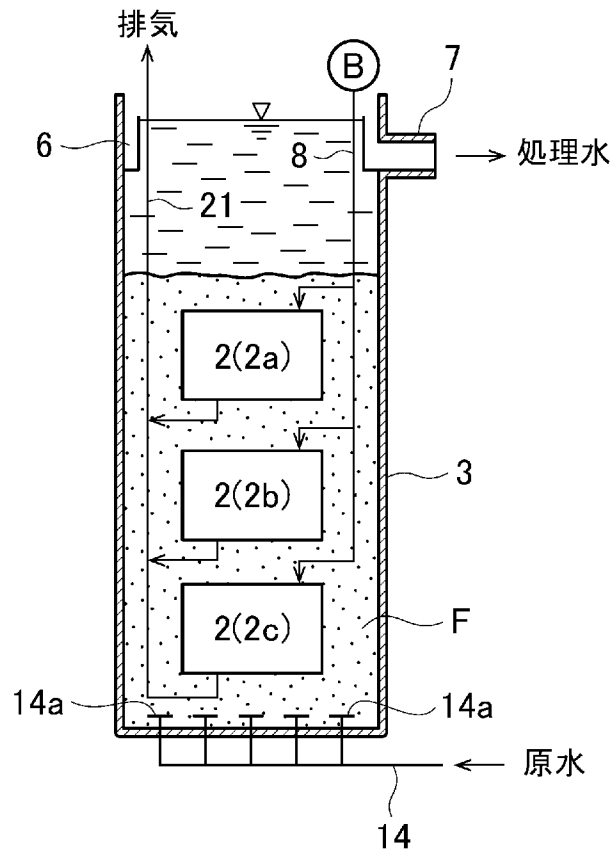
[図3]

図3



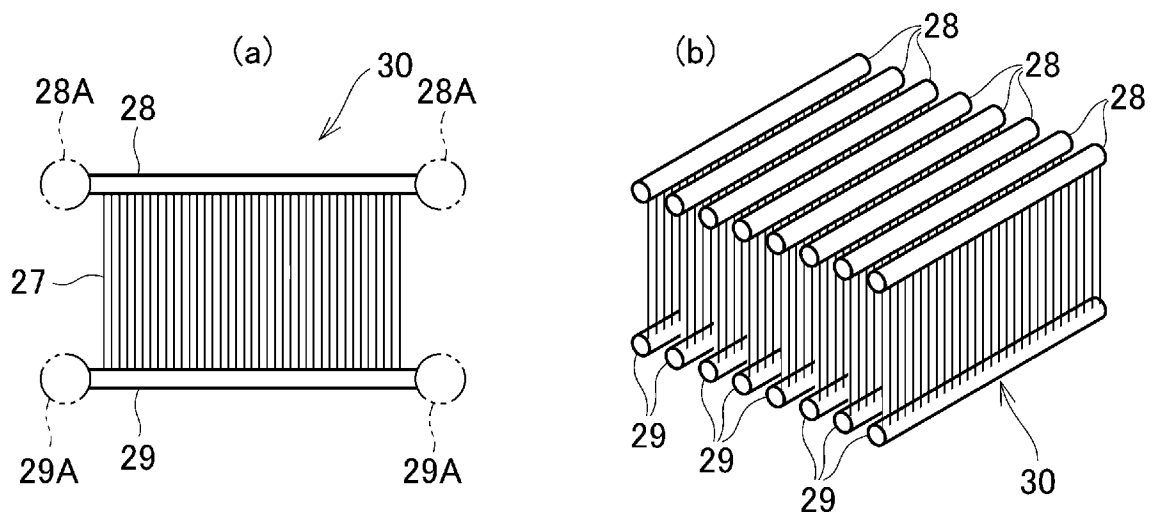
[図6]

図6



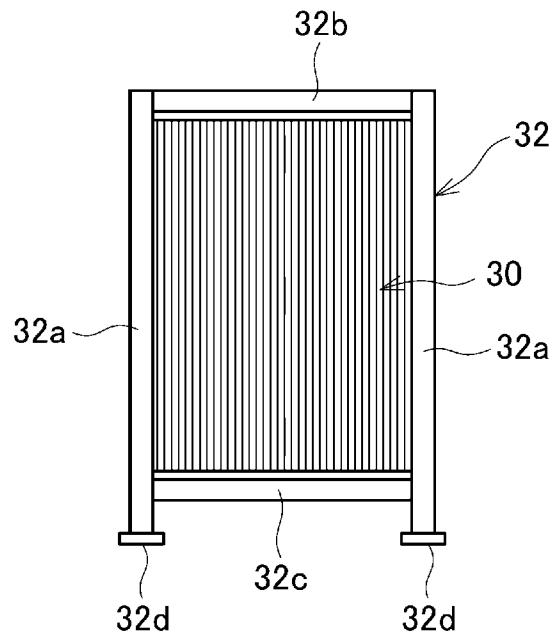
[図7]

図7



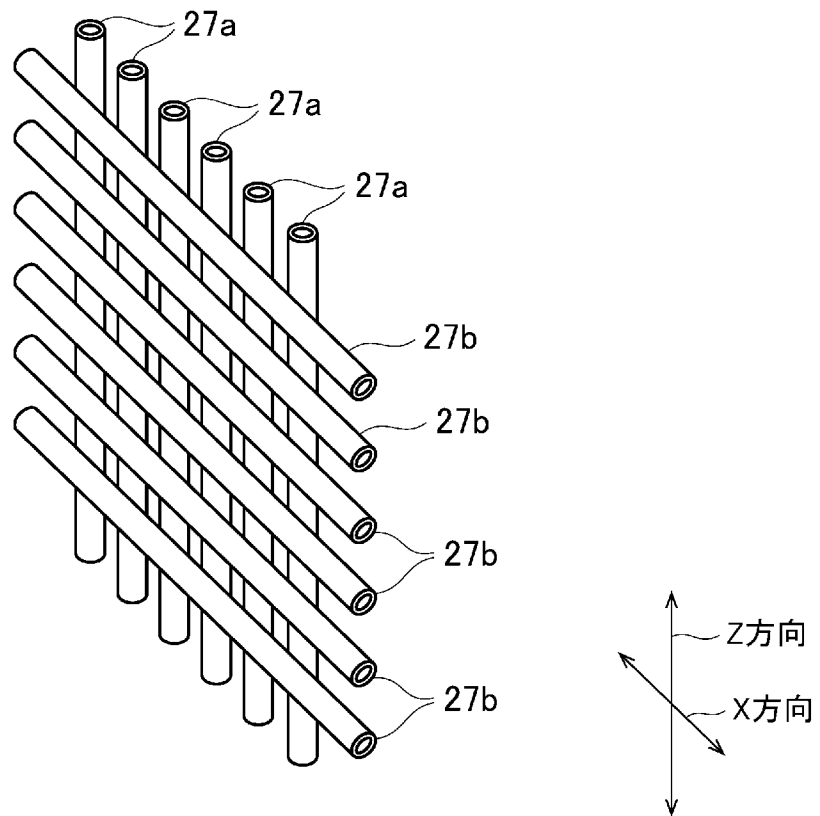
[図8]

図8



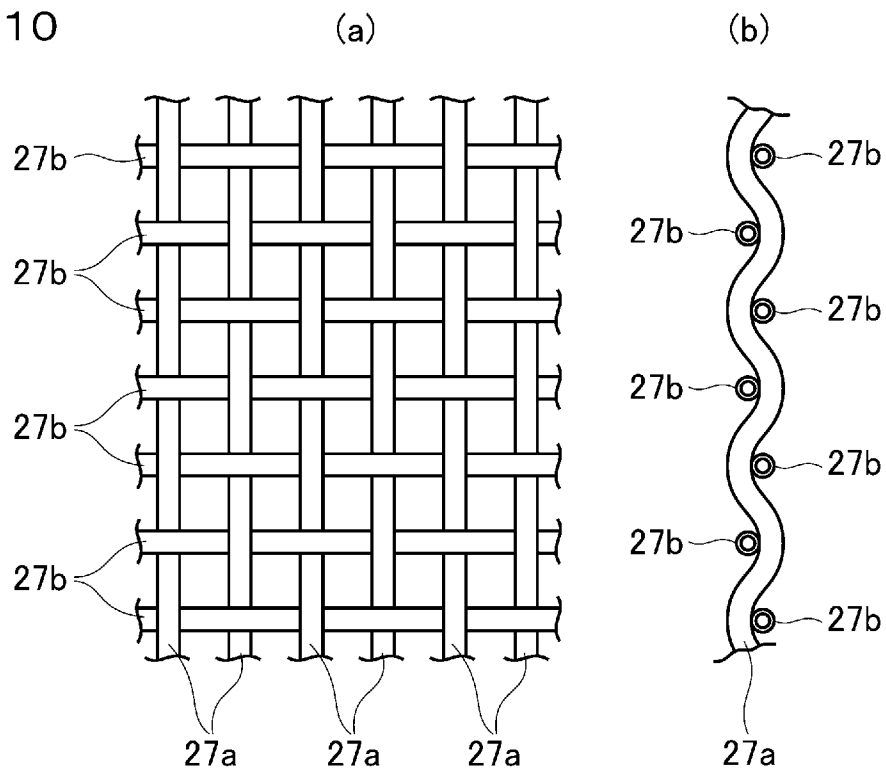
[図9]

図9



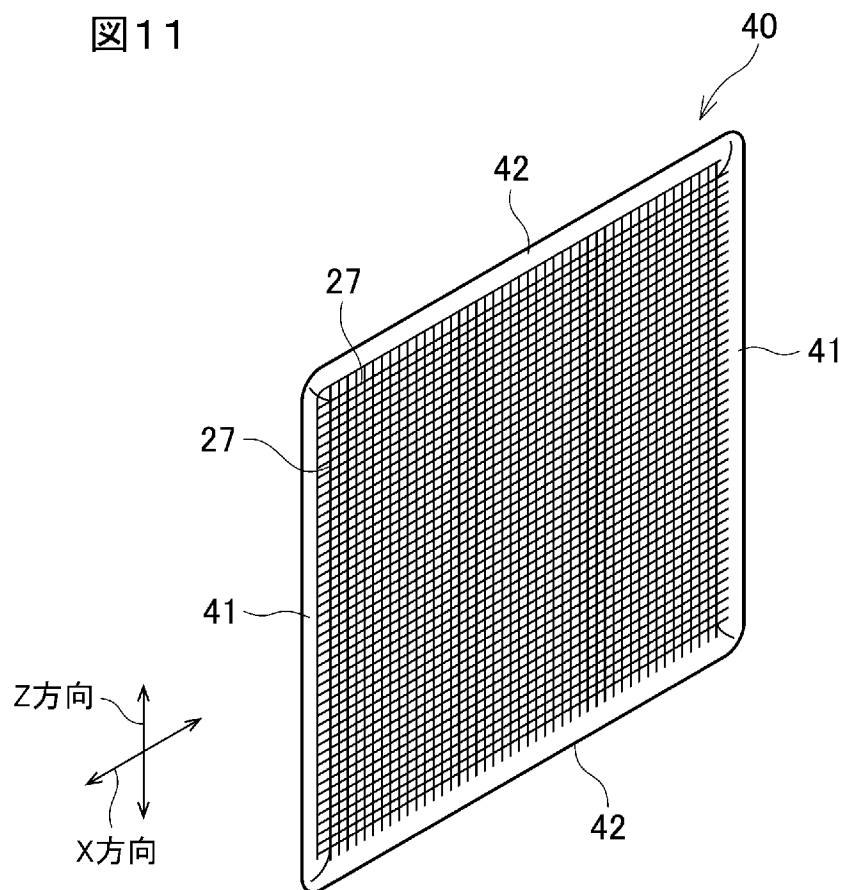
[図10]

図10



[図11]

図11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/033545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F3/26(2006.01)i, B01F1/00(2006.01)i, B01F3/04(2006.01)i, B01F5/06(2006.01)i, C02F1/44(2006.01)i, C02F3/06(2006.01)i, C02F3/08(2006.01)i, C02F3/12(2006.01)i, C02F3/20(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)

C02F3/12, C02F3/14-3/26, B01F1/00-5/26, B01D53/22, B01D61/00-71/82, C02F1/44, B01D53/14-53/18, B01D53/34-53/73, B01D53/74-53/85, B01D53/92, B01D53/96

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y	JP 2009-034649 A (Organo Corp.), 19 February 2009 (19.02.2009), claim 6; paragraph [0010]; fig. 1 to 2 & CN 101357803 A & KR 10-2009-0014096 A & TW 200906738 A	1-4
Y	JP 5-068996 A (Kabushiki Kaisha Nippon Plant), 23 March 1993 (23.03.1993), paragraph [0021] (Family: none)	1-4
Y	JP 63-264127 A (Dainippon Ink and Chemicals, Inc.), 01 November 1988 (01.11.1988), page 2, upper left column, lines 7 to 19 (Family: none)	1-4

☒ 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
05 October 2017 (05.10.17)

Date of mailing of the international search report
17 October 2017 (17.10.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/033545

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 2008-168201 A (Seiko Epson Corp.), 24 July 2008 (24.07.2008), (Family: none)	1-4
A	JP 2006-101805 A (Organo Corp.), 20 April 2006 (20.04.2006), (Family: none)	1-4
A	JP 2006-094748 A (Organo Corp.), 13 April 2006 (13.04.2006), (Family: none)	1-4
A	JP 2006-087310 A (Organo Corp.), 06 April 2006 (06.04.2006), (Family: none)	1-4
A	JP 2004-505752 A (TherOx Inc.), 26 February 2004 (26.02.2004), & US 2006/0054554 A1 & WO 2002/011870 A2 & EP 1313548A2 & AT 537894 T & DK 1313548 T3 & ES 2376303 T3	1-4
A	JP 2006-289343 A (Sharp Corp.), 26 October 2006 (26.10.2006), & US 2007/0138091 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C02F3/26(2006.01)i, B01F1/00(2006.01)i, B01F3/04(2006.01)i, B01F5/06(2006.01)i, C02F1/44(2006.01)i, C02F3/06(2006.01)i, C02F3/08(2006.01)i, C02F3/12(2006.01)i, C02F3/20(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. C02F3/12, C02F3/14-3/26, B01F1/00-5/26, B01D53/22, B01D61/00-71/82, C02F1/44, B01D53/14-53/18, B01D53/34-53/73, B01D53/74-53/85, B01D53/92, B01D53/96

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
Y	JP 2009-034649 A (オルガノ株式会社) 2009.02.19, 請求項 6, [0010], 図 1-2 & CN 101357803 A & KR 10-2009-0014096 A & TW 200906738 A	1-4
Y	JP 5-068996 A (株式会社日本プラント) 1993.03.23, [0021] (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 63-264127 A (大日本インキ化学工業株式会社) 1988.11.01, 第 2 頁左上欄第 7 行目-第 19 行目 (ファミリーなし)	1-4

☑ 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

05.10.2017

国際調査報告の発送日

17.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

松井 一泰

4 D

5805

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 2008-168201 A (セイコーエプソン株式会社) 2008.07.24, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2006-101805 A (オルガノ株式会社) 2006.04.20, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2006-094748 A (オルガノ株式会社) 2006.04.13, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2006-087310 A (オルガノ株式会社) 2006.04.06, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2004-505752 A (シアロックス インコーポレイテッド) 2004.02.26, & US 2006/0054554 A1 & WO 2002/011870 A2 & EP 1313548 A2 & AT 537894 T & DK 1313548 T3 & ES 2376303 T3	1-4
A	JP 2006-289343 A (シャープ株式会社) 2006.10.26, & US 2007/0138091 A1	1-4