

(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  
2021年1月28日(28.01.2021)



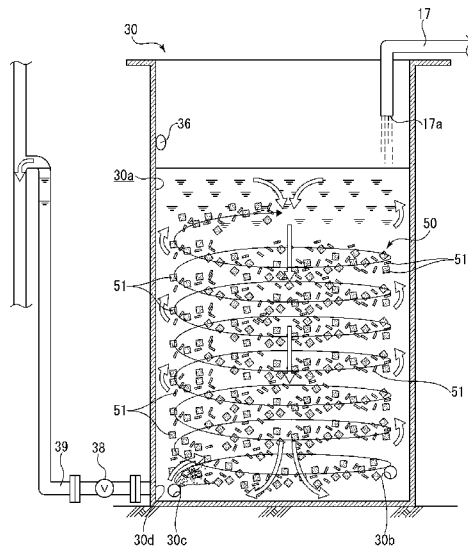
(10) 国際公開番号

WO 2021/014630 A1

- (51) 国際特許分類:  
*B01F 3/04* (2006.01)      *C02F 3/08* (2006.01)  
*C02F 1/78* (2006.01)      *C02F 3/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                      PCT/JP2019/029148
- (22) 国際出願日:                          2019年7月25日(25.07.2019)
- (25) 国際出願の言語:                      日本語
- (26) 国際公開の言語:                      日本語
- (71) 出願人: エンバイロ・ビジョン株式会社 (ENVIRO VISION CO., LTD.) [JP/JP];  
〒1700013 東京都豊島区東池袋 3-2-1-18 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 豊岡 正志 (TOYOOKA Masashi);  
〒1700012 東京都豊島区上池袋 1-9-9-1001 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 重信 和男, 外 (SHIGENOBU Kazuo et al.);  
〒1028578 東京都千代田区紀尾井町 4 番 1 号 ガーデンコート 1 9 階 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, 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, JP, 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.

(54) Title: WASTE WATER TREATMENT DEVICE AND WASTE WATER TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 廃水処理装置及び廃水処理方法



(57) Abstract: Provided are a waste water treatment device and a waste water treatment method, whereby it becomes possible to achieve both of a sterilization treatment for sterilizing an organic substance in water of interest with ozone and a biological treatment of water of interest using an aerobic microorganism with a simple device and in a simple process. The waste water treatment device is composed of at least: an accommodation vessel 30 in which water of interest to be treated is accommodated; a supply means 40 for supplying micronanobubbles each containing ozone and oxygen to the inside of the accommodation vessel 30; and a porous material 58 which is accommodated in the accommodation vessel 30, is provided with at least an aerobic microorganism, contains carbon as a component, and has a micronano-level of porosity.

(57) 要約: オゾンによる被処理水中の有機物を殺菌する殺菌処理と、好気性微生物を用いた被処理水の生物処理とを、簡素な装置及び工程で両立させることができる廃水処理装置及び廃水処理方法を提供する。処理対象となる被処理水を収容する収容槽30と、収容槽30内にオゾン及び酸素を含むマイクロナノバブルを供給する供給手段40と、収容槽30内に収容され、少なくとも好気性微生物を備え、成分として炭素を含みマイクロナノレベルのポーラスを有する多孔質材58と、から少なくとも構成されている。



WO 2021/014630 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： 廃水処理装置及び廃水処理方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、協同事業系の複合建物、食品・化学・製紙・自動車工場等から排出される有機系廃水を含む廃水処理する廃水処理装置及び廃水処理方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来の廃水処理装置には、処理対象となる汚水を収容する処理槽内にオゾンを提供することで、その強力な酸化作用によって、汚水に含まれる細菌類の殺菌、脱臭及び有機物や油脂分を分解し除去する等の効果を得るようにしたものがある（例えば、特許文献1参照）。

[0003] このようなオゾンは、バブル発生器等により微小径に泡沫化することで、汚水と効果的に混合し汚水内の有機物分解を促進したのち、多数のオゾン泡沫の大部分が時間経過とともに圧壊、消滅することが知られている。

[0004] また、廃水処理装置には、処理槽内に微生物を担持する担体を収容することで、微生物による生物処理を一定時間かけて行い、汚水に含まれる有機物を分解し浄化するようにしたものがある（例えば、特許文献2参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-131827号公報（第6頁、第1図）

特許文献2：特開2006-130448号公報（第6頁、第1図）

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1にあっては、処理槽にオゾンを提供することで汚水に含まれる有機物を殺菌する処理を行い、一方で特許文献2にあっては、好気性微生物を活用して汚水中の有機物を分解する処理、すなわち微生物処理を行っている。これらのオゾンを用いた殺菌処理と微生物処理とは、互

いに相容れないことから、これらの処理をいずれも行う場合、別々の処理槽ないし別々の工程にて処理する必要がある、処理装置が肥大化するばかりか、長い処理時間を要するという問題がある。

[0007] 本発明は、このような問題点に着目してなされたもので、オゾンによる被処理水中の有機物を殺菌する殺菌処理と、好気性微生物を用いた被処理水の生物処理とを、簡素な装置及び工程で両立させることができる廃水処理装置及び廃水処理方法を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] 前記課題を解決するために、本発明の廃水処理装置は、

処理対象となる被処理水を収容する収容槽と、該収容槽内にオゾン及び酸素を含むマイクロナノバブルを供給する供給手段と、前記収容槽内に収容され、少なくとも好気性微生物を備え、成分として炭素を含みマイクロナノレベルのポーラスを有する多孔質材と、から少なくとも構成されていることを特徴としている。

この特徴によれば、収容槽にてオゾンのマイクロナノバブルによって被処理水中に溶解する、または浮遊する有機物を分解処理あるいは殺菌処理し、更に被処理水中を漂う残オゾンのバブルを、成分として炭素を含む多孔質材に吸着させる結果、オゾン分子同士を積極的に酸素分子に化学変化させて、水酸基ラジカルを豊富に生成させることで、残オゾンを実質的に低減できると同時に、好気性微生物による有機物の分解を促進し、当該酸素分子及び同じく多孔質材に吸着した酸素バブルにより生物処理を活性化させることができる。したがって、単一の収容槽のみを使用して、オゾンによる殺菌処理と、好気性微生物を用いた生物処理とを両立させることができる。

[0009] 前記多孔質材のポーラスは、前記マイクロナノバブルよりも小径に形成されていることを特徴としている。

この特徴によれば、オゾンのバブルが多孔質材の空孔のポーラスまで進入することなく、多孔質材の空孔周辺の外表面に付着することで、オゾン分子が酸素分子に化学変化する。よって、空孔内の好気性微生物は、オゾン分子

に接することなく酸素分子に接し、すなわち死滅することなく豊富な酸素を得て活発に機能することになる。

[0010] 前記多孔質材は活性炭からなることを特徴としている。

この特徴によれば、活性炭により、残オゾンを経率的に生物処理に有効な酸素に分解できる。また、活性炭の遠赤外線効果により、例えば水温10℃以下という悪条件下でも微生物の活性化が維持できる。

[0011] 前記多孔質材は担体に担持されていることを特徴としている。

この特徴によれば、担体をオゾン分解及び生物処理の反応の場として利用できる。

[0012] 前記担体に通性嫌気性微生物が担持されていることを特徴としている。

この特徴によれば、微小径の気泡からなるマイクロナノバブルによって水の抵抗が減って浸透性が高まり、担体の内部まで水が浸入し易くなるため、内部に存在する通性嫌気性微生物が刺激されて活性化する。この結果、好気性微生物及び通性嫌気性微生物の両方が活性化し、食物連鎖（微生物同士の共食いを含む）が促進されるため、余剰な汚泥を発生させることなく、早期且つ高度な生物処理を達成することができる。

[0013] 前記担体は酵素を担持可能に構成されていることを特徴としている。

この特徴によれば、好気性微生物の活動を活発化させる酵素を担持することで、酵素の働きにより好気性微生物の繁殖が促進される。

[0014] 前記収容槽の上部に、被処理水を導入する導入部を備えるとともに、前記収容槽の下部に、該収容槽内で処理された被処理水を排出する排出部を備えることを特徴としている。

この特徴によれば、収容槽内の被処理水を、該収容槽の上部に位置する導入部から下部に位置する排出部に至るまでの流動の過程で確実にオゾン処理並びに生物処理できる。

[0015] 前記収容槽の下部に、該収容槽の周方向に沿って前記マイクロナノバブルを吐出するバブル吐出口が形成されていることを特徴としている。

この特徴によれば、収容槽の下部にて吐出されたオゾン及び酸素のマイク

ロナノバブルが、その浮力によって收容槽の被処理水及び多孔質材を伴い内周壁に沿って回転しながら上昇する回転上昇流を生成できるため、收容槽内の流動性が高まると同時に、マイクロロナノバブルの圧壊作用による水酸基ラジカル効果により、浮遊物質（SS）の分解が促進されるため、余剰汚泥がほとんど発生しない装置を提供することができる。

前記收容槽の前記バブル吐出口よりも上部に、該收容槽内の被処理水を吸水する吸水口が形成されていることを特徴としている。

この特徴によれば、吸水口よりマイクロロナノバブルを吸い込み易くすることで、マイクロロナノバブルの圧壊効率を高めることができる。

[0016] 前記導入部が、前記收容槽の内周壁近傍に設けられていることを特徴としている。

この特徴によれば、收容槽の内周壁近傍に導入される被処理水と、この内周壁に沿う回転上昇流が生成されたオゾン及び酸素（空気）のマイクロロナノバブルとを効率よく混合させることができる。

前記マイクロロナノバブルを供給する前記供給手段は、キャビテーションを利用したものであることを特徴としている。

この特徴によれば、被処理水中の浮遊物質（SS）の分解に寄与することができる。

[0017] 本発明の廃水処理方法は、

処理対象となる被処理水を收容する收容槽にて、オゾン及び酸素を含むマイクロロナノバブルを供給する供給工程と、少なくとも好気性微生物を備え、成分として炭素を含みマイクロナノレベルのポアラスを有する多孔質材によって生物処理を行う生物処理工程と、から少なくとも構成されていることを特徴としている。

この特徴によれば、收容槽にて供給工程でオゾンのマイクロロナノバブルによって被処理水を浮遊する有機物を殺菌処理するとともに、被処理水中を漂う残オゾンのバブルを、成分として炭素を含む多孔質材に吸着させる結果、オゾン分子同士を積極的に酸素分子に化学変化させて残オゾンを低減できる

と同時に、水酸基ラジカルを豊富に生成させることで、好気性微生物による有機物の分解を促進し、当該酸素分子及び同じく多孔質材に吸着した酸素バブルにより生物処理を活性化させることができる。

[0018] 前記多孔質材のポーラスは、前記マイクロナノバブルよりも小径に形成されていることを特徴としている。

この特徴によれば、オゾンのバブルが多孔質材のポーラスの内部まで進入することなく、多孔質材の空孔周辺の外表面に接触することで、オゾン分子が酸素分子に化学変化する。よって、空孔内の好気性微生物は、オゾン分子に接することなく酸素分子に接し、すなわち死滅することなく豊富な酸素を得て活発に機能することになる。

[0019] 前記多孔質材は活性炭からなることを特徴としている。

この特徴によれば、活性炭により、残オゾンを経率的に生物処理に有効な酸素に分解できる。また、活性炭の遠赤外線効果により、例えば水温10℃以下という悪条件下でも微生物の活性化が維持できる。

### 図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施例1における廃水処理装置を示す平面図である。

[図2]処理槽を示す縦断面図である。

[図3]オゾン及び酸素のマイクロバブル発生ノズルを示す縦断面図である。

[図4]菌床及び担体の構造を説明する図である。

[図5]担体の他の変形例を示す図である。

[図6]実施例2における廃水処理装置を示す平面図である。

[図7]原水槽及び反応槽を示す縦断面図である。

[図8]酸素のマイクロバブル発生ノズルを示す縦断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0021] 本発明に係る廃水処理装置及び廃水処理方法を実施するための形態を実施例に基づいて以下に説明する。

#### 実施例 1

[0022] 実施例1に係る廃水処理装置につき、図1から図5を参照して説明する。

先ず図1の符号1は、本発明の適用された廃水処理装置である。この廃水処理装置1は、本実施例では食品工場に設置され、当該工場から廃棄される油脂分等の有機分を含む汚水を被処理水として、河川等に放流する前に浄化処理する装置であり、沈殿槽や膜処理手段を設けずして、河川、水路、海域等へ直接に放流ができる当該廃水処理装置1は、他に類を見ないものである。

[0023] 図1に示されるように、廃水処理装置1は、その上流側に工場2内から場外に排出される汚水を集水する原水槽4に接続されている。なお、本発明に係る廃水処理装置は、本実施例の食品工場に限らず、マンション等の集合住宅の生活排水等の一般排水、及び事業系の複合建物、化学工場等、有機系廃水を含む病院、ホテル、飲食店等に広く適用可能であり、若しくは下水処理場での運用も可能である。

[0024] また廃水処理装置1は、その下流側に処理後の汚水を排出する排水管39が接続されており、浄化された廃水は排水管39を介して図示しない河川等に放流される。

[0025] 本実施例1の廃水処理装置1は、被処理水が導入される収容槽としてオゾン処理及び生物処理を行うための処理槽30と、後述するオゾン及び酸素（空気）供給手段としてのオゾン・酸素（空気）バブル発生装置40とを主に備えている。以下、廃水処理装置1の各構成について詳述する。

[0026] 図1に示されるように、原水槽4は、工場2から集められた廃水が廃水溝3を介し導入される平面視略矩形の水槽であり、原水槽4内には次の処理槽30に移送するための原水ポンプ5と、水位センサとしてのフロート6が設置される（図7参照）。なお本実施例では原水槽4の内部容量は略2トンであるが、実施上は1トン未満の貯留量にてフロート制御により次の処理槽30に移送される。

[0027] 次に図1及び図2に示されるように、処理槽30について説明する。処理槽30は、原水槽4からの被処理水が移送ポンプ5に接続された移送管7を介し導入される略円筒状の水槽であり、処理槽30内には、オゾン及び酸素（空気）マイクロナノバブル（以下、単にオゾン・酸素（空気）バブルと称

する場合もある)を吐出するバブル吐出口30cと、開閉バルブ38を介し排水管39に開閉可能に連通する排出口30dと、水位センサとしてのフロート36が設置される。

[0028] なお本実施例では処理槽30の内部容量は略54トンの容量であり、平面方向の内径に比して上下方向の高さが長寸に形成されている。このように、より大きい内部容量を有する処理槽30にて、オゾン及び酸素(空気)マイクロバブルを広範囲に流動させることで、オゾンによる殺菌処理(以下、オゾン処理と称する場合もある)と、好気性微生物による生物処理と、オゾン処理後の残オゾンを低減する化学変化とを促進することができる。またバブル吐出口30cは、処理槽30に連通してその外部に設置されたオゾン・酸素(空気)バブル発生装置40に接続されている。

[0029] また、図2に示されるように、処理槽30の内部には、多数の菌床50, 50, …が投入されており、これら菌床50, 50, …は、好気性微生物及び通性嫌気性微生物の菌床として使用されるようになっている。菌床50, 50, …は、長辺と短辺とを備えた略直方体の担体51, 51, …を成して処理槽30の内部を自由に移動できる。このように担体51, 51, …が略直方体に形成されていることで、被処理水内にて漂う担体51, 51, …の流動性を高めることができるばかりか、流動に伴う担体51, 51, …の欠けの発生を抑制できる。菌床50は複数の空孔を有する鉱物質を原料とする合成樹脂から形成されている。また、この菌床50, 50, …には、好気性微生物及び通性嫌気性微生物のみならず、後述するように粉末状に生成された活性炭58が添加されているが(図4参照)、これのみに限らず、中和剤、臭気抑制剤等を添加させることもできる。

[0030] 処理槽30は、前述した移送管17の先端に開口した導入口17aが処理槽30の上部に設けられるとともに、開閉バルブ38を介して排水管39に連通する排出口30dが処理槽30の下部の底面近傍に設けられているため、移送管17の導入口17aから処理槽30に導入された被処理水が生物処理されながら下降するようになる。これによれば、処理槽30の上部から導

入された被処理水が処理槽 30 の下部に至るまで流動することになるため、処理槽 30 内における生物処理の時間を長く採ることができる。排水管 39 はいったん処理槽 30 の水面レベルまで立ち上げられ、導入口 17 a から流入した水量と同量の水量が自然流下でそのまま放流されるようになっている。

[0031] 更にバブル吐出口 30 c は、処理槽 30 の内周壁 30 a の周方向に開口しているため、バブル吐出口 30 c からマイクロナノバブルが吐出されると、円筒状の処理槽 30 内に循環流が生じ、菌床 50, 50, … にマイクロナノバブルが付着することで浮力を高めつつ循環流によって上方に移動され、マイクロナノバブルが経時的に圧壊又は離脱するのに伴い再び下方に投下されるため、生物処理を効果的に行うことができる。

[0032] なお、処理槽 30 の内周面には、菌床 50, 50, … を攪拌するための攪拌板等を設けてもよく、このようにすることで、処理槽 30 の内部が回転駆動されると、菌床 50, 50, … が前記した攪拌板によって上方に移動され、再び下方に投下されるため、生物処理を効果的に行うことができる。

[0033] 次に、図 1～図 3 に示されるように、オゾン・酸素（空気）バブル発生装置 40 について説明する。

[0034] オゾン・酸素（空気）バブル発生装置 40 は、処理槽 30 の下部の底面近傍に開口した吸水口 30 b に連通した接続管 48 に接続され、液体を吸水する吸水ポンプ 47 と、マイクロナノバブル発生ノズル 45 と、このマイクロナノバブル発生ノズル 45 に接続されたオゾン発生装置 49 と、により主に構成されている。この吸水ポンプ 47 は、処理槽 30 の吸水口 30 b を介し処理槽 30 内部の液体を吸水するようになっている。

[0035] マイクロナノバブル発生ノズル 45 は、吸水ポンプ 47 から延びる接続管 48 の下流側に取付けられており、吸水ポンプ 47 にて吸水された液体は、マイクロナノバブル発生ノズル 45 に供給されて吹き出されるようになっている。

[0036] マイクロナノバブル発生ノズル 45 は、オゾン及び空気を自吸するせん断

式に属するものとし、またキャビテーションを利用している点に特徴を有する。なお、本実施例のようにオゾン・酸素（空気）バブル発生装置40を外部に設置し、循環ライン設ける場合は、加圧溶解方式でも適用可能である。マイクロナノバブル発生ノズル45の機種は何であっても良いが、固形物の流入があっても目詰まりを起こさないものであることが必要である。その一例として、図3に示すように、マイクロナノバブル発生ノズル45は、吸水ポンプ47の接続管48に接続されて液体が供給される供給部21と、この供給部21から供給される液体を圧縮しながら通過させる圧縮部22（通過部）と、この圧縮部22を通過した液体が吹き出される吹出部23と、を有する略円筒形状（ストレートパイプ形状）をなすノズル部材となっている。

[0037] 液体の入口である供給部21の内径は、圧縮部22に対しほぼ平行になっており、吹出部23の内径は、圧縮部22から拡径されるようになっている。即ち圧縮部22の内径が最小となっており、供給部21から供給された液体は、圧縮部22を通過する際に流速が上がることで、ベンチュリー効果により汚水の流速が高速になって吹出部23から吹き出される。

[0038] 処理槽30の外部に設置されたオゾン発生装置49によって発生し、このオゾン発生装置49に接続された吸気管41及び吸気管46を介し吸気されたオゾンは、複数分岐した枝管24を通過して圧縮部22内に噴出されるようになっている。また、大気中から吸気管46を介しマイクロナノバブル発生ノズル45内に吸気された酸素を含む空気は、複数分岐した枝管24を通過して圧縮部22内に噴出されるようになっている。このように、枝管24から圧縮部22内に噴出されたオゾンの気泡及び酸素（空気）の気泡は、超微細な気泡となって圧縮部22内の液体と混合される。この際、キャビテーションも同時に発生し、浮遊物質（SS）の分解にも寄与している。そして、この超微細な気泡がオゾン及び酸素（空気）のマイクロナノバブル、すなわちナノレベルの直径の気泡として、吹出部23からバブル吐出口30cを介し処理槽30内部に噴出される。

[0039] すなわち、オゾン及び酸素（空気）のマイクロナノバブル発生ノズル45

は、処理槽30内に連通する接続管48に配設され、バブル吐出口30cを介し水中にマイクロナノバブルを含む液体を吹き出すようになっている。

[0040] なお、本実施例では、オゾンと酸素（空気）とを混合してマイクロナノバブルを発生するオゾン・酸素（空気）バブル発生装置40が設けられているが、これに限らず例えば、オゾンのマイクロナノバブルを発生するオゾンバブル発生装置と、酸素（空気）のマイクロナノバブルを発生する酸素（空気）バブル発生装置とが別個に設けられてもよい。また、従来型の散気装置（散気管、ディフューザー等）との併用であっても構わない。

[0041] 次に、上記実施形態の処理装置1による汚水の処理手順を図1から図3を用いて説明する。まず、工場2内から排出される汚水（被処理水）が原水槽4内にて一定量以上貯水されると、フロート6が所定水位を検知することで、原水ポンプ5が作動して原水槽4内の被処理水が処理槽30に移送される。すなわち、原水槽4内の被処理水は間欠的に処理槽30に移送される。

[0042] 処理槽30では、オゾン供給工程すなわちマイクロナノバブル化されたオゾンによるオゾン処理（以下、単にオゾン処理と称する）が行われる。詳述すると、強力な酸化力を有するオゾン（ $O_3$ ）がマイクロナノレベルの微小径に気泡化することにより、大量のOH基（ $OH^-$ ）が発生するとともに、被処理水に含まれる有機物を物理的に分解する。このように、オゾン（ $O_3$ ）によって有機物が物理的に分解されるため、後述の微生物による捕食がし易くなる。

[0043] 特に、本発明のオゾン処理によれば、従来の水処理の課題である被処理水の浮遊物質濃度（SS）、及びノルマルヘキサン抽出物質（ $n-Hex$ ）を効果的に分解し低減させることができるため、原水中のSS、 $n-Hex$ が高いほど適合性を有し、通常の場合、滞留時間3時間程度で、SS、 $n-Hex$ は1/4以下となり、また生物化学的酸素要求量（BOD）が1/2以下に低減する結果を得ている。

[0044] なお、処理槽30内のオゾン（ $O_3$ ）は、上記したように酸化作用を生じることで、その大部分が酸素（ $O_2$ ）に化学変化するが、残りは依然としてオゾ

ンのマイクロナノバブルとして残留している（以下、残オゾンと称する）。

[0045] 図2に示されるように、処理槽30内の被処理水は、生物処理工程すなわち処理槽30内で好気性微生物を担持する菌床50, 50, …と攪拌されて混合されることで、生物処理される。より詳しくは、オゾン・酸素（空気）バブル発生装置40により生成されたオゾン・酸素（空気）のマイクロナノバブルが含まれた液体が、処理槽30の下部の底面近傍に設けられたバブル吐出口30cより処理槽30内に吐出されるようになっている。

[0046] このバブル吐出口30cは、略円筒状の処理槽30の内周壁30aの周方向に沿う方向に開口しており、吸水口30bから吸水ポンプ47によって吸水された被処理水とともに、バブル吐出口30cから吐出されたオゾン・酸素（空気）のマイクロナノバブルが、その浮力によって処理槽30の被処理水及び担体51を伴い、内周壁30aに沿って回転しながら上昇する回転上昇流を生成できるため、処理槽30内の流動性が高まると同時に、マイクロナノバブルの圧壊作用による水酸基ラジカル効果により、浮遊物質（SS）の分解が促進されるため、余剰汚泥がほとんど発生しない装置を提供することができる。なお回転上昇流は、水面近傍に達した後、続いて処理槽30の略中心部において下降する下降流を生成し、更に処理槽30の底面近傍に達した下降流は、再び回転上昇流に合流することで、処理槽30内を循環する循環流を生成する。また、吸水口30bは、バブル吐出口30cよりも高い位置に開口していることで、バブル吐出口30cから吐出したマイクロバブルを吸い込みやすくし、マイクロバブルの圧壊効率を高めることができる。

[0047] ここで被処理水を原水槽4から処理槽30に移送する移送管17の導入口17aが、処理槽30の上部に設けられ、また生物処理された被処理水を排出する排出口30dが、処理槽30の下部に設けられているため、処理槽30内の被処理水を、該処理槽30の上部に位置する導入口17aから下部に位置する排出口30dに至るまでの流動の過程で確実にオゾン処理及び生物処理できる。

[0048] また導入口17aは、処理槽30上部の内周壁30a近傍に開口している

ため、この導入口17aから吐出され処理槽30に移送したばかりの被処理水が、直ぐに前記した下降流に沿って下降してしまう虞を回避し、同じく内周壁30aの近傍にて回転上昇流が生成されたオゾン及び酸素のマイクロナノバブルと対向することで効率よく混合させることができる。

[0049] 次に、オゾン・酸素（空気）バブル発生装置40が発生させた直径50 $\mu$ m以下の気泡は最も長時間水中に滞留する気泡径となっているため、処理槽30にて滞留していた液体は、マイクロバブルを含むと同時に、酸素が多く溶け込んでおり、処理槽30内の被処理水及び菌床50, 50, …に十分な酸素が供給され続けることになる。

[0050] 詳しくは、オゾン・酸素（空気）バブル発生装置40は、直径50 $\mu$ m以下の気泡を発生させる事が可能であることから、通常のパブリングに比べて液体に多くの酸素を溶解でき、処理槽30内の被処理水及び菌床50, 50, …に十分な酸素が供給され続けることになる。前記液体は気泡が滞留された状態で被処理水及び菌床50, 50, …に浸透するため、循環流による攪拌により空気と接触させるのみでは届きづらい被処理水及び菌床50, 50, …の塊の内部に存在する好気性微生物に対して効果的に空気を供給することができ、好気性微生物を活性化して高い好気性分解能力を発揮させることができる。

[0051] また、外気（空気）がオゾン・酸素（空気）バブル発生装置40により超微細な気泡として液体中に混合されるため、この空気を汚水中に長時間滞留させることができるようになり、オゾン・酸素（空気）バブル発生装置40にて混合された空気（溶存酸素）を汚水中に留まらせて、河川、水路、海域又は下水処理施設等に通じる排水管39内を好気性とすることができ、排水管39内の洗浄頻度を少なくする効果が期待できる。

[0052] このように、処理槽30にて、オゾン供給工程でオゾンによって殺菌処理された被処理水と残オゾンに対し、好気性微生物を担持した担体51を収容した処理槽30にて、生物処理工程で酸素のマイクロナノバブルを供給することで、この酸素で活性化した好気性微生物による被処理水の生物処理を効

果的に行うとともに、残オゾンに付加された酸素により水酸基ラジカル及び酸素に積極的に化学変化させることで、この残オゾンを中心に早期に低減させることができる。またこの大量に発生する水酸基ラジカル及びマイクロナノバブル発生ノズル45によるキャビテーション効果により、浮遊物質（SS）が分解されるため、余剰汚泥の発生が極端に少なくなる。

[0053] 以下、菌床50について、図4, 5を参照して説明する。ここで、菌床50とは、担体51に好気性微生物及び通性嫌気性微生物を植菌したものであり、担体51とは、微生物を植菌していない状態のものを意味する。また、担体51を構成する鉱物質を原料とする合成樹脂とは、植物樹脂等の天然樹脂を除くもので、好気性微生物によって分解されないものを意味する。

[0054] なお、担体51への植菌については、本発明に係る廃水処理装置1を稼働させることにより、自然界由来の地場の土壌菌が自然に植菌され菌床50が生成される。以下、菌床50及び担体51について、図4, 5を参照して説明する。

[0055] 菌床50は複数の空孔52を有する鉱物質を原料とする合成樹脂からなる担体51と、担体51内に形成された複数の空孔内の少なくとも一部に、好気性微生物及び通性嫌気性微生物と、好気性微生物の活動を活性化させる所定量の酵素とを担持させることができ、微小径の粉末状に生成された活性炭58を含有して構成している。図4は、菌床50及び担体51の構造を示す図である。鉱物質を原料とする合成樹脂からなる担体51には空孔52が形成されている。空孔52は、その少なくとも一部が他の空孔と連通したものと、他の空孔と連通していないものを含んでいる。空孔52の大きさは約50 $\mu$ mから約800 $\mu$ m程度の大きさを有し、いろいろな大きさの空孔52が担体51の中にほぼ均一に分散している。また、空孔52には酵素53が担持できるとともに粉末状の活性炭58を含有し、空孔52は好気性微生物及び通性嫌気性微生物（図示せず。）の巣となる。大きな空孔52は展着可能な酵素で満たされることはなく、後述のように攪拌作用により空孔52には汚水と空気が入り出して、好気性微生物が繁殖するのに適した環境となる

。また、小さな空孔52はその空孔が酵素で満たされた状態となるため、汚水と空気が入り出りはほとんどないが、少しずつ酵素がしみ出し、長期間にわたり酵素の供給源として機能する。

[0056] 空孔52は、好気性微生物の活動を活発化させる展着可能な酵素を担持できるので、酵素の働きにより好気性微生物の繁殖が促進される。担体に担持させる酵素は、污水处理装置の設置環境、運転状況が変化しても、好気性微生物の繁殖が影響を受けないようにするために、複数の酵素を使用して、好気性微生物が繁殖できるようにしている。なお本実施例では、空孔52に上記した酵素が担持されているが、必ずしも担体51に酵素を担持させる必要はない。

[0057] また担体51の内部、特に中心部の空孔52には、上記した好気性微生物のほか、一定量の通性嫌気性微生物が存在している。この通性嫌気性微生物は、通常の曝気水では被処理水が担体51内部まで浸透できないためほとんど活性化されることはないが、微小径の気泡からなるマイクロナノバブルの場合は水の抵抗が減って浸透性が高まり、担体51の内部まで水が浸入し易くなり、表層の好気性微生物により酸素が吸着された後、内部に存在する通性嫌気性微生物がマイクロナノバブル水に刺激されて活性化する。この結果、好気性微生物及び通性嫌気性微生物の両方が活性化し、食物連鎖（微生物同士の共食いを含む）が促進されるため、余剰な汚泥を発生させることなく、早期且つ高度な生物処理を達成することができる。また好気性微生物により硝化、嫌気性微生物による脱窒というサイクルを実現し、硝化脱窒装置の効果も併せ持つ。一例として、本発明に係る廃水処理装置を、青果物の加工工場で排出される廃水処理に適用したところ、所要動力を従来の約1/10と大幅に削減し画期的な省エネを達成するとともに、従来の問題点であった臭気を数日で解消し、且つ放流水の劇的な浄化に成功した。

より詳しくは、本発明の廃水処理装置によれば、所要動力を12.5kWから1.5kWに削減したにも関わらず、放流水の生物学的酸素要求量（BOD）が500mg/Lから200mg/Lに低減し、ノルマルヘキサン抽

出物質（n-Hex）が17mg/Lから2mg/Lに低減し、溶存酸素量（DO）が0.5mg/Lから5mg/Lに上昇した。なお溶存酸素量（DO）は、ブローを停止した方が上昇するという効果を得ており、この効果は、ブローを停止することで、マイクロナノバブルの水の抵抗を減らす作用により、担体51の内部、特に中心部の空孔52に存在している通性嫌気性微生物が活発に活動したためと考えられる。

[0058] 以上のように、菌床50は、鉱物質を原料とする合成樹脂により構成されているため微生物による分解がなく、担体51、延いては微生物が担持されている複数の空孔を安定して確保できることになる。また、担体の空孔内に担持した活性炭及び／又は酵素の働きによって、好気性微生物の繁殖速度を高めることができるばかりか、好気性微生物及び通性嫌気性微生物を十分繁殖させることができ、悪臭を抑えることもできる。また、好気性微生物及び通性嫌気性微生物が空孔内に担持されるため、循環流による衝撃または散水によっても流れ出ることもない。

[0059] また上記したように、処理槽30にオゾンのマイクロナノバブルを供給することで、当該オゾンが処理槽30内の被処理水に含まれる浮遊性の有機物を効果的に分解処理することができる。特に、ナノレベルの直径を有する微小なオゾンのバブルが、処理槽30内の底部近傍に供給され周辺の有機物を分解処理し、更に被処理水中を浮上しながら漸次有機物を分解処理した後、水面に到達し、その近傍を漂う有機物を分解処理することで、水底から水面にかけて全水量に含まれる有機物に接触しながら分解処理することができる。

[0060] また処理槽30内の被処理水に含まれる残オゾンのバブルは、処理槽30内の被処理水及び酸素バブルとともに処理槽30内の循環流の中を漂流する。ここで同じく被処理水とともに漂流する担体51が残オゾンのバブル及び酸素（空気）のバブルを集める場となり、すなわち残オゾンのバブルが担体51の空孔52に吸着されることで、オゾン分子同士が酸素分子となる化学変化が促進される。特に、図4の詳細拡大図に示されるように、担体51の

空孔52内やその周辺には活性炭58が含有されていることから、当該活性炭58のポーラス58a（空孔）内に積極的にオゾン分子 $O_3$ を集め、これらを容易に分解すなわち酸素分子 $O_2$ に化学変化させることができる。

[0061] より詳しくは、活性炭58のポーラス58aは、概ね2nm～50nm程度のナノレベルの空孔に形成されており、このポーラス58aの内部を多くの好気性微生物が棲家として存在している。一方で、オゾンのバブルは概ね50nm～200nmであり、すなわち活性炭58のポーラス58aは、オゾンのバブルよりも小径であることから、オゾンのバブルはポーラス58aの内部まで進入することなく、活性炭58のポーラス58a周辺の外表面58bに付着することで、オゾン分子 $O_3$ が酸素分子 $O_2$ に化学変化する。よって、ポーラス58a内の好気性微生物は、オゾン分子 $O_3$ に接することなく酸素分子 $O_2$ に接し、すなわち死滅することなく豊富な酸素を得て活発に機能することになる。

[0062] 更に、通常の標準活性汚泥では水温15℃以下では微生物が活発に機能しないが、本実施例によれば、担体51の空孔52内の活性炭の遠赤外線効果により、例えば水温10℃以下という悪条件下でも微生物の活性化が維持できる。なお、処理前・処理後の水質を測定したデータの一例として、処理前の原水では、浮遊物質濃度（SS）が540mg/L、ノルマルヘキサン抽出物質（n-Hex）が220mg/L、生物化学的酸素要求量（BOD）が490mg/L、及び化学的酸素要求量（COD）が98mg/Lであったのに対し、処理後の被処理水では、浮遊物質濃度（SS）が16mg/L、ノルマルヘキサン抽出物質（n-Hex）が5mg/L以下、生物化学的酸素要求量（BOD）が23mg/L、及び化学的酸素要求量（COD）が17mg/Lに改善した。なお、この際の水温も10℃以下で運転可能である。

[0063] このように、処理槽30内の担体51がその空孔52内に残オゾン及び酸素のバブルを集める場となることで、残オゾンの低減・消滅を達成すると同時に、酸素バブルに残オゾンが変化した酸素分子を加えた生物処理に有効な

豊富な酸素により、担体 5 1 が担持した好気性微生物の活発化を達成できる。

[0064] 以下、担体 5 1 を構成する鉱物質を原料とする合成樹脂について説明する。担体 5 1 は、少なくとも表皮部分を形状復元力に富んだ弾性体より構成している。担体の少なくとも外皮部分を形状復元力に富んだ弾性体より構成することにより、被処理水と菌床とが処理槽内における攪拌過程で、少なくとも菌床の表皮部分が菌床相互の衝突、接触により圧縮と復元とを繰り返し、菌床の空孔から水分や空気の吸排が促進され、好気性微生物の繁殖に必要な空気や水分とを菌床の空孔内に十分に供給できる。

[0065] また、污水处理機内では、菌床 5 0 は水にさらされると同時に、微生物の活動によって 6 0℃ 近い温度となることがあり得る。さらに、好気性微生物は、通常、中性ないし弱酸性の環境で活発に活動するようになる。しかし、条件によって、有機物を分解する過程で PH が低下し、好気性微生物の活動が阻害されてしまうことがある。このような状態を防ぐために、苛性ソーダ、石灰、炭酸カルシウム等を適量、処理槽 3 0 の中に投入して、PH 調整を行うことがあり、污水处理機内は PH が大きく変化することがある。

[0066] そこで、担体 5 1 を構成する材料としてウレタンスポンジを使用している。ウレタンスポンジは、吸水性、排水性及び耐水性に優れ、酸性環境、アルカリ性環境、高温環境でも劣化することがないため、定期的に担体を補充する必要がなくなる。

[0067] また、担体を構成するウレタンスポンジは、その密度をある程度自由に製作することができるという特徴がある。したがって、ウレタンスポンジが、汚水を含んだ状態で浮遊物質 (SS) とほぼ比重が等しくなるように製作すれば、攪拌中に菌床が浮遊物質 (SS) と遊離した状態にならずに、十分接触し、浮遊物質 (SS) の分解が促進されることになる。なお、ウレタンスポンジは、一例であり、ウレタンスポンジと同等の特性を有する材料であれば、使用することができる。

以下、図 2 の処理槽 3 0 内での攪拌作用について説明する。

[0068] 処理槽30内にて上記した被処理水の回転上昇流が生成されると、菌床50, 50, …が回転上昇流によって上方に移動され、それまで污水に没していた菌床50は、菌床相互の衝突、接触により圧縮と復元とを受けるようになる。このような攪拌作用を繰り返し受けることで、菌床の空孔から水分や空気の吸排が促進され、好気性微生物及び通性嫌気性微生物の繁殖に必要な酸素や水分を菌床の空孔内に十分に供給できるようになる。

[0069] このように、攪拌作用と気孔に担持した活性炭、及び酵素の働きとが相まって、菌床50に担持された好気性微生物、通性嫌気性微生物が活性化し、処理槽30の内部の被処理水に含まれる有機分が分解され、污水が浄化されるようになっている。

[0070] 担体51の構成につき、図5を参照して説明する。

担体の形状は、図4の略直方体だけでなく、図5(a)から図5(e)のように略立方体、略球体、略円柱、管状体、略正8面体にすることもできる。また、形状の異なる担体51を混合して使用することにより、担体同志の間隙を大きく保つことができ、污水処理槽内の通水性及び通気性をさらに改善することもできる。担体51の1辺の長さは約5mmから約10cmとして構成しているが、廃水処理装置1の各槽の容量、処理する污水の水質(BOD, COD, SS, n-Hex)を考慮して、その大きさを決定できる。

[0071] また、図4及び図5(a)から図5(e)においては、担体を単一、同一の鉱物質を原料とする合成樹脂から構成しているが、担体の少なくとも表皮部分を形状復元力に富んだ弾性体とし、他の部分を異なる材料から構成することもできる。図5(f)は図5(a)のB-B断面、図5(g)は図5(b)のC-C断面を示す。たとえば、図5(f)のように立方体の表皮部分54を形状復元力に富んだ弾性体とし、コア部分55を表皮部分54と比重の異なる鉱物質を原料とする合成樹脂によって構成し、担体の平均比重を污水または固形分の比重に合うように調整することもできる。また、酵素を豊富に含んだ担体でコア部分55を構成し、表皮部分54を形状復元力に富んだ弾性体によって被覆することで、長期にわたって好気性微生物に酵素を供

給することもできる。さらに、図5（h）のように、コア部分55の一部が露出させるように構成することもできる。

[0072] 以上説明した本発明によれば、処理槽30（収容槽）にてオゾンのマイクロナノバブルによって被処理水中を浮遊する有機物を殺菌処理して、更に被処理水中を漂う残オゾンのバブルを、担体51の活性炭58（多孔質材）に吸着させる結果、オゾン分子 $O_3$ 同士を積極的に酸素分子 $O_2$ に化学変化させて残オゾンを低減できると同時に、水酸基ラジカルを豊富に生成させることで、浮遊物質（SS）や溶解性有機物の分解を促進し、当該酸素分子及び同じく担体51の活性炭58に吸着した酸素バブルにより生物処理を活性化させることができる。すなわち担体51をオゾン分解及び生物処理の反応の場として利用できる。したがって、単一の処理槽30を使用して、オゾンによる殺菌処理と、好気性微生物を用いた生物処理とを両立させることができる。またマイクロナノバブル効果により、汚水の抵抗が減って、好気性微生物のみならず担体51の内部に存在する通性嫌気性微生物をも、好気性微生物により貧酸素化されたマイクロナノバブル水の浸透により活性化し、有機物の分解を促進する。また好気性微生物が、酸素（ $O_2$ ）を利用して硝化し、更に微小なマイクロナノバブルにより抵抗が減ることで、担体51内の深部まで浸入した液体を通性嫌気性微生物が脱窒する。すなわちこの作用は、硝化脱窒においても有効に作用する。このことにより、担体51内での食物連鎖（微生物同士の共食いを含む）が促進され、余剰な汚泥を発生させることなく、早期且つ高度な生物処理を達成することができる。なお担体51内部の通性嫌気性微生物はマイクロナノバブルによる水の浸透性の向上により、酸素を含むマイクロナノバブルの供給量が少なくとも水との接触頻度が高まり、表層の好気性微生物により酸素が吸着された後、貧酸素な液体が浸入し、その結果、通性嫌気性微生物の活動が活発化するため、合理的な硝化脱窒を可能とし、バブル発生装置の小型化、省エネルギー化が可能となる。

## 実施例 2

[0073] 次に、実施例2に係る廃水処理装置につき、図6から図8を参照して説明

する。尚、前記実施例と同一構成で重複する構成を省略する。

[0074] 図6に示されるように、本実施例2の廃水処理装置11は、前処理槽としてオゾン処理を行うための反応槽10と、オゾンバブル発生装置20と、収容槽としてオゾン処理及び生物処理を行うための処理槽30と、オゾン・酸素（空気）バブル発生装置40とを主に備えている。すなわち本実施例2の廃水処理装置11は、反応槽10及びオゾンバブル発生装置20が付加されている点で実施例1の廃水処理装置1と異なり、その他の構成は廃水処理装置1と同様である。

[0075] 反応槽10は、原水槽4からの被処理水が原水ポンプ5に接続された移送管7を介し導入される略円筒状の水槽であり、反応槽10内には、オゾンバブル発生装置20を構成する吸水ポンプ27と、次の処理槽30に移送するための移送ポンプ15と、水位センサとしてのフロート16が設置される。なお本実施例では反応槽10の内部容量は略2.7トンであり、すなわち上述した処理槽30は反応槽10の略20倍の内部容量を有している。また反応槽10の外部には、オゾンバブル発生装置20を構成するオゾン発生装置29が設置され、接続管26を介しマイクロナノバブル発生ノズル25に接続されている。

[0076] 次に、図6に示されるように、オゾンバブル発生装置20について説明する。オゾンバブル発生装置20は、反応槽10の底面に配置され、液体を吸水する吸水ポンプ27と、マイクロナノバブル発生ノズル25と、反応槽10の外部に設けられたオゾン発生装置29とにより主に構成されている。この吸水ポンプ27は、その下部の吸水部27aから反応槽10内部の液体を吸水するようになっている。

[0077] 図7に示されるように、マイクロナノバブル発生ノズル25は、吸水ポンプ27から延びる接続パイプ28の先端に取付けられており、吸水ポンプ27にて吸水された液体は、マイクロナノバブル発生ノズル25に供給されて吹き出されるようになっている。

[0078] 反応槽10の外部に設置されたオゾン発生装置29によって発生し、この

オゾン発生装置 29 に接続された吸気管 26 を介し吸気されたオゾンは、図 8 に示されるように、複数分岐した枝管 24 を通って圧縮部 22 内に噴出されるようになっている。枝管 24 から圧縮部 22 内に噴出された気泡は、超微細な気泡となって圧縮部 22 内の液体と混合される。そして、この超微細な気泡がオゾンのマイクロナノバブルとして、吹出部 23 から反応槽 10 内部に噴出される。

[0079] すなわち、マイクロナノバブル発生ノズル 25 は、反応槽 10 内の液体の水面下に水没され、水中にオゾンのマイクロナノバブルを含む液体を吹き出すようになっている。

[0080] 次に、本実施例 2 の処理装置 11 による汚水の処理手順を図 6～8 を用いて説明する。まず、工場 2 内から排出される汚水（被処理水）が原水槽 4 内にて一定量以上貯水されると、フロート 6 が所定水位を検知することで、原水ポンプ 5 が作動して原水槽 4 内の被処理水が反応槽 10 に移送される。すなわち、原水槽 4 内の被処理水は間欠的に反応槽 10 に移送される。

[0081] 反応槽 10 では、オゾン供給工程すなわちマイクロナノバブル化されたオゾンによるオゾン処理が行われる。詳述すると、強力な酸化力を有するオゾン ( $O_3$ ) がマイクロナノレベルの微小径に気泡化することにより、大量の OH 基 ( $OH\cdot$ ) が発生するとともに、被処理水に含まれる有機物を物理的に分解する。このように、オゾン ( $O_3$ ) によって有機物が物理的に分解されるため、処理槽 30 において微生物による捕食がし易くなる。

[0082] 次に、反応槽 10 内が一定量以上貯水されると、反応槽 10 に設けられたフロート 16 が所定水位を検知することで、移送ポンプ 15 が作動して、上記したように反応槽 10 でオゾン処理された被処理水が移送管 17 を介し処理槽 30 に移送される。すなわち、反応槽 10 内の被処理水は間欠的に処理槽 30 に移送される。なお、反応槽 10 内のオゾン ( $O_3$ ) は、上記したように酸化作用を生じることで、その大部分が酸素 ( $O_2$ ) に化学変化するが、残りは依然としてオゾンのマイクロナノバブルとして残留しており、この残オゾンは被処理水と共に処理槽 30 に移送される。

- [0083] なお、本実施例では、前処理槽としての反応槽 10 においてオゾン処理が行われているが、これに限らず、例えば凝集剤等の適宜の薬剤を添加して、被処理水中の有機物を凝集・沈殿させる等の前処理を行ってもよい。
- [0084] また、反応槽 10 から処理槽 30 に移送される被処理水に含まれる残オゾンのバブルは、処理槽 30 内の被処理水及び酸素バブルとともに処理槽 30 内の循環流の中を漂流する。ここで同じく被処理水とともに漂流する担体 51 が残オゾンのバブル及び酸素（空気）のバブルを集める場となり、すなわち残オゾンのバブルが担体 51 の空孔 52 に接触することで、オゾン分子同士が酸素分子となる化学変化が促進される。
- [0085] 以上説明した本発明によれば、反応槽 10（前処理槽）にてオゾンによって殺菌処理された被処理水と残オゾンを、活性炭 58 を含有し微生物を担持した複数の担体 51 を有する処理槽 30（収容槽）に収容することで、被処理水中を漂う残オゾンのバブルが担体 51 に接触する結果、オゾン分子  $O_3$  同士を積極的に酸素分子  $O_2$  に化学変化させて残オゾンを低減できると同時に、水酸基ラジカルを豊富に生成させることで浮遊物質（SS）や溶解性有機物の分解を促進し、当該酸素分子及び同じく担体 51 に吸着した酸素バブルにより生物処理を活性化させることができる。すなわち担体 51 をオゾン分解及び生物処理の反応の場として利用できる。またマイクロナノバブル効果により、汚水の抵抗が減って、好気性微生物のみならず担体 51 の内部に存在する通性嫌気性微生物をも浸透したマイクロナノバブルにより活性化し、有機物の分解を促進する。このことにより、食物連鎖（微生物同士の共食いを含む）が促進され、余剰な汚泥を発生させることなく、高度な硝化脱窒能力を有し、早期且つ高度な生物処理を達成することができる。マイクロナノバブル発生ノズル 25, 45 は、図 3, 8 に示されるように、キャビテーションを利用した装置であれば、キャビテーション生成の際に被処理水中の浮遊物質（SS）の分解に寄与するため好ましい。なお担体 51 内部の通性嫌気性微生物はマイクロナノバブルによる水の浸透性の向上により、酸素を含むマイクロナノバブルの供給量が少なくとも水との接触頻度が高まり、活動が

活発化するため、バブル発生装置の小型化、省エネルギー化が可能となる。

[0086] 以上、本発明の実施例を図面により説明してきたが、具体的な構成はこれら実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における変更や追加があっても本発明に含まれる。

[0087] 例えば、前記実施例2では、原水槽4、反応槽10、及び処理槽30の順に被処理水を移送して処理しているが、例えば原水槽4と反応槽10との間、または反応槽10と処理槽30との間に固液分離装置を介在させる等、別段の装置を付加しても構わない。

### 符号の説明

[0088]	1	廃水処理装置
	2	工場
	4	原水槽
	5	原水ポンプ
	7	移送管
	10	反応槽（前処理槽）
	15	移送ポンプ
	17	移送管
	17 a	導入口（導入部）
	20	オゾンバブル発生装置（オゾン供給手段）
	25	マイクロナノバブル発生ノズル
	27	吸水ポンプ
	29	オゾン発生装置
	30	処理槽（収容槽）
	30 c	バブル吐出口
	30 d	排出口（排出部）
	39	排水管
	40	オゾン・酸素（空気）バブル発生装置（供給手段）
	45	マイクロナノバブル発生ノズル

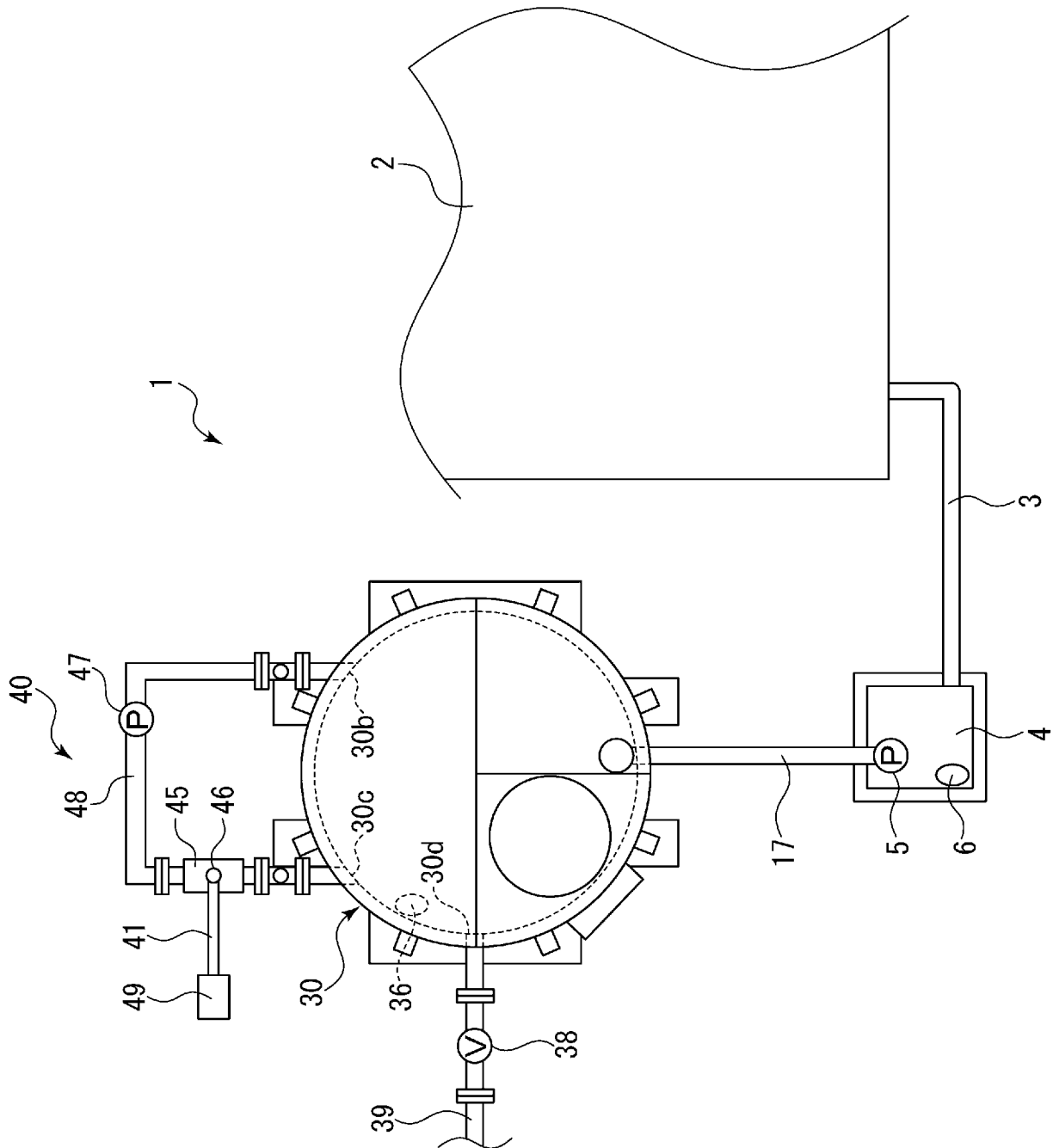
4 7	吸水ポンプ
4 9	オゾン発生装置
5 0	菌床
5 1	担体
5 2	空孔
5 8	活性炭（多孔質材）
5 8 a	ポーラス

## 請求の範囲

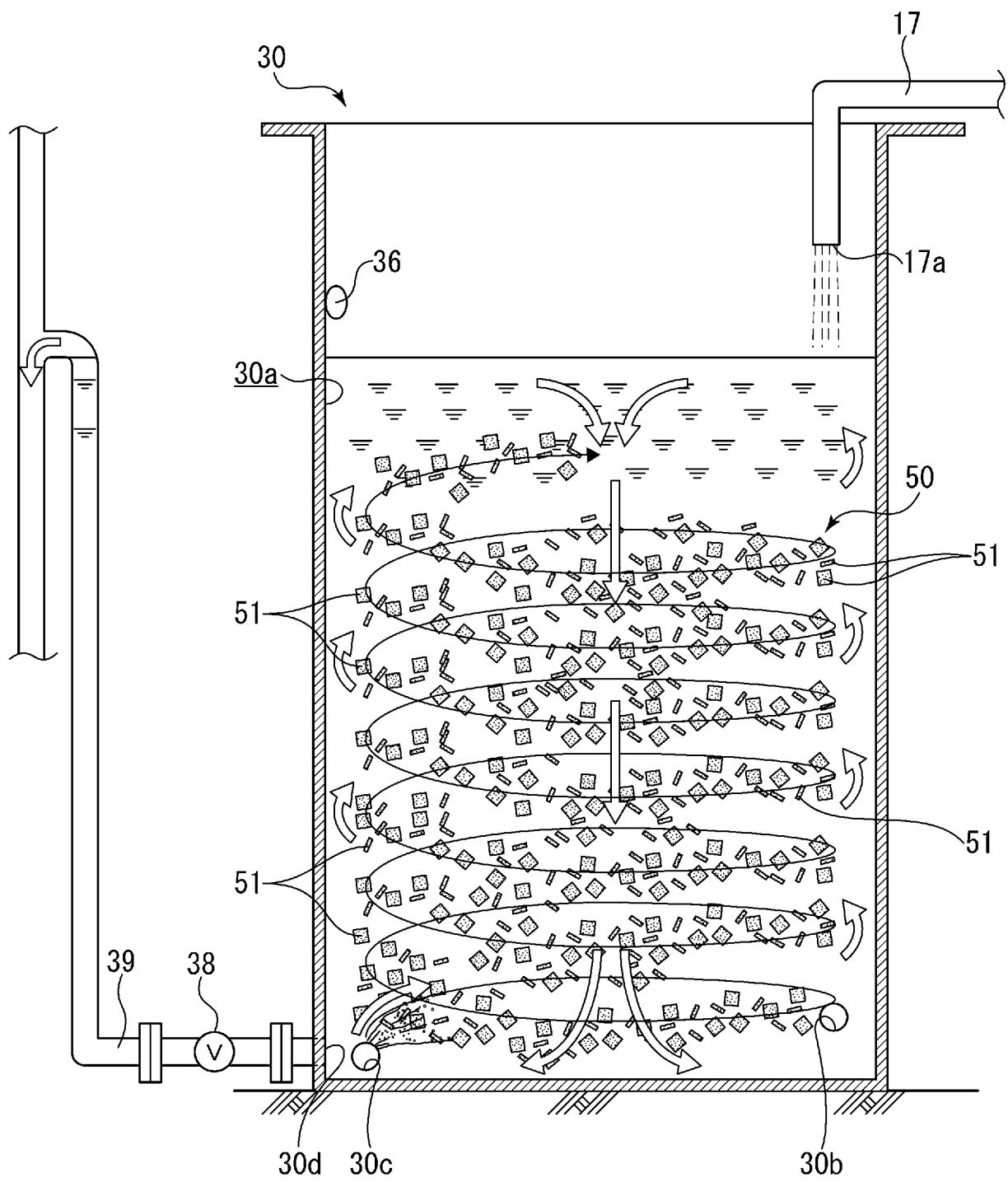
- [請求項1] 処理対象となる被処理水を收容する收容槽と、該收容槽内にオゾン及び酸素を含むマイクロナノバブルを供給する供給手段と、前記收容槽内に收容され、少なくとも好気性微生物を備え、成分として炭素を含みマイクロナノレベルのポーラスを有する多孔質材と、から少なくとも構成されていることを特徴とする廃水処理装置。
- [請求項2] 前記多孔質材のポーラスは、前記マイクロナノバブルよりも小径に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の廃水処理装置。
- [請求項3] 前記多孔質材は活性炭からなることを特徴とする請求項1または2に記載の廃水処理装置。
- [請求項4] 前記多孔質材は担体に担持されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の廃水処理装置。
- [請求項5] 前記担体に通性嫌気性微生物が担持されていることを特徴とする請求項4に記載の廃水処理装置。
- [請求項6] 前記担体は酵素を担持可能に構成されていることを特徴とする請求項4または5に記載の廃水処理装置。
- [請求項7] 前記收容槽の上部に、被処理水を導入する導入部を備えるとともに、前記收容槽の下部に、該收容槽内で処理された被処理水を排出する排出部を備えることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の廃水処理装置。
- [請求項8] 前記收容槽の下部に、該收容槽の周方向に沿って前記マイクロナノバブルを吐出するバブル吐出口が形成されていることを特徴とする請求項7に記載の廃水処理装置。
- [請求項9] 前記收容槽の前記バブル吐出口よりも上部に、該收容槽内の被処理水を吸水する吸水口が形成されていることを特徴とする請求項8に記載の廃水処理装置。
- [請求項10] 前記導入部が、前記收容槽の内周壁近傍に設けられていることを特徴とする請求項7ないし9のいずれかに記載の廃水処理装置。

- [請求項11] 前記マイクロナノバブルを供給する前記供給手段は、キャビテーションを利用したものであることを特徴とする請求項1ないし10のいずれかに記載の廃水処理装置。
- [請求項12] 処理対象となる被処理水を収容する収容槽にて、オゾン及び酸素を含むマイクロナノバブルを供給するオゾン処理工程と、少なくとも好気性微生物を備え、成分として炭素を含みマイクロナノレベルのポーラスを有する多孔質材によって生物処理を行う生物処理工程と、から少なくとも構成されていることを特徴とする廃水処理方法。
- [請求項13] 前記多孔質材のポーラスは、前記マイクロナノバブルよりも小径に形成されていることを特徴とする請求項12に記載の廃水処理方法。
- [請求項14] 前記多孔質材は活性炭からなることを特徴とする請求項12または13に記載の廃水処理方法。

[図1]

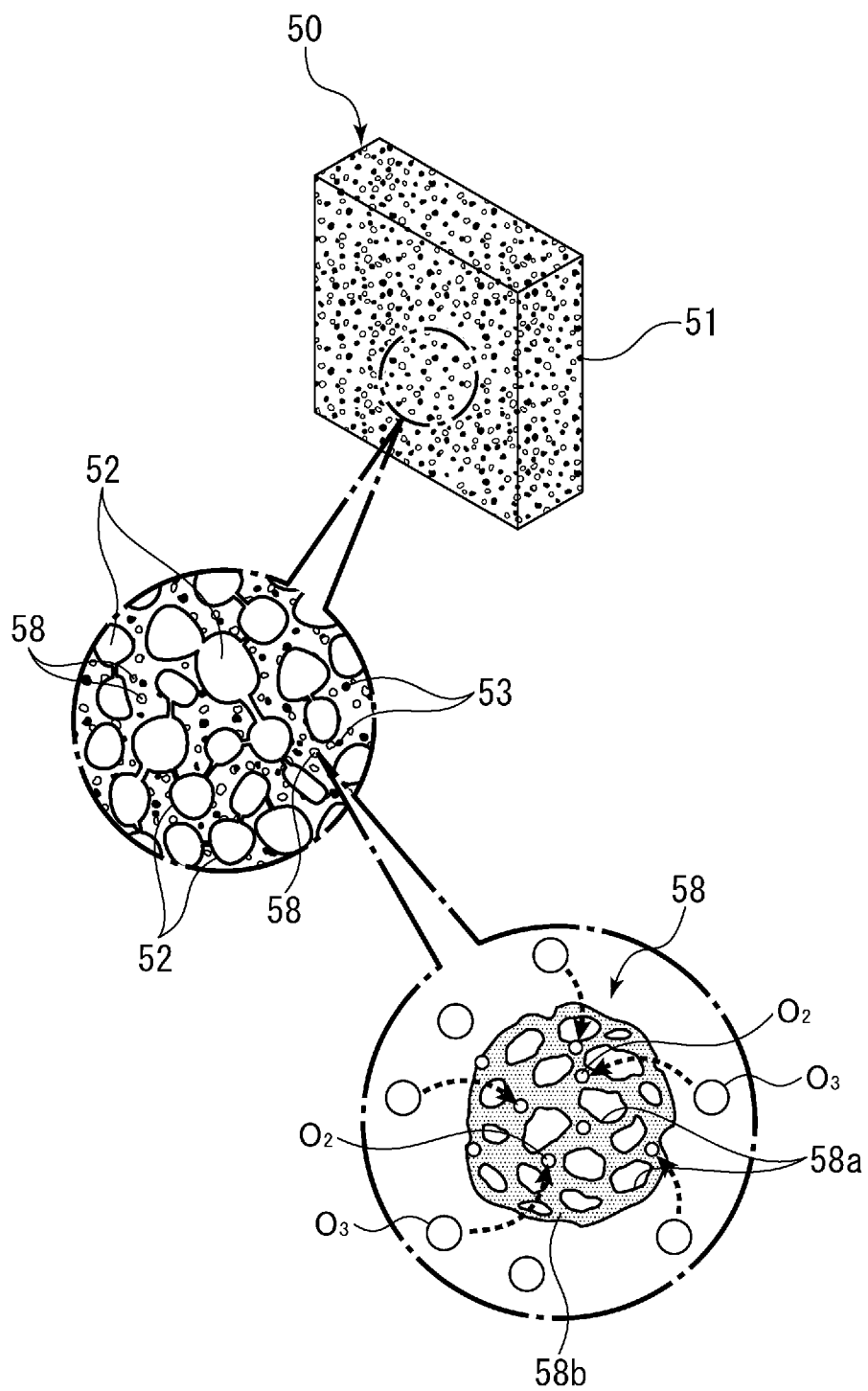


[図2]



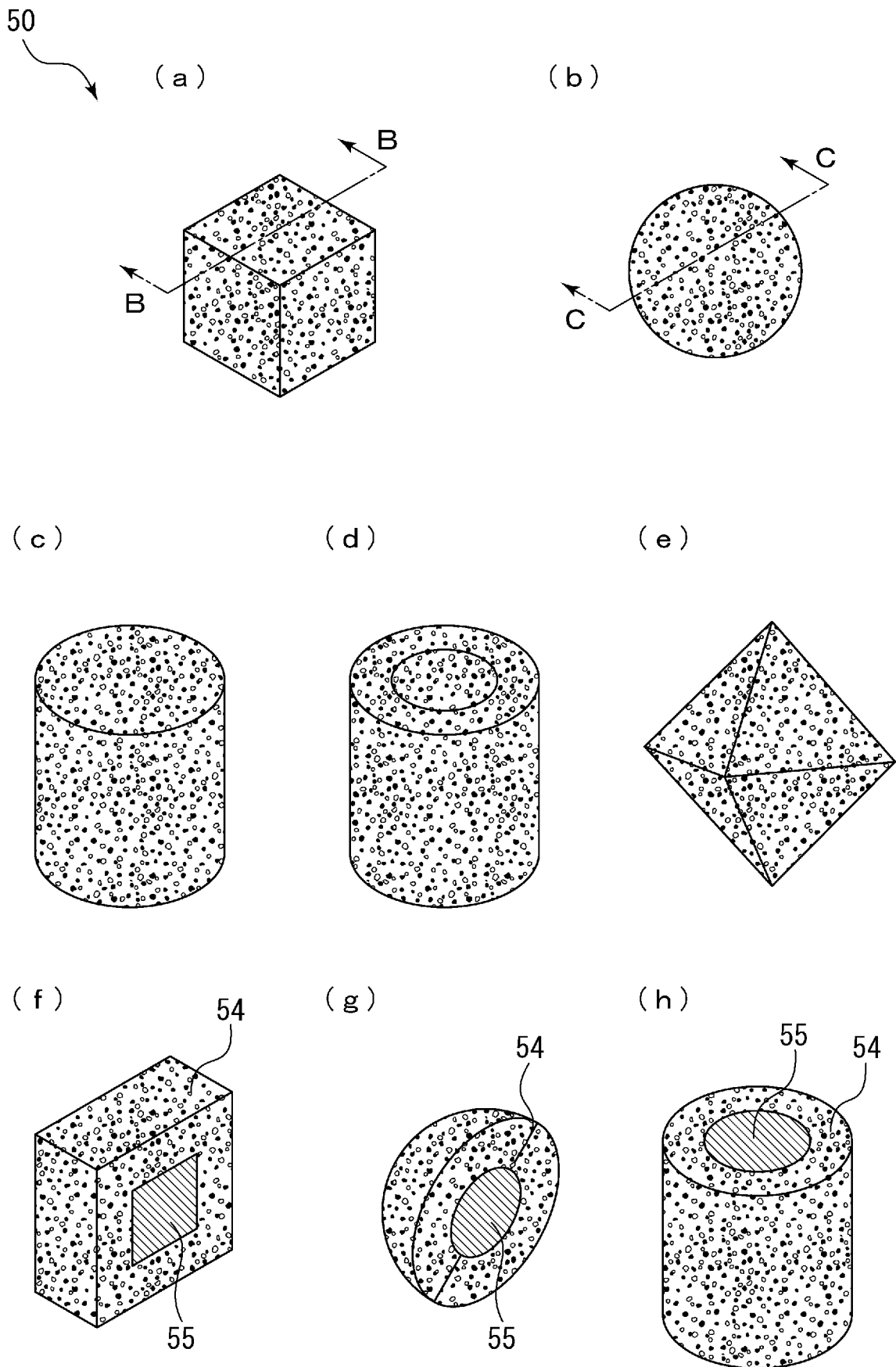


[図4]

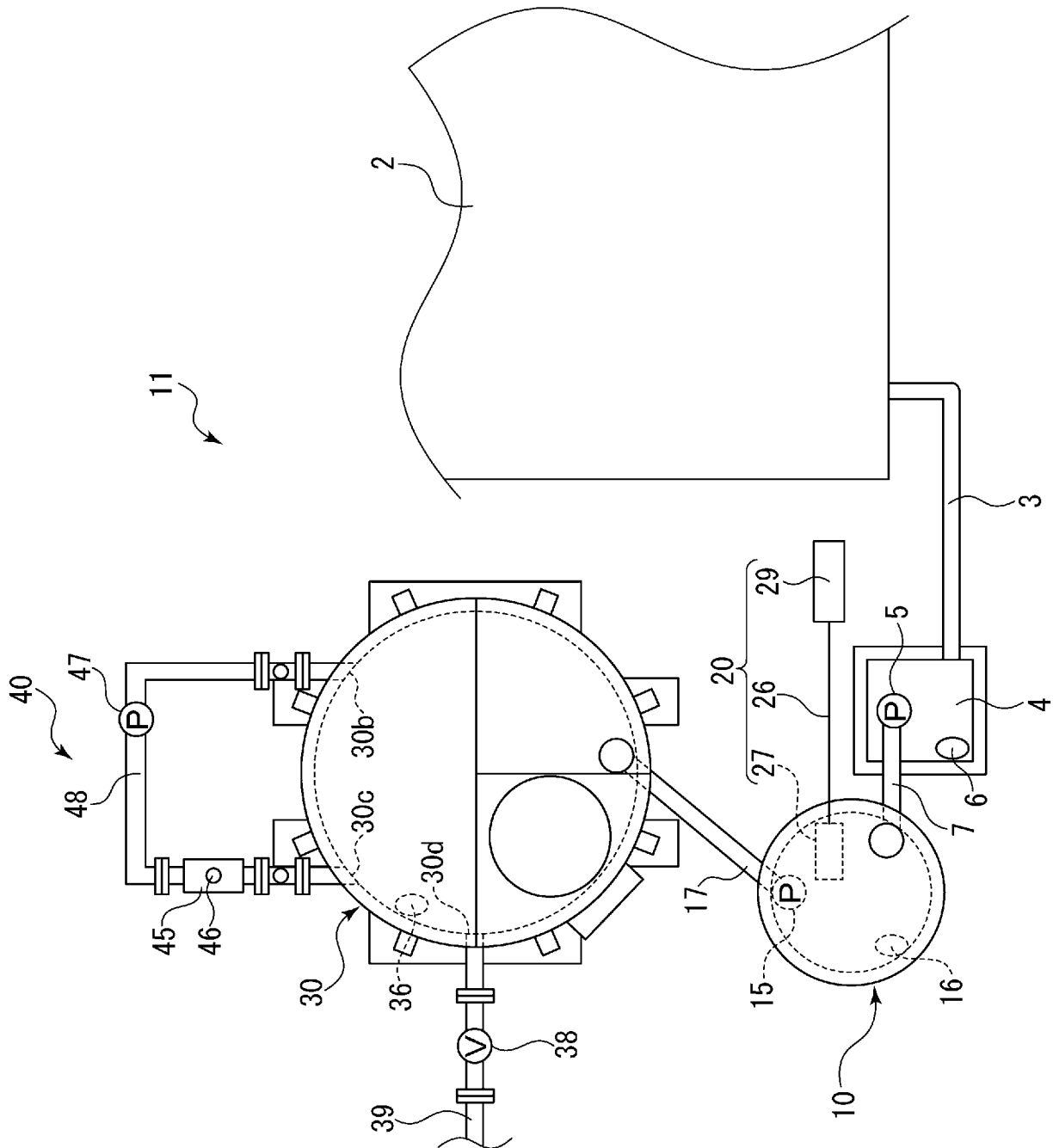


[図5]

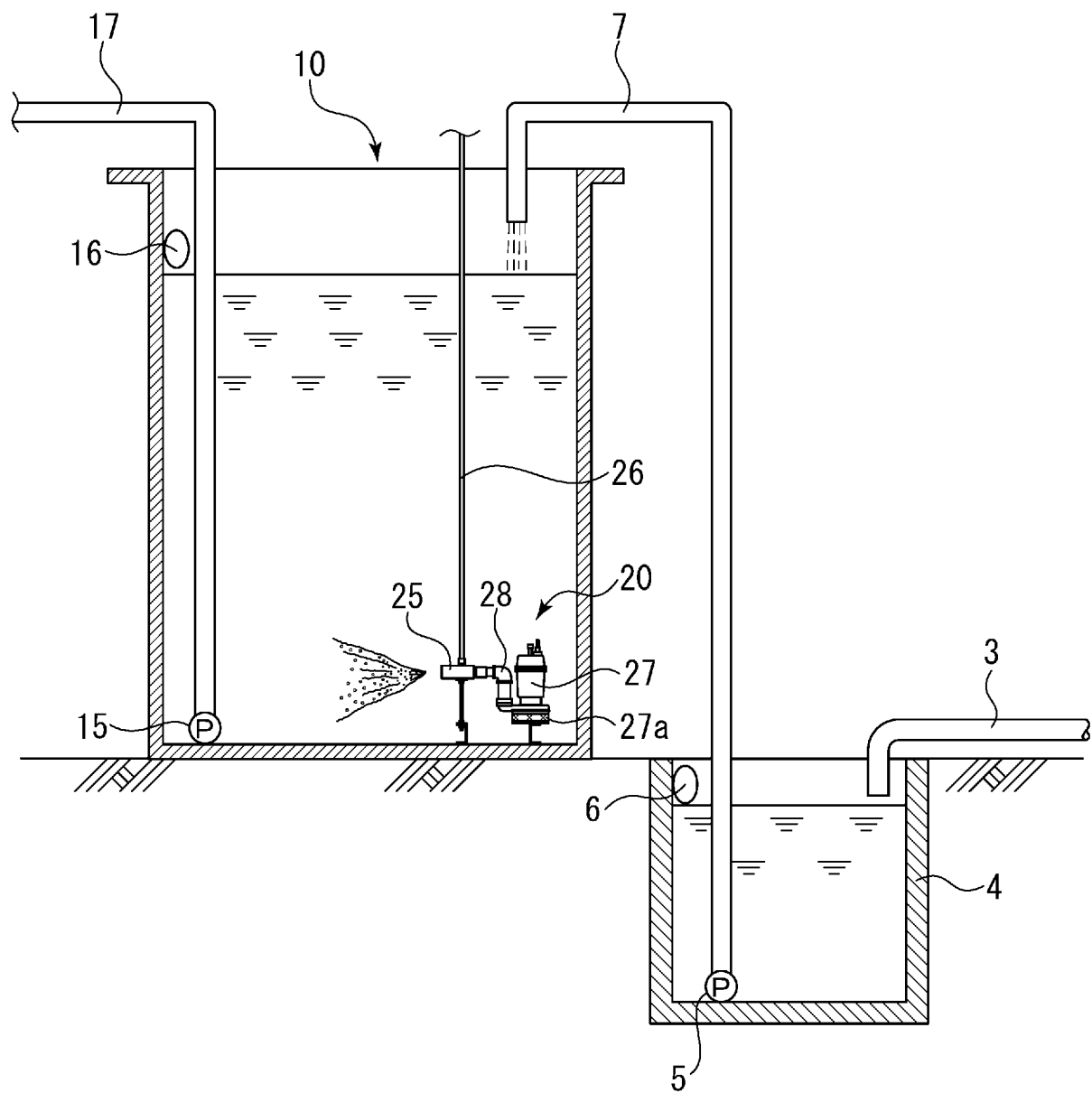
50



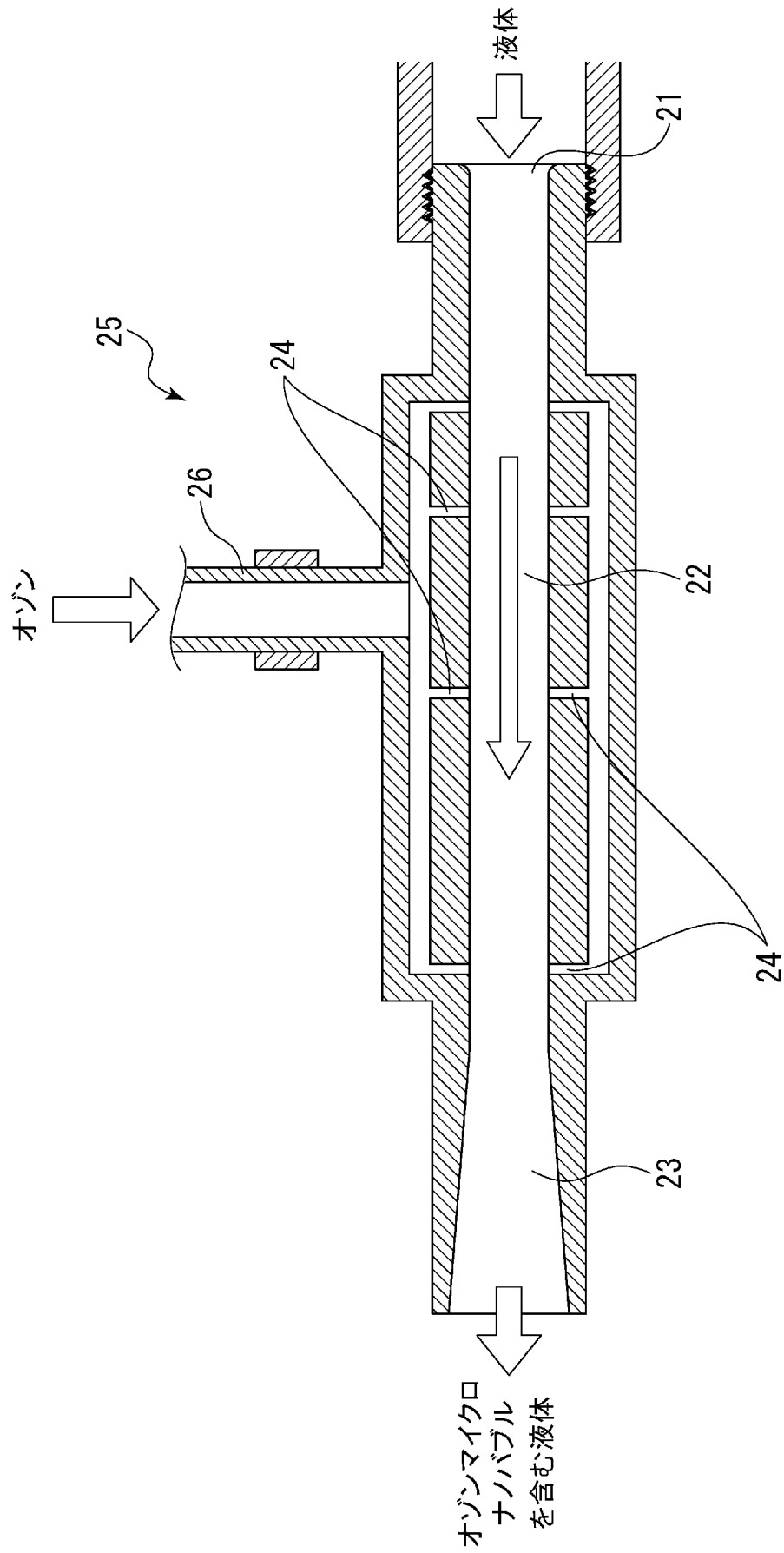
[図6]



[図7]



[図8]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/029148

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. B01F3/04 (2006.01) i, C02F1/78 (2006.01) i, C02F3/08 (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)

Int.Cl. B01F3/04, C02F1/78, C02F3/08, C02F3/20

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2016-140848 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 08 August 2016, claims, paragraphs [0002], [0012]-[0022], [0024], [0029], [0030], fig. 2 & WO 2016/125788 A1	1-3, 12-14 1-14
Y	JP 2006-247469 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 21 September 2006, claims, paragraphs [0001], [0008]-[0010], [0021]-[0038], [0050], fig. 1-4 (Family: none)	1-14

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

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 10.10.2019	Date of mailing of the international search report 21.10.2019
---	--

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/JP2019/029148

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-241584 A (HITACHI, LTD.) 19 September 1995, claims, paragraphs [0001], [0008]-[0011], [0013], [0016]-[0018], [0022]-[0026], fig. 1-3 (Family: none)	4-11
Y	JP 6-114392 A (TAIYO SANSO CO., LTD.) 26 April 1994, claims, paragraphs [0001], [0008], [0015], [0029], [0030] (Family: none)	5-11
Y	JP 4-108599 A (DORIKO KK) 09 April 1992, claims, page 3, upper right column, line 18 to lower left column, line 3, fig. 1-3 (Family: none)	8-11
Y	JP 11-221587 A (UNITIKA LTD.) 17 August 1999, claims, paragraphs [0001], [0003], [0007]-[0010], [0021] (Family: none)	8-11
Y	JP 2011-11098 A (BLUE AQUA INDUSTRY KK) 20 January 2011, claims, paragraphs [0001], [0026], [0029], [0030], [0043], [0045], [0054], fig. 1 (Family: none)	9-11
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 159572/1980 (Laid-open No. 82995/1982) (TSUBOKAWA, Tsuneo) 22 May 1982, claims, page 3, line 19 to page 7, line 16, fig. 3-6 (Family: none)	9-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B01F3/04(2006.01)i, C02F1/78(2006.01)i, C02F3/08(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. B01F3/04, C02F1/78, C02F3/08, C02F3/20

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2016-140848 A（国立研究開発法人産業技術総合研究所）， 2016.08.08，特許請求の範囲，段落0002，0012-0022，0024， 0029-0030，図2，& WO 2016/125788 A1	1-3, 12-14 1-14
Y	JP 2006-247469 A（三洋電機株式会社），2006.09.21，特許請求の範 囲，段落0001，0008-0010，0021-0038，0050，図1-4，（ファミリー なし）	1-14

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

10.10.2019

国際調査報告の発送日

21.10.2019

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）

高橋 成典

電話番号 03-3581-1101 内線 3421

4D

5806

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
Y	JP 7-241584 A (株式会社日立製作所), 1995. 09. 19, 特許請求の範囲, 段落 0001, 0008-0011, 0013, 0016-0018, 0022-0026, 図 1-3, (ファミリーなし)	4-11
Y	JP 6-114392 A (大陽酸素株式会社), 1994. 04. 26, 特許請求の範囲, 段落 0001, 0008, 0015, 0029-0030, (ファミリーなし)	5-11
Y	JP 4-108599 A (ドリコ株式会社), 1992. 04. 09, 特許請求の範囲, 3 頁右上欄 18 行目-左下欄 3 行目, 第 1-3 図, (ファミリーなし)	8-11
Y	JP 11-221587 A (ユニチカ株式会社), 1999. 08. 17, 特許請求の範囲, 段落 0001, 0003, 0007-0010, 0021, (ファミリーなし)	8-11
Y	JP 2011-11098 A (ブルーアクア・インダストリー株式会社), 2011. 01. 20, 特許請求の範囲, 段落 0001, 0026, 0029-0030, 0043, 0045, 0054, 図 1, (ファミリーなし)	9-11
Y	日本国実用新案登録出願 55-159572 号(日本国実用新案登録出願公開 57-82995 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (坪川恒夫), 1982. 05. 22, 実用新案登録請求の範囲, 3 頁 19 行目-7 頁 16 行目, 第 3-6 図, (ファミリーなし)	9-11