

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 10 月 6 日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/158673 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/059411
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 24 日(24.03.2016)
- (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 2015-067132 2015 年 3 月 27 日(27.03.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社クボタ (KUBOTA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5568601 大阪府大阪市浪速区敷津東 1 丁目 2 番 4 7 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 若原 慎一郎 (WAKAHARA, Shin-ichiro); 〒6618567 兵庫県尼崎市浜 1 丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内 Hyogo (JP). 小林 舞穂 (KOBAYASHI, Maiho); 〒6618567 兵庫県尼崎市浜 1 丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内 Hyogo (JP). ▲高▼橋 慎太郎 (TAKAHASHI, Shintaro); 〒6618567 兵庫県尼崎市浜 1 丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内 Hyogo (JP). 岡田 公一 (OKADA, Kimi-

kazu); 〒6618567 兵庫県尼崎市浜 1 丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内 Hyogo (JP). 服部 弘二 (HATTORI, Koji); 〒6618567 兵庫県尼崎市浜 1 丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内 Hyogo (JP). 岩橋 正修 (IWAHASHI, Masanobu); 〒6618567 兵庫県尼崎市浜 1 丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 植木 久一, 外 (UEKI, Kyuichi et al.); 〒5300003 大阪府大阪市北区堂島 2 丁目 1 番 1 6 号 フジタ東洋紡ビル 9 階 Osaka (JP).

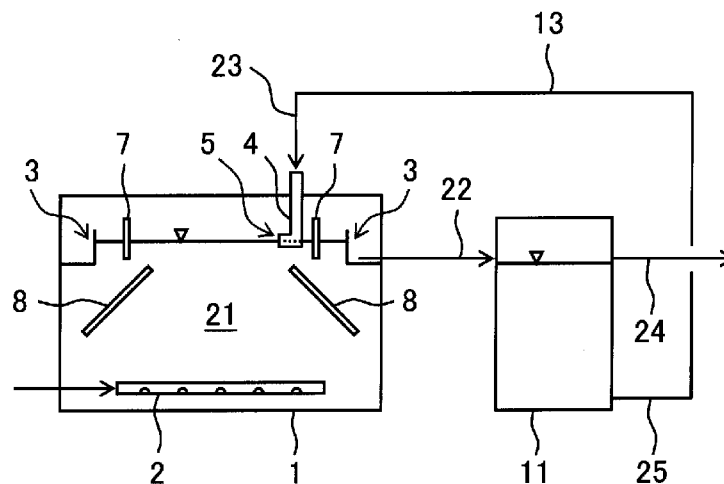
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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: WATER TREATMENT APPARATUS AND WATER TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 水処理装置および水処理方法

[図2]



(57) Abstract: This water treatment apparatus includes: an upflow anaerobic reactor that has an inflow part for water to be treated and an outflow part for treated water, which is located above the inflow part, said reactor holding water to be treated, which contains anaerobic sludge, to the height of the outflow part; and a liquid supply tube provided to the anaerobic reaction tank. The supply tube has an opening located at a region corresponding to the upper 1/3 of the water to be treated in the anaerobic reaction tank or at a position above the water surface, and the opening is oriented in a substantially horizontal direction.

(57) 要約: 被処理水の流入部と、流入部より上方に位置する処理水の流出部とを有し、流出部の高さまで嫌気性汚泥を含む被処理水が保持された、上向流式の嫌気性反応槽と、嫌気性反応槽に設けられた液体の供給管とを有する水処理装置であって、供給管は、嫌気性反応槽内の被処理水の上部 1/3 の領域または水面より上方に位置する開口を有し、開口が略水平方向に向いている。

WO 2016/158673 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： 水処理装置および水処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、上向流式の嫌気性反応槽を有する水処理装置と、当該嫌気性反応槽を用いた水処理方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、被処理水を上向流式で嫌気性微生物を含む汚泥（嫌気性汚泥）と接触させて嫌気性処理を行う水処理装置や水処理方法が知られている。例えば、特許文献1，2には、UASB（Upflow Anaerobic Sludge Blanket：上向流嫌気性汚泥床）法により嫌気性処理を行う嫌気性反応槽を含む水処理装置が開示されており、UASB法では、嫌気性汚泥が、比較的沈降性の高い粒状に形成されたグラニュール汚泥として嫌気性反応槽内に保持されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平6－254588号公報
特許文献2：特開2002－263683号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 嫌気性反応槽では、被処理水を嫌気性処理することによりメタンガス等が発生するため、処理に伴って汚泥の一部がガスとともに水面まで浮上する。特に上向流式の嫌気性反応槽では、反応槽内の上向きの水の流れによっても汚泥の浮上が促進される。浮上した汚泥は、そのまま放置すると嫌気性反応槽から流出し、嫌気性反応槽内での嫌気性汚泥濃度の低下を招く。これに対して、特許文献1，2に開示された水処理装置では、浮上した汚泥の沈降を促すために、嫌気性反応槽内の水面より上方にスプレー手段を設けている。しかし本発明者らが検討したところ、水面の上方からスプレーする方法では

、浮上した汚泥の流出抑制効果は十分とはいえず、嫌気性反応槽内に保持された被処理水の汚泥濃度を高く維持することは難しいことが明らかになった。

[0005] 本発明は前記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、上向流式の嫌気性反応槽を用いて嫌気性処理を行うにあたり、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を抑え、嫌気性反応槽内に保持された被処理水の汚泥濃度を高く維持することができる水処理装置および水処理方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決することができた本発明の水処理装置とは、被処理水の流入部と、流入部より上方に位置する処理水の流出部とを有し、流出部の高さまで嫌気性汚泥を含む被処理水が保持された、上向流式の嫌気性反応槽と、嫌気性反応槽に設けられた液体の供給管とを有する水処理装置であって、前記供給管は、嫌気性反応槽内の被処理水の上部 1 / 3 の領域または水面より上方に位置する開口を有し、前記開口が略水平方向に向いているところに特徴を有する。本発明の水処理装置によれば、略水平方向に向いた開口を有する供給管から液体を供給することにより、嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面近くを攪乱して、略水平方向の水の流れを形成することができ、ガスを抱き込んだ形で水面に浮上した汚泥からガスを効果的に分離できる。そのため、嫌気性反応槽内の被処理水の水面に浮上した汚泥を沈降させやすくなり、被処理水の汚泥濃度を高く維持することができる。

[0007] 本発明の水処理装置は、被処理水の流入部と、流入部より上方に位置する処理水の流出部とを有し、流出部の高さまで嫌気性汚泥を含む被処理水が保持された、上向流式の嫌気性反応槽と、嫌気性反応槽内の被処理水の上部 1 / 3 の領域に設けられた攪拌板とを有するものであってもよい。この場合、嫌気性反応槽内の被処理水の上部 1 / 3 の領域に設けた攪拌板を動かすことにより、水面に浮上した汚泥を揺動して汚泥からガスを分離し、汚泥を沈降させることができ、被処理水の汚泥濃度を高く維持することができる。

[0008] 供給管の開口は、嫌気性反応槽内の水面を含む位置に設けられていること

が好ましい。供給管の開口が嫌気性反応槽内の水面を含む位置に設けられれば、液体を開口から吐出することにより、被処理水の水面近くを広範囲にわたって攪乱しやすくなる。

[0009] 供給管から供給される液体の供給時間は、1時間当たり2秒以上20分以下であることが好ましい。液体の供給時間をこのように調整することで、液体を供給することにより汚泥の沈降を効果的に促すことができるとともに、液体の供給により汚泥が過度に細分化するのを防ぐことができ、これにより嫌気性反応槽からの汚泥の流出を好適に抑制することができる。

[0010] 供給管から供給される液体の1日当たりの供給量は、被処理水の1日当たりの流入量の $1/200$ 以上 $1/10$ 以下であることが好ましい。このように液体の供給量を調整することで、汚泥の細分化を抑えつつ、汚泥の沈降を促して、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を好適に抑えることができる。

[0011] 本発明の水処理装置は、嫌気性反応槽の流出部に連通し、嫌気性反応槽の処理水が濃縮される濃縮槽と、濃縮槽で得られた濃縮汚泥を供給管に移送する移送手段とをさらに有し、濃縮汚泥を前記液体として用いるものであることが好ましい。嫌気性反応槽から流出した処理水を濃縮して回収し、これを供給管から供給する液体として用いることにより、嫌気性反応槽内の被処理水の汚泥濃度を高く維持することができる。

[0012] 嫌気性反応槽には、水面を、流出部を含む部分と流出部を含まない部分とに分ける仕切り部材が設けられ、供給管の開口が流出部を含まない部分またはその上方もしくは下方に位置するように設けられ、あるいは、攪拌板が流出部を含まない部分の下方に設けられることが好ましい。嫌気性反応槽に仕切り部材を設けることにより、嫌気性反応槽内の水面の流出部を含まない部分に浮上した汚泥が流出部から流出しにくくなり、流出部を含まない部分に浮上した汚泥を効率的に沈降させることができる。

[0013] 嫌気性反応槽に仕切り部材が設けられる場合、嫌気性反応槽に保持された被処理水中に傾斜板が設けられることが好ましい。この場合、傾斜板は、上端が、仕切り部材に接続するか、流出部を含まない部分またはその上方もし

くは下方に位置し、下端が流出部を含む部分の下方に位置することが好ましい。このように傾斜板を設けることにより、被処理水中で浮上した汚泥が流出部を含まない部分に集まりやすくなり、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を抑えることができる。

[0014] 嫌気性反応槽は、底部から水面までの高さが、嫌気性反応槽内の最大水平方向長さよりも短いことが好ましい。この場合、嫌気性反応槽は水平方向の長さに対して深さ方向の長さが短く形成されるため、供給管から液体を供給したり攪拌板によって攪拌したりして汚泥を沈降させる際、汚泥が嫌気性反応槽の底部まで沈降しやすくなる。その結果、嫌気性反応槽内でより多くの汚泥が嫌気性処理に有効に寄与しやすくなり、嫌気性反応槽全体の処理性能を高めることができる。

[0015] 本発明はまた、被処理水を上向流式で嫌気性反応槽に導入し、嫌気性汚泥と接触させることにより嫌気性処理を行う嫌気性処理工程と、略水平方向に向いた開口を有し、前記開口が嫌気性反応槽内の被処理水の上部 $1/3$ の領域または水面より上方に位置するように設けられた液体の供給管から、前記開口を通じて、嫌気性反応槽内の被処理水に液体を供給する液体供給工程とを有する水処理方法も提供する。本発明の水処理方法によれば、前記のように形成された供給管の開口から液体を供給することにより、嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面近くを攪乱して、略水平方向の水の流れを形成することができる。そのため、ガスを抱き込んだ形で水面に浮上した汚泥からガスを効果的に分離でき、これにより水面に浮上した汚泥の沈降を促し、嫌気性反応槽内の被処理水の汚泥濃度を高く維持することができる。開口は、嫌気性反応槽内の水面を含む位置に設けられていることがより好ましい。

[0016] 本発明の水処理方法は、被処理水を上向流式で嫌気性反応槽に導入し、嫌気性汚泥と接触させることにより嫌気性処理する嫌気性処理工程と、嫌気性反応槽内の被処理水の上部 $1/3$ の領域に設けられた攪拌板により、被処理水を攪拌する攪拌工程とを有するものであってもよい。この場合、嫌気性反応槽に保持された被処理水の上部 $1/3$ の領域に設けた攪拌板により被処理

水を攪拌することにより、水面に浮上した汚泥を揺動して汚泥からガスを分離して、汚泥を沈降させることができ、被処理水の汚泥濃度を高く維持することができる。

[0017] 液体供給工程は、1時間当たり2秒以上20分以下行うことが好ましい。また、液体の1日当たりの供給量が、被処理水の1日当たりの流入量の1/200以上1/10以下であることが好ましい。このように液体供給工程を行うことにより、汚泥の細分化を抑えつつ、汚泥の沈降を促して、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を好適に抑えることができる。

[0018] 本発明の水処理方法は、嫌気性処理工程で得られた処理水を濃縮して濃縮汚泥を得る濃縮工程をさらに有し、濃縮汚泥を供給管に移送して前記液体として用いることが好ましい。嫌気性処理工程で得られた処理水を濃縮し、得られた濃縮汚泥を供給管に移送して前記液体として用いることにより、嫌気性反応槽内の被処理水の汚泥濃度を高く維持することができる。

[0019] 嫌気性反応槽は処理水の流出部を有し、水面を、流出部を含む部分と流出部を含まない部分とに分ける仕切り部材が設けられることが好ましい。この場合、前記液体を、流出部を含まない部分またはその下方に供給するか、攪拌板を、流出部を含まない部分の下方に設けることが好ましい。嫌気性反応槽をこのように構成し、液体の供給や被処理水の攪拌を行うことにより、被処理水の水面の流出部を含まない部分に浮上した汚泥が流出部から流出しにくくなり、流出部を含まない部分に浮上した汚泥を効率的に沈降させることができる。さらに嫌気性反応槽に保持された被処理水中には傾斜板が設けられることが好ましく、傾斜板は、上端が、仕切り部材に接続するか、流出部を含まない部分またはその上方もしくは下方に位置し、下端が流出部を含む部分の下方に位置するように設けられることが好ましい。このように傾斜板を設けることにより、被処理水中で浮上した汚泥が流出部を含まない部分に集まりやすくなり、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を抑えることができる。

[0020] 嫌気性反応槽は、底部から水面までの高さが、嫌気性反応槽内の最大水平方向長さよりも短いことが好ましい。この場合、嫌気性反応槽は水平方向の

長さに対して深さ方向の長さが短く形成されるため、液体供給工程や攪拌工程で汚泥を沈降させる際、汚泥が嫌気性反応槽の底部まで沈降しやすくなる。その結果、嫌気性反応槽内でより多くの汚泥が嫌気性処理に有効に寄与しやすくなり、嫌気性処理性能を高めることができる。

発明の効果

[0021] 本発明の水処理装置および水処理方法によれば、略水平方向に向いた開口を有し、当該開口が嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面近傍に位置するように設けられた供給管から、液体を供給したり、あるいは水面近傍で被処理水を攪拌することにより、嫌気性反応槽内の水面に浮上した汚泥からガスを効果的に分離できる。これにより、嫌気性反応槽内の水面に浮上した汚泥を沈降させて、被処理水の汚泥濃度を高く維持することができ、嫌気性処理を好適に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の水処理装置の構成例を表す。

[図2]本発明の水処理装置の構成例を表す。

[図3]本発明の水処理装置の構成例を表す。

[図4]本発明の水処理装置の構成例を表す。

発明を実施するための形態

[0023] 本発明は、嫌気性反応槽を備えた水処理装置と、嫌気性反応槽にて被処理水を嫌気性汚泥と接触させて嫌気性処理する水処理方法に関する。本発明は、嫌気性反応槽で被処理水を上向流式で嫌気性汚泥と接触させて嫌気性処理する際に、嫌気性反応槽から嫌気性汚泥が流出するのを抑え、嫌気性処理を効率的に行うことを可能とするものである。

[0024] 本発明ではまず、嫌気性反応槽に被処理水を導入し、嫌気性汚泥と接触させることにより嫌気性処理を行う（嫌気性処理工程）。被処理水は、嫌気性反応槽内で処理される水を意味し、少なくとも有機物を含有していればよい。本発明において処理対象となる原水、すなわち嫌気性反応槽に導入される水としては、例えば、トイレや洗濯、風呂、台所排水等を含む下水やし尿等

の生活排水が挙げられる。これ以外にも、畜産糞尿、食品工場や製紙工場等から発生する工場排水、厨房排水、これらの処理に伴い発生するプロセス排水等も対象となる。

[0025] 原水の性状は特に制限されない。例えば、嫌気性処理により、あるいはそれに簡易な後処理（例えば固液分離処理等）を組み合わせることにより、河川等に放流可能なレベルまでBOD（生物学的酸素要求量）濃度を低減するためには、原水のBOD濃度は平均で30mg/L～600mg/L程度であることが好ましいが、BOD濃度がさらに高くてもよい（例えば、2,000mg/L以下）。

[0026] 嫌気性反応槽には、嫌気性汚泥を含む被処理水が保持されている。嫌気性汚泥にはメタン菌等の嫌気性微生物が含まれており、嫌気性反応槽では、メタン菌等の働きにより、被処理水中の有機物がバイオガス（メタンガスや炭酸ガス）に変換されたり、資化される。嫌気性汚泥は分散状態で被処理水中に浮遊していてもよく、粒状に形成されたグラニュール汚泥として存在していてもよい。汚泥の分散状態には、汚泥がフロック状やスカム状に分散している状態も含まれる。なお、本明細書において、「嫌気性汚泥」を単に「汚泥」と称する場合がある。

[0027] 嫌気性反応槽の形状は特に限定されず、代表的には、略円筒形や略直方体が挙げられる。嫌気性反応槽は、UASB法で用いられる反応槽のように鉛直方向に長い形状であってもよく、一般的な水処理の反応槽のように水平方向に長い形状であってもよい。例えば、本発明の水処理装置を浄化槽に適用する場合は、嫌気性反応槽は、軸が横方向になるように設置された略円筒形の形状とすることができる。

[0028] 嫌気性反応槽は上向流式であり、被処理水の流入部と、当該流入部よりも上方に位置する処理水の流出部を有する。これにより、嫌気性反応槽には、流出部の高さまで嫌気性汚泥を含む被処理水が保持される。なお、流出部の高さとは、嫌気性反応槽から処理水が流出する最も低い位置の高さを意味し、例えば嫌気性反応槽の側面に排出部として開口が設けられ、この開口から

自然流下により処理水が流出する場合は、当該開口の最も低い位置を意味する。なお流出部は、処理水が流出する部分であれば、開口に限らず、例えば、越流堰によって形成されてもよい。流出部から流出した処理水の一部は嫌気性反応槽に返送されてもよい。

[0029] 嫌気性反応槽は、被処理水が上向流式で導入されることにより、嫌気性反応槽内で汚泥が嫌気性反応槽内で沈降しにくくなり、汚泥が被処理水中で浮遊状態で存在しやすくなる。これにより、被処理水と汚泥との接触効率を高めて、例えば不溶性のBOD成分であっても効率的な除去（分解）が可能となる。なお嫌気性反応槽は、流出部が流入部よりも上方に位置することで、全体で見て嫌気性反応槽内に被処理水の上向きの流れが形成されるものであればよい。

[0030] 流入部は、嫌気性反応槽の下部に設けられる。具体的には、嫌気性反応槽内の被処理水の下部1／3の領域に設けられ、好ましくは下部1／4の領域に設けられ、より好ましくは下部1／5の領域に設けられる。流入部は嫌気性反応槽の底部近くに設けられてもよく、これにより嫌気性反応槽で汚泥が沈降するのを防ぎやすくなる。

[0031] 流入部は、嫌気性反応槽の下部に、複数箇所設けられることが好ましい。これにより、嫌気性反応槽内での被処理水の上向きの流れを均一に形成しやすくなる。また、被処理水と汚泥との接触効率も高めやすくなる。

[0032] 流入部からは、被処理水が上方向に導入されても、被処理水が下方向に導入されても、また水平方向や斜め方向に導入されてもよい。例えば、流入部において、被処理水が下方向または斜め下方向に導入されれば、汚泥が嫌気性反応槽の底部に堆積するのを防ぎやすくなる。なお汚泥中には、メタン菌等の嫌気性微生物以外に、砂等の比較的比重が大きい固形分が含まれる場合があることから、嫌気性反応槽内でこれらの固形分を比重分離させてもよい。すなわち、砂等の比較的比重の大きい固形分を嫌気性反応槽内で沈降させて、比較的比重の小さい嫌気性微生物等である汚泥を被処理水中に浮遊させることにより、砂等を嫌気性反応槽から排除しやすくしてもよい。この場合

は、流入部から被処理水を上方向または斜め上方向に導入することが好ましい。また、流入部より下方に、嫌気性反応槽内で沈降した汚泥（固形分）の拔出部を設けてもよい。

[0033] 嫌気性反応槽には、散気装置や攪拌装置（例えば、プロペラ式攪拌装置）等、嫌気性反応槽内を均質化する機構が設けられないことが好ましく、特に嫌気性反応槽の下部にこれらの装置が設けられないことが好ましい。散気装置や攪拌装置は被処理水の攪拌手段として機能するが、汚泥が過度に細分化されて分散性が高まることを抑制する点から、これらの装置によって被処理水が広範囲にわたって強制的に攪拌されないことが好ましい。なお、汚泥掻き寄せ機等、汚泥を細分化しない非常に低速で移動する機構は具備されていてもよい。

[0034] 嫌気性反応槽に保持される被処理水の浮遊物質濃度（SS濃度）は、効率的な嫌気性処理を実現する点から、1,000mg/L以上が好ましく、5,000mg/L以上がより好ましく、10,000mg/L以上がさらに好ましい。一方、嫌気性反応槽に保持される被処理水の浮遊物質濃度の上限は、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を勘案すると、一般的には50,000mg/L以下となる。被処理水の浮遊物質濃度は、スタンダードメソッド（Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater）に記載の方法に基づいて求める。なお、測定用の試料は、嫌気性反応槽の流入部から流出部まで範囲の異なる高さの10箇所以上から採取する。この際、流入部から流出部までの高さ範囲でできるだけ均等間隔となるよう採取位置を調整する。これら採取した試料を等量混合し、測定に供する。

[0035] 嫌気性反応槽内の被処理水の酸化還元電位（ORP）は、嫌気性細菌の活動を促進する点から、-150mV以下であることが好ましく、-200mV以下がより好ましく、-250mV以下がさらに好ましく、-300mV以下が特に好ましい。嫌気性反応槽中の被処理水の酸化還元電位の下限は特に限定されないが、例えば、-450mV以上が好ましい。

[0036] 嫌気性反応槽における被処理水の上向流の流速は、汚泥（特に嫌気性細菌

）の沈降を防ぎつつ、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を抑える点から適宜定めればよい。なお、被処理水と汚泥との接触効率を高めて、できるだけ効率的な処理を実現する点から、汚泥は分散状態で嫌気性反応槽内に保持されることが好ましく、このような汚泥の流出を抑える点から、被処理水の上向流の線速度は 1.5 m/h 未満が好ましく、 1.0 m/h 未満がより好ましく、 0.8 m/h 以下がさらに好ましい。被処理水の上向流をこのような線速度に調節することにより、嫌気性汚泥は、グラニュールを形成するよりもむしろ分散状態で存在しやすくなり、被処理水との接触性向上による処理水質の向上が期待できる。この際、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を抑える点から、嫌気性反応槽の下部に汚泥の高濃度部分が形成され、上部に汚泥の低濃度部分が形成されてもよく、また汚泥の高濃度部分と低濃度部分の間には汚泥界面が形成されてもよい。被処理水の上向流の線速度の下限については、例えば、 0.05 m/h 以上が好ましく、 0.1 m/h 以上がより好ましく、これにより汚泥の完全な沈降を防止して、汚泥の分散状態を維持しやすくなる。被処理水の上向流の線速度は、嫌気性反応槽への被処理水の供給量を、嫌気性反応槽の水平断面積で除することにより求めることができる。嫌気性反応槽の水平断面積は、嫌気性反応槽の流入部から流出部までの高さ方向の部分に保持される被処理水の容積（嫌気性反応槽の有効容積）を、嫌気性反応槽の流入部から流出部までの高さ（水深）で除することにより求められる。

[0037] 被処理水の嫌気性反応槽の滞留時間（水理学的滞留時間；HRT）は、所望の処理水性状に応じて適宜設定すればよく、例えば、1時間以上が好ましく、2時間以上がより好ましく、また24時間以下が好ましく、12時間以下がより好ましく、8時間以下がさらに好ましい。被処理水の嫌気性反応槽の滞留時間は、嫌気性反応槽への被処理水の供給量を嫌気性反応槽の有効容積で除することにより求められる。

[0038] ところで嫌気性反応槽では、被処理水を嫌気性処理することによりメタンガス等が発生するが、処理に伴って、汚泥の一部がガスを抱き込んで嫌気性

反応槽内の水面まで浮上する。このように浮上した汚泥は、そのまま放置すると嫌気性反応槽から流出し、その結果、嫌気性反応槽内の嫌気性細菌濃度が低下し、処理性能の低下を招く。そこで本発明では、嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面近傍から液体を供給している。これにより、水面に浮上した汚泥が揺動されてガスが汚泥から分離し、汚泥の沈降が促され、被処理水の汚泥濃度を高く維持することが可能となる。

[0039] 液体の供給は、嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面に浮上した汚泥を沈降させることを目的に行われる。本発明者らが検討したところ、ガスを抱き込んだ形で水面に浮上した汚泥からガスを分離するためには、水面近くの水を攪乱させることが効果的であり、特に水面近くで略水平方向の水の流れを形成することで、汚泥の下に保持されたガスが効率的に除去され、汚泥の沈降を促すことができることが分かった。そのために、本発明では、略水平方向に向き、嫌気性反応槽内の水面近傍に位置した開口を有する供給管を設けている。このように形成された供給管から液体を供給することにより、液体が供給管の開口から略水平方向に吐出され、水面近くに略水平方向の流れを形成することができる。

[0040] なお本発明者らは、水面に浮上した汚泥からガスを除去する方法として、水面の上方からスプレーする方法も検討したが、この方法では汚泥の下側に保持されたガスを効果的に除去し、また汚泥の流出を抑制することは難しいことが分かった。特に、フロック状やスカム状の汚泥（凝集作用により形成した浮遊質の汚泥集合体）の場合は、汚泥の下にガスが大量に保持されやすいため、水面の上からスプレーするよりも、水面近くで略水平方向の流れを形成することが有効となる。また、水面の上からスプレーすると、汚泥集合体が細かく破壊されて分散性が高まり、かえって汚泥の流出が起こりやすくなる場合もある。しかし、水面近くで略水平方向の流れを形成することにより、汚泥の過度の細分化が抑制され、汚泥の沈降性を高めることができる。

[0041] 液体の供給管は、嫌気性反応槽内の水面近傍に液体を吐出するように開口が設けられている。供給管から吐出する液体の種類は特に限定されず、当該

液体は汚泥等の固形分を含むものであってもよい。液体としては、原水、嫌気性反応槽内の被処理水、処理水、嫌気性汚泥を含む被処理水または処理水、水（水道水、工水、地下水、河川水等）、薬液等が挙げられる。なお、処理水性状を低下させず、また用役費を低減する点から、液体としては、処理水または嫌気性汚泥を含む処理水を用いることが好ましい。

[0042] 供給管の開口は、嫌気性反応槽内の水面（嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面）より下にあってよく、上にあってよく、水面を含む位置に設けられてもよい。供給管の開口が嫌気性反応槽内の水面より下にある場合、供給管の開口は、嫌気性反応槽に保持された被処理水の上部に位置すればよく、具体的には、嫌気性反応槽に保持された被処理水の上部 $1/3$ の領域に位置すればよい。好ましくは、供給管の開口は、嫌気性反応槽に保持された被処理水の上部 $1/4$ の領域に位置し、上部 $1/5$ の領域に位置することがより好ましい。このような位置に供給管の開口を設ければ、嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面近くに略水平方向の流れを形成しやすくなるとともに、供給管から液体を被処理水中に吐出した際に、汚泥の細分化が抑えられ、汚泥の沈降性を高めることができる。供給管の開口は、嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面近くに略水平方向の流れを効果的に形成する点から、開口の少なくとも一部が嫌気性反応槽内の水面から上方および下方に 15 cm 以内（すなわち鉛直方向に 30 cm の範囲内）にあるように設けられることが好ましく、 10 cm 以内がより好ましく、 5 cm 以内がさらに好ましい。

[0043] 開口は、嫌気性反応槽内の水面を含む位置に設けられることが特に好ましい。開口が嫌気性反応槽内の水面を含む位置に設けられれば、液体を開口から吐出することにより、嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面近くを広範囲にわたって攪乱しやすくなる。すなわち、供給管から吐出された液体が、供給管の開口近くから遠くに至る広い範囲で被処理水面に着水し、これにより、広範囲にわたって被処理水の水面近くに略水平方向の流れを形成することができる。

- [0044] 供給管の開口は、略水平方向に向いている。これにより、供給管の開口から液体が略水平方向に吐出されやすくなり、水面近くに略水平方向の流れを形成しやすくなる。例えば、供給管の開口が水面より上にある場合は、供給管の開口が略水平方向に向いていることにより、より遠くまで液体を届けることができ、また水面に達した液体は、当該液体の有する水平方向ベクトルにより、被処理水の水面近くに略水平方向の流れを効果的に形成することができる。供給管の開口が水面下にある場合は、供給管の開口が略水平方向に向いていることにより、開口付近から被処理水中に略水平方向の流れを形成することができる。なお開口から吐出された液体は、被処理水中では水の抵抗により、吐出方向に対して横に広がるような流れを形成するため、面状に広い範囲にわたって水面近くの水を攪乱させることができる。
- [0045] 開口は、供給管の先端に形成されるものでもよく、供給管の途中に形成されるものでもよい。前者の場合は、供給管の端面に開口が形成されることとなり、後者の場合は、供給管の周面に開口が形成されることとなる。なお、供給管から液体を供給する際、所望の方向に液体を吐出することが容易になる点から、開口は供給管の先端に形成することが好ましい。
- [0046] 供給管の先端に開口が形成される場合、供給管は、先端にいくに従い内径が小さくなるように形成されていてもよく、これにより供給管の開口から液体を勢いよく吐出することができる。なお、供給管は、先端にいくに従い内径が大きくなるように形成されていてもよく、先端まで内径が変わらないように形成されていてもよい。
- [0047] 供給管には、開口が1つのみ設けられても、複数設けられてもよい。供給管は、途中で分岐するものであってもよく、分岐したそれぞれに開口が設けられてもよい。もちろん、供給管は分岐しないものであってもよい。開口の形状や供給管の断面形状は、円形、楕円形、卵形、多角形、不定形等、特に限定されない。
- [0048] 本発明では、供給管の開口が水平面に対して $\pm 20^\circ$ 以内の方向に向いている場合に、略水平方向に向いているものとする。なお、水平面に対する角

度は、上方を正とする。供給管の開口は、好ましくは、水平面に対して $\pm 15^\circ$ 以内の方向に向いており、より好ましくは、水平面に対して $\pm 10^\circ$ 以内の方向に向いている。開口の向く角度は、開口が供給管の端面に形成される場合は、供給管の先端部分の内径中心の延在方向に基づき定める。開口が供給管の周面に形成される場合は、開口の中心を通る直線であって、供給管の内径中心と直角に交わるように引いた直線の延在方向に基づき定める。開口の中心や供給管の内径中心は、開口や供給管断面内縁の形状の重心から求める。

[0049] 供給管の開口は、略水平方向に向いている限り、水平面における開口方向（水平面に投射した開口方向）は特に限定されない。例えば、嫌気性反応槽に液体の供給管の開口が1個だけ設けられる場合は、開口は、嫌気性反応槽内の水面の水平面重心に対して時計回りを正として $\pm 30^\circ$ 以内の方向に向いていることが好ましく、 $\pm 20^\circ$ 以内の方向に向いていることがより好ましい。この場合、 0° の方向は水面の水平面重心方向となる。このように開口を設けることにより、嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面近くを広範囲に攪乱して、効率的に汚泥の沈降を促すことができる。嫌気性反応槽に液体の供給管の開口が2個以上設けられる場合は、開口を設ける位置に応じて、できるだけ広範囲にわたって被処理水の水面近くを攪乱できるよう、開口の向く方向を適宜設定すればよい。この場合、例えば、嫌気性反応槽内で旋回流が形成されるように、液体の供給管の開口を設けることが好ましい。なお、液体の供給管の開口が1個だけ設けられる場合であっても、嫌気性反応槽内にガイド板を設けるなどして、旋回流が形成されるようにしてもよい。

[0050] 本発明では、上記のように形成された開口を有する液体の供給管から、当該開口を通じて、液体を嫌気性反応槽に保持された被処理水に供給する（液体供給工程）。液体の供給は、常時行ってもよいが、ある程度の量の汚泥が水面まで浮上した段階で液体の供給を行って、汚泥の沈降を促すことが好ましい。従って、液体の供給は間欠的に行うことが好ましい。液体の供給を間

欠的に行うことにより、当該液体の使用量を減らすことができるとともに、必要以上に液体を供給することにより汚泥が細分化するのを防ぐことができる。なお、液体供給工程は、嫌気性処理工程と同時に行ってもよく、別々に行ってもよい。

[0051] 汚泥の浮上の程度は、嫌気性処理により発生するガス量に応じて変化する。つまり、処理負荷や処理条件に応じて変化する。そのため液体の供給頻度を一義的に定めることは難しいが、例えば、液体の供給頻度は、24時間に1回以上が好ましく、12時間に1回以上がより好ましく、6時間に1回以上がさらに好ましく、また10分に1回以下が好ましく、20分に1回以下がより好ましい。

[0052] 液体の供給時間、すなわち液体供給工程を行う時間は、1時間当たり20分以下が好ましく、15分以下がより好ましく、12分以下がさらに好ましい。液体の供給時間をこのような範囲に調整することで、液体を供給することにより汚泥が過度に細分化するのを防ぐことができる。液体を供給するポンプ等の稼働に要するエネルギーを低減する観点からは、液体の供給時間をさらに短くすることもでき、例えば1時間当たり10分以下であってもよく、8分以下であってもよく、5分以下であってもよく、3分以下であってもよい。液体の供給時間の下限については、実施例でも実証されるように、例えば1時間当たり2秒以上が好ましく、5秒以上がより好ましく、10秒以上がさらに好ましく、15秒以上がさらに好ましい。なお、ここで説明した液体の供給時間とは、1時間当たりの平均供給時間を表し、例えば、24時間のトータルの液体供給時間を測定し、それを1時間当たりに換算することで求められる。液体の供給時間は、例えば、ポンプの稼働時間から求めることができる。

[0053] 液体の1日当たりの供給量は、被処理水の1日当たりの流入量の1/200以上が好ましく、1/150以上がより好ましく、1/100以上がさらに好ましく、また1/10以下が好ましく、1/15以下がより好ましく、1/20以下がさらに好ましい。このように液体の供給量を調整することで

、汚泥の細分化を抑えつつ、汚泥の沈降を促して、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を好適に抑制することができる。液体の供給量を低減する観点からは、液体の1日当たりの供給量は被処理水の1日当たりの流入量の $1/25$ 以下であってもよく、 $1/30$ 以下であってもよい。なお、被処理水の流入量は、処理水の一部を嫌気性反応槽に返送する場合は、その返送分を含まない量を意味する。

[0054] 供給管からの液体の供給速度は、嫌気性反応槽内の被処理水の水面近くを効果的に攪乱させる点から、ある程度速い流速で行うことが好ましく、例えば、 0.2 m/s 以上が好ましく、 0.3 m/s 以上がより好ましく、 0.4 m/s 以上がさらに好ましい。一方、あまり勢いよく液体を供給しても汚泥を細かく解砕するおそれがあることから、供給管からの液体の供給速度は、 3.0 m/s 以下が好ましく、 2.5 m/s 以下がより好ましく、 2.0 m/s 以下がさらに好ましい。なお、供給管からの液体の供給速度は、供給管の開口における供給速度を意味する。

[0055] 本発明では、液体の供給管から液体を供給し、これにより被処理水の水面近くを攪乱する代わりに、嫌気性反応槽に保持された被処理水の上部に攪拌板を設けて、被処理水を攪拌してもよい（攪拌工程）。嫌気性反応槽内の被処理水の上部に設けた攪拌板を動かすことにより、水面に浮上した汚泥を揺動して汚泥からガスを分離し、汚泥を沈降させることができる。

[0056] 攪拌板は、略水平方向の水流を起こすように形成されていることが好ましく、例えば、攪拌羽根のように回転移動するものであってもよく、略水平方向に平行移動するものであってもよく、またフラップのように往復回転移動するものであってもよい。攪拌板の断面形状は特に限定されず、四角形等の多角形、角の丸まった多角形、楕円形、円形、不定形等、特に限定されない。

[0057] 攪拌板は、嫌気性反応槽内の被処理水の上部 $1/3$ の領域に設けられ、好ましくは上部 $1/4$ の領域に設けられ、より好ましくは上部 $1/5$ の領域に設けられる。このような位置に攪拌板を設けることにより、嫌気性反応槽に

保持された被処理水の水面近くに略水平方向の流れを形成しやすくなる。攪拌板はまた、少なくとも一部が水面から30cm以内に位置するように設けられることが好ましく、20cm以内がより好ましく、15cm以内がさらに好ましい。

[0058] 攪拌工程は常時行ってもよいが、液体供給工程と同じように、間欠的に行うことが好ましい。攪拌工程を行う頻度は、24時間に1回以上が好ましく、12時間に1回以上がより好ましく、6時間に1回以上がさらに好ましく、また10分に1回以下が好ましく、20分に1回以下がより好ましい。攪拌工程を行う時間は、1時間当たり20分以下であることが好ましく、15分以下がより好ましく、12分以下がさらに好ましく、また1時間当たり10秒以上が好ましく、15秒以上がより好ましい。攪拌板の稼働に要するエネルギーを低減する観点からは、攪拌工程の時間をさらに短くすることもでき、例えば1時間当たり10分以下であってもよく、8分以下であってもよく、5分以下であってもよく、3分以下であってもよい。攪拌工程を行う頻度および時間に関する技術的意義は、液体供給工程の場合と同じである。攪拌工程は、嫌気性処理工程と同時に行ってもよく、別々に行ってもよい。

[0059] 攪拌板の移動速度は、嫌気性反応槽内の被処理水の水面近くを効果的に攪拌する点から、0.05m/s以上が好ましく、0.10m/s以上がより好ましく、0.15m/s以上がさらに好ましい。一方、汚泥の解砕をできるだけ抑える点から、攪拌板の移動速度は、1.5m/s以下が好ましく、1.2m/s以下がより好ましく、1.0m/s以下がさらに好ましい。なお、攪拌板が回転移動や往復回転移動する場合は、回転中心と先端の中間における線速度を移動速度とする。

[0060] 液体供給工程や攪拌工程では、嫌気性反応槽内の被処理水の水面近くを攪乱させることにより、水面に浮いた、特にフロック等の集合体を形成した汚泥の再沈降を促しているが、集合体を形成した汚泥は、嫌気性反応槽内でできるだけ均一に存在していることが好ましい。従って、集合体を形成した汚泥が沈降する際、嫌気性反応槽のできるだけ底部まで沈降するように嫌気性

反応槽が形成されていることが好ましく、これにより、嫌気性反応槽全体の処理性能を高めることができる。この点から、嫌気性反応槽は、水深が深くなり過ぎないように形成されていることが好ましい。一方、このような状況で嫌気性反応槽の処理量を確保するためには、嫌気性反応槽の設置面積を広くとることが必要となる。従って、嫌気性反応槽は、底部から被処理水の水面までの高さが、嫌気性反応槽内の最大水平方向長さよりも短く形成されていることが好ましく、前記最大水平方向長さの $1/3$ 以下となるように形成されていることがより好ましい。このように嫌気性反応槽を形成することにより、嫌気性反応槽の処理性能と処理量の両方を高めることができる。なお、嫌気性反応槽内の最大水平方向長さとは、嫌気性反応槽内の被処理水が保持される部分（空間）で、水平方向に最大となる長さを意味する。

[0061] 嫌気性反応槽には、嫌気性反応槽内の水面を、流出部を含む部分と流出部を含まない部分とに分ける仕切り部材が設けられていることが好ましい。このとき、供給管の開口は、流出部を含まない部分またはその上方もしくは下方に位置するように設けられることが好ましい。詳細には、供給管の開口は、被処理水の水面の流出部を含まない部分か、当該流出部を含まない部分の鉛直上方の水面より上の空間か、当該流出部を含まない部分の鉛直下方の被処理水中に位置するように設けられることが好ましい。そして、液体供給工程において、液体を、流出部を含まない部分またはその下方（すなわち被処理水の水面の流出部を含まない部分か当該部分の鉛直下方の被処理水中）に供給することが好ましい。被処理水中に攪拌板を設ける場合は、攪拌板は、前記流出部を含まない部分の下方（すなわち流出部を含まない部分の鉛直下方の被処理水中）に設けられることが好ましい。このように嫌気性反応槽に仕切り部材を設けることにより、嫌気性反応槽に保持された被処理水の水面の流出部を含まない部分に浮上した汚泥が流出部から流出しにくくなり、流出部を含まない部分に浮上した汚泥を効率的に沈降させることができる。

[0062] 仕切り部材は、供給管の開口よりも下まで延在するように設けられることが好ましい（特に、供給管の開口が水面を含む位置かそれより下方に位置す

る場合)。このように仕切り部材を設けることにより、流出部を含まない部分に浮上した汚泥を効率的に沈降させることができる。

[0063] 仕切り部材は、嫌気性反応槽内の水面において連続的に設けられ、両端が嫌気性反応槽の内面に接続していることが好ましいが、一部が断続的に設けられていてもよい。なお、水面における仕切り部材の断続部分の長さは、仕切り部材の延在部分の長さの20%以下であることが好ましく、10%以下であることがより好ましく、5%以下がさらに好ましい。ここで、仕切り部材の延在部分の長さは、仕切り部材が被処理水の水面より上に出ている部分の長さを意味し、仕切り部材の断続部分の長さは、仕切り部材が断続している部分の最短距離（隣接する延在部分の端部間距離や延在部分の端部と嫌気性反応槽内面との間の距離）の総和を意味する。

[0064] 仕切り部材は、流出部を含む部分よりも流出部を含まない部分の方が広くなるように設けられることが好ましい。より好ましくは、仕切り部材は、流出部を含まない部分の面積が流出部を含む部分の面積よりも1.5倍以上広くなるように設けられ、さらに好ましくは、2倍以上広くなるように設けられる。特に、後述するような傾斜板が設けられない場合は、このように仕切り部材が設けられることが好ましい。なお、仕切り部材が断続的に設けられる場合は、仕切り部材の断続部分を最短距離で結ぶことにより、流出部を含む部分と流出部を含まない部分を区分するものとする。

[0065] 嫌気性反応槽では、被処理水中で浮上した汚泥が、流出部を含まない部分に集まるように形成されていることが好ましい。この点から、嫌気性反応槽の被処理水中には傾斜板が設けられることが好ましい。傾斜板は少なくとも一部が傾斜していればよく、傾斜部分は、鉛直断面で見て直線状に傾斜していてもよく、曲線状に傾斜していてもよく、またこれらの組み合わせでもよい。傾斜板は、上端が、仕切り部材に接続するか、流出部を含まない部分またはその上方もしくは下方に位置し、下端が流出部を含む部分の下方に位置するように設けられている。なお、傾斜板の上端が仕切り部材に接続する場合は、傾斜板と仕切り部材が一体的に形成されることとなる。傾斜板の上端

が流出部を含まない部分の上方に位置する場合は、傾斜板の上端が流出部を含まない部分の鉛直上方の水面より上の空間に位置することとなり、傾斜板の上端が流出部を含まない部分の下方に位置する場合は、傾斜板の上端が流出部を含まない部分の鉛直下方の被処理水中に位置することとなる。傾斜板の上端が流出部を含まない部分に位置する場合は、傾斜板が仕切り部材の下方を横切り、傾斜板の上端が流出部を含まない部分に位置するように設けられることが好ましい。一方、傾斜板の下端は、流出部を含む部分の鉛直下方の被処理水中に位置する。このように傾斜板を設けることにより、流出部を含む部分の下方から汚泥が浮上する場合でも、汚泥が傾斜板に沿って浮上することで、被処理水の水面の流出部を含まない部分に浮上させることができる。その結果、浮上した汚泥が流出部を含まない部分に集まりやすくなり、また嫌気性反応槽からの汚泥の流出を抑えることができる。

[0066] 嫌気性反応槽の後段には、濃縮槽が設けられることが好ましい。本発明では、嫌気性反応槽に液体の供給管や攪拌板を設けることにより、嫌気性反応槽内の被処理水の水面に浮上した汚泥を再沈降させて、嫌気性反応槽からの汚泥の流出を極力抑えるようにしているが、汚泥の一部は、処理水流に伴って嫌気性反応槽から流出してしまう場合がある。特に、嫌気性汚泥は比較的粒径が小さく、分散性も高いことから、その一部が嫌気性反応槽から流出しやすい。そのため、嫌気性反応槽からの流出水に含まれる汚泥を回収するために、嫌気性反応槽の後段に濃縮槽を設けることが好ましい。これにより、嫌気性処理工程で得られた処理水を濃縮して濃縮汚泥を得ることができる（濃縮工程）。また、これにより得られる分離液は固形分濃度が低減されたものとなるため、最終的に得られる処理水質の改善も期待できる。

[0067] 濃縮槽は、嫌気性反応槽の流出部に連通して設けられ、嫌気性反応槽の処理水が流入し、濃縮される。濃縮槽は、任意の固液分離手段により、処理水に含まれる汚泥を濃縮できるものであれば特に限定されず、例えば、沈殿分離、ろ過分離、膜分離、遠心分離等の分離手段を採用できる。これらの分離手段は、組み合わせて用いてもよい。ろ過分離や膜分離の場合は、洗浄や逆

洗の際に発生した廃水を濃縮汚泥として用いることができる。

[0068] 濃縮槽では、固形分濃度が高められた濃縮汚泥と、固形分濃度が低下した分離液とが得られる。このようにして得られた濃縮汚泥は嫌気性反応槽に返送することが好ましく、これにより嫌気性反応槽の汚泥濃度を高く維持し、嫌気性反応槽における処理性能を高めることができる。

[0069] 濃縮汚泥は、液体の供給管に移送して、当該供給管から供給する液体として用いることが好ましい。これにより、供給管から液体を供給しても、嫌気性反応槽内の被処理水の希薄化を抑え、被処理水の汚泥濃度を高く維持することができる。従って、本発明の水処理装置には、濃縮汚泥を供給管に移送する移送手段が設けられることが好ましい。具体的には、濃縮槽と供給管とを繋ぐ返送流路が設けられ、返送流路にはポンプ等が設けられることが好ましい。

[0070] 次に、本発明の水処理装置の構成例について、図面を参照して説明する。
なお、本発明は、図面に示した実施態様に限定されない。

[0071] 図 1 には、液体の供給管を備えた水処理装置の構成例を示した。図 1 に示した水処理装置は、被処理水 2 1 の流入部 2 と、流入部 2 より上方に位置する処理水 2 2 の流出部 3 とを有し、流出部 3 の高さまで嫌気性汚泥を含む被処理水 2 1 が保持された、上向流式の嫌気性反応槽 1 と、嫌気性反応槽 1 に設けられた液体の供給管 4 とを有する。供給管 4 は、被処理水 2 1 の上部 1 / 3 の領域または嫌気性反応槽 1 内の水面より上方に位置し、略水平方向に向いた開口 5 を有する。図 1 では、開口 5 が、嫌気性反応槽 1 内の水面を含む位置に設けられている。また、流出部 3 は、越流堰により形成されている。なお図面において、水面の位置は下向きの三角で示されている。

[0072] 図 1 に示した水処理装置では、被処理水 2 1 を上向流式で嫌気性反応槽 1 に導入し、被処理水 2 1 中の嫌気性汚泥と接触させることにより嫌気性処理を行う嫌気性処理工程と、供給管 4 の開口 5 から、嫌気性反応槽 1 に保持された被処理水 2 1 に液体 2 3 を供給する液体供給工程とを行うことにより、嫌気性反応槽 1 での嫌気処理を好適に行うことができる。すなわち、略水平

方向に向いた開口 5 を有する供給管 4 から液体 2 3 を供給することにより、被処理水 2 1 の水面近くを攪乱して、被処理水 2 1 の水面近くに略水平方向の水の流れを形成することができ、これにより、被処理水 2 1 の水面に浮上した汚泥からガスを効果的に分離することができる。その結果、被処理水 2 1 の水面に浮上した汚泥を沈降させて、嫌気性反応槽 1 からの汚泥の流出を防ぎ、被処理水 2 1 の汚泥濃度を高く維持することができ、嫌気性反応槽 1 で嫌気性処理が好適に行われるようになる。

[0073] 嫌気性反応槽 1 には、嫌気性反応槽 1 内の水面を、流出部 3 を含む部分と流出部 3 を含まない部分とに分ける仕切り部材 7 が設けられ、供給管 4 の開口 5 が、流出部 3 を含まない部分に位置するように設けられている。このように仕切り部材 7 を設けることにより、流出部 3 を含まない部分に浮上した汚泥が流出部 3 から流出しにくくなり、流出部 3 を含まない部分に浮上した汚泥を効率的に沈降させることができる。

[0074] 図 2 および図 3 には、図 1 に示した水処理装置に傾斜板と濃縮槽を設けた構成例を示した。なお、図 2 および図 3 に水処理装置に関する下記の説明では、図 1 の説明と重複する説明を省く。

[0075] 図 2 および図 3 に示した水処理装置には、嫌気性反応槽 1 に保持された被処理水 2 1 中に、上端が流出部 3 を含まない部分の下方に位置し、下端が流出部 3 を含む部分の下方に位置する傾斜板 8 が設けられている。傾斜板 8 を設けることにより、被処理水 2 1 中で浮上した汚泥が流出部 3 を含まない部分に集まりやすくなり、嫌気性反応槽 1 からの汚泥の流出を抑えることができる。

[0076] 図 2 および図 3 では、嫌気性反応槽 1 の流出部 3 に連通して、嫌気性反応槽 1 の処理水 2 2 が濃縮される濃縮槽 1 1 が設けられ、さらに、濃縮槽 1 1 で得られた濃縮汚泥 2 5 を供給管 4 に移送する移送手段 1 3 が設けられている。図では、移送手段 1 3 として、濃縮槽 1 1 と供給管 4 とを繋ぐ返送流路が設けられている。このように構成することにより、濃縮汚泥 2 5 を、供給管 4 から供給する液体 2 3 として用いることができる。嫌気性反応槽 1 から

流出した処理水 2 2 を濃縮槽 1 1 で濃縮し、ここで得られた濃縮汚泥 2 5 を供給管 4 から供給する液体 2 3 として用いることにより、嫌気性反応槽 1 内の被処理水 2 1 の希薄化を抑え、被処理水 2 1 の汚泥濃度を高く維持することができる。濃縮槽 1 1 からは、固形分濃度が低減された分離液 2 4 が流出する。

[0077] なお図 2 では、濃縮槽 1 1 が沈殿槽となっており、濃縮槽 1 1 の下部に貯まった濃縮汚泥 2 5 を、供給管 4 から供給する液体 2 3 として用いている。図 3 では、濃縮槽 1 1 にろ過層 1 2 が設けられており、ろ過層 1 2 の下から洗浄媒体を導入してろ過層 1 2 を洗浄する際に発生する洗浄排水を濃縮汚泥 2 5 として扱う。洗浄排水は、ろ過層 1 2 の構成や洗浄媒体の種類（液体、気体）等に応じて、ろ過層 1 2 の上方から取り出すことが有効な場合と、ろ過層 1 2 の下方から取り出すことが有効な場合とがある。従って、どちらから洗浄排水を取り出すのかは、装置構成や洗浄条件に応じて適宜決めればよい。

[0078] 図 4 には、攪拌板を備えた水処理装置の構成例を示した。なお、図 4 に示した水処理装置に関する下記の説明では、図 1 の説明と重複する説明を省く。

[0079] 図 4 に示した水処理装置では、液体の供給管の代わりに、被処理水 2 1 の上部 1 / 3 の領域に攪拌板 6 が設けられている。図 4 に示した水処理装置では、被処理水 2 1 を上向流式で嫌気性反応槽 1 に導入し、被処理水 2 1 中の嫌気性汚泥と接触させることにより嫌気性処理を行う嫌気性処理工程と、攪拌板 6 により被処理水 2 1 を攪拌する攪拌工程とを行う。図 4 に示した水処理装置では、被処理水 2 1 の上部に設けた攪拌板 6 を動かすことにより、被処理水 2 1 の水面に浮上した汚泥を揺動して汚泥からガスを分離し、汚泥を沈降させることができ、被処理水 2 1 の汚泥濃度を高く維持することができる。これにより、嫌気性反応槽 1 での嫌気処理を好適に行うことができる。

[0080] 図 4 ではまた、嫌気性反応槽 1 に保持された被処理水 2 1 中に、上端が仕切り部材 7 に接続し、下端が流出部 3 を含む部分の下方に位置する傾斜板 8

が設けられている。図4では、傾斜板8は、仕切り部材7と一体化されている。このように傾斜板8を形成しても、被処理水21中で浮上した汚泥が流出部3を含まない部分に集まりやすくなり、嫌気性反応槽1からの汚泥の流出を抑えることができる。

[0081] 本願は、2015年3月27日に出願された日本国特許出願第2015-067132号に基づく優先権の利益を主張するものである。2015年3月27日に出願された日本国特許出願第2015-067132号の明細書の全内容が、本願に参考のために援用される。

実施例

[0082] 以下に、実施例を示すことにより本発明を更に詳細に説明するが、本発明の範囲はこれらに限定されるものではない。

[0083] 有効容積9 m³、水深2 mの嫌気性反応槽を用いて、下水（下水処理場の初沈流入水）の嫌気性処理を行った。反応槽は、底部に流入部が設けられ、上部に流出部が設けられ、液体の供給管が、水面を含む位置に開口が略水平方向に向くように設けられていた。また反応槽には、仕切り部材と傾斜板が一体形成された部材が設けられ、仕切り部材によって水面が流出部を含む部分と流出部を含まない部分とに分けられていた。原水を上向流式で反応槽に供給して嫌気性処理を行った。実施例では、30分に1回、供給管から処理水を5秒間供給し、水面を攪乱した。供給管からの処理水の1日当たりの供給量は、原水の流入量の1/100とした。比較例では、供給管からの処理水の供給は行わなかった。

[0084] 実施例と比較例の処理結果を表1に示す。原水は、BOD、全COD_{cr}、SSの各濃度を測定し、処理水は溶解性COD_{cr}、有機酸の各濃度を測定した。BOD、COD、SS、有機酸の各濃度はスタンダードメソッド（Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater）に記載の方法に従い測定した。また、反応槽のスカム厚と沈降汚泥厚を、反応槽の水平方向4ヶ所について測定し、その平均値を求めた。

[0085] 実施例と比較例では原水性状に大差はなく、いずれも嫌気性処理により原

水中のCODが分解されて低分子化されたが、処理水質には大きな差が見られた。実施例では、水面の攪乱操作を行うことにより、反応層内で汚泥が浮上してスカム形成することが抑えられた。そのため、反応槽からの汚泥の流出が抑えられ、反応槽内で嫌気性処理に有効に寄与する汚泥濃度を高く維持することができた。その結果、嫌気性処理を順調に行うことができ、原水中のCODが有機酸を経てメタンガスと二酸化炭素までスムーズに分解され、有機酸の蓄積が認められず、処理水COD濃度も低くすることができた。一方、比較例では水面の攪乱操作を行わなかったため、反応槽内で汚泥が浮上してスカムが形成され、反応槽からの汚泥の流出が高濃度で認められた。比較例では、原水中のCODが分解して生成した有機酸のさらなる分解（メタンガスと二酸化炭素への分解）がスムーズに進行せず、有機酸濃度の上昇が認められ、処理水COD濃度が実施例の倍以上の濃度となった。

[0086] [表1]

			実施例	比較例
原水	BOD	mg/L	230	220
	T-COD	mg/L	660	530
	SS	mg/L	310	210
反応槽	スカム厚	cm	0	25
	沈降汚泥厚	cm	108	51
処理水	S-COD	mg/L	48	98
	有機酸	mg/L	0	39

産業上の利用可能性

[0087] 本発明は、下水やし尿等生活排水、下水処理やし尿処理に伴い発生するプロセス排水、食品工場、紙パルプ工場、化学工場等から発生する工場排水、家畜糞尿、畜産廃棄物の処理により発生する排水等の処理に用いることができる。本発明の水処理装置は、例えば、下水処理場、し尿処理場、各種廃水施設、浄化槽等に適用することができる。

符号の説明

- [0088] 1 : 嫌気性反応槽
 2 : 流入部
 3 : 流出部
 4 : 供給管
 5 : 開口
 6 : 攪拌板
 7 : 仕切り部材
 8 : 傾斜板
 1 1 : 濃縮槽
 1 2 : ろ過層
 1 3 : 濃縮汚泥の移送手段
 2 1 : 嫌気性反応槽内の被処理水
 2 2 : 処理水
 2 3 : 液体
 2 4 : 分離液
 2 5 : 濃縮汚泥

請求の範囲

- [請求項1] 被処理水の流入部と、前記流入部より上方に位置する処理水の流出部とを有し、前記流出部の高さまで嫌気性汚泥を含む被処理水が保持された、上向流式の嫌気性反応槽と、
- 前記嫌気性反応槽に設けられた液体の供給管とを有する水処理装置であって、
- 前記供給管は、前記嫌気性反応槽内の被処理水の上部 $1/3$ の領域または水面より上方に位置する開口を有し、前記開口が略水平方向に向いていることを特徴とする水処理装置。
- [請求項2] 前記開口は、前記嫌気性反応槽内の水面を含む位置に設けられている請求項 1 に記載の水処理装置。
- [請求項3] 前記供給管から供給される液体の供給時間は、1 時間当たり 2 秒以上 20 分以下である請求項 1 または 2 に記載の水処理装置。
- [請求項4] 前記供給管から供給される液体の 1 日当たりの供給量は、前記被処理水の 1 日当たりの流入量の $1/200$ 以上 $1/10$ 以下である請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の水処理装置。
- [請求項5] 前記水処理装置は、前記嫌気性反応槽の流出部に連通し、前記嫌気性反応槽の処理水が濃縮される濃縮槽と、
- 前記濃縮槽で得られた濃縮汚泥を前記供給管に移送する移送手段とを、さらに有し、
- 前記濃縮汚泥を前記液体として用いる請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の水処理装置。
- [請求項6] 前記嫌気性反応槽には、水面を前記流出部を含む部分と前記流出部を含まない部分とに分ける仕切り部材が設けられ、
- 前記供給管の開口は、前記流出部を含まない部分またはその上方もしくは下方に位置するように設けられている請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の水処理装置。
- [請求項7] 被処理水の流入部と、前記流入部より上方に位置する処理水の流出

部とを有し、前記流出部の高さまで嫌気性汚泥を含む被処理水が保持された、上向流式の嫌気性反応槽と、

前記嫌気性反応槽内の被処理水の上部 1 / 3 の領域に設けられた攪拌板とを有することを特徴とする水処理装置。

[請求項8] 前記嫌気性反応槽には、水面を前記流出部を含む部分と前記流出部を含まない部分とに分ける仕切り部材が設けられ、

前記攪拌板は、前記流出部を含まない部分の下方に設けられている請求項 7 に記載の水処理装置。

[請求項9] 前記嫌気性反応槽に保持された被処理水中に傾斜板が設けられ、

前記傾斜板は、上端が、前記仕切り部材に接続するか、前記流出部を含まない部分またはその上方もしくは下方に位置し、下端が前記流出部を含む部分の下方に位置する請求項 6 または 8 に記載の水処理装置。

[請求項10] 前記嫌気性反応槽は、底部から水面までの高さが、前記嫌気性反応槽内の最大水平方向長さよりも短い請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の水処理装置。

[請求項11] 被処理水を上向流式で嫌気性反応槽に導入し、嫌気性汚泥と接触させることにより嫌気性処理を行う嫌気性処理工程と、

略水平方向に向いた開口を有し、前記開口が前記嫌気性反応槽内の被処理水の上部 1 / 3 の領域または水面より上方に位置するように設けられた液体の供給管から、前記開口を通じて、前記嫌気性反応槽内の被処理水に液体を供給する液体供給工程とを有することを特徴とする水処理方法。

[請求項12] 前記開口は、前記嫌気性反応槽内の水面を含む位置に設けられている請求項 11 に記載の水処理方法。

[請求項13] 前記液体供給工程を、1 時間当たり 2 秒以上 20 分以下行う請求項 11 または 12 に記載の水処理方法。

[請求項14] 前記液体の 1 日当たりの供給量が、前記被処理水の 1 日当たりの流

入量の 1 / 200 以上 1 / 10 以下である請求項 11 ~ 13 のいずれか一項に記載の水処理方法。

[請求項15] 前記嫌気性処理工程で得られた処理水を濃縮して濃縮汚泥を得る濃縮工程をさらに有し、

前記濃縮汚泥を、前記供給管に移送して、前記液体として用いる請求項 11 ~ 14 のいずれか一項に記載の水処理方法。

[請求項16] 前記嫌気性反応槽は処理水の流出部を有し、水面を前記流出部を含む部分と前記流出部を含まない部分とに分ける仕切り部材が設けられ、

前記液体供給工程において、前記液体を、前記流出部を含まない部分またはその下方に供給する請求項 11 ~ 15 のいずれか一項に記載の水処理方法。

[請求項17] 被処理水を上向流式で嫌気性反応槽に導入し、嫌気性汚泥と接触させることにより嫌気性処理する嫌気性処理工程と、

前記嫌気性反応槽内の被処理水の上部 1 / 3 の領域に設けられた攪拌板により、被処理水を攪拌する攪拌工程とを有することを特徴とする水処理方法。

[請求項18] 前記嫌気性反応槽は処理水の流出部を有し、水面を前記流出部を含む部分と前記流出部を含まない部分とに分ける仕切り部材が設けられ、

前記攪拌板は、前記流出部を含まない部分の下方に設けられている請求項 17 に記載の水処理方法。

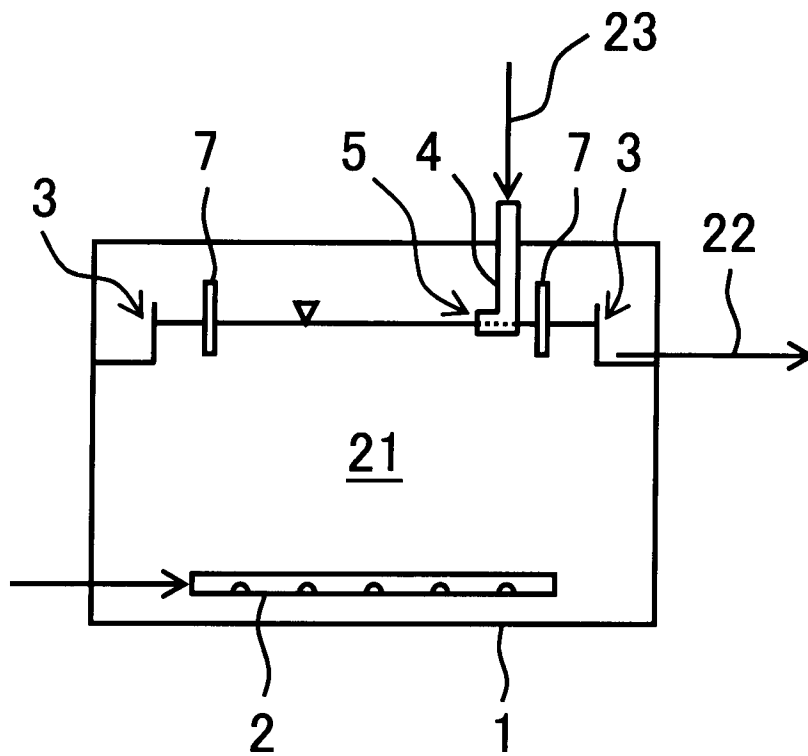
[請求項19] 前記嫌気性反応槽に保持された被処理水中に傾斜板が設けられ、

前記傾斜板は、上端が、前記仕切り部材に接続するか、前記流出部を含まない部分またはその上方もしくは下方に位置し、下端が前記流出部を含む部分の下方に位置する請求項 16 または 18 に記載の水処理方法。

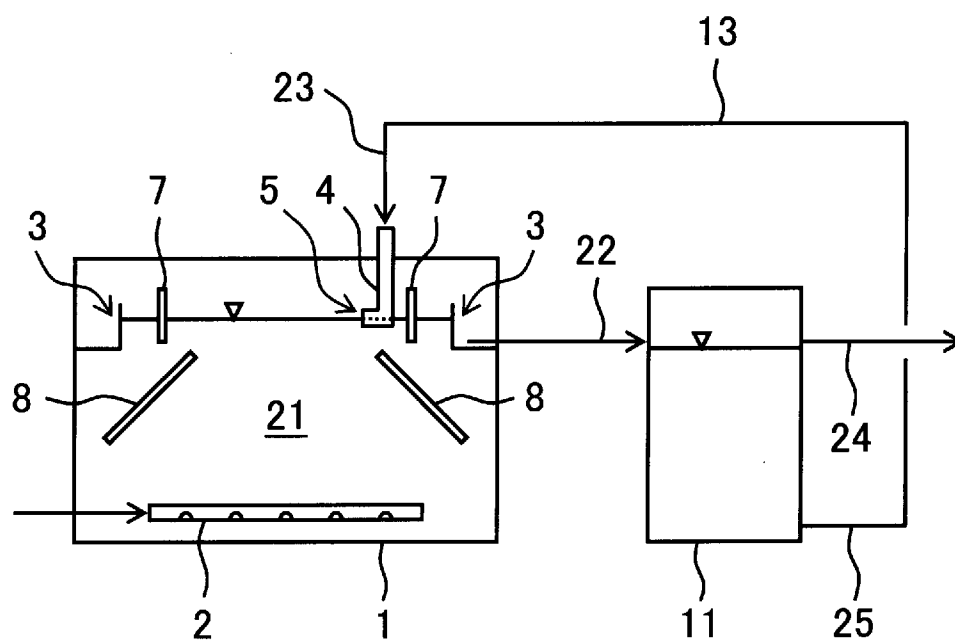
[請求項20] 前記嫌気性反応槽は、底部から水面までの高さが、前記嫌気性反応

槽内の最大水平方向長さよりも短い請求項 11～19 のいずれか一項に記載の水処理方法。

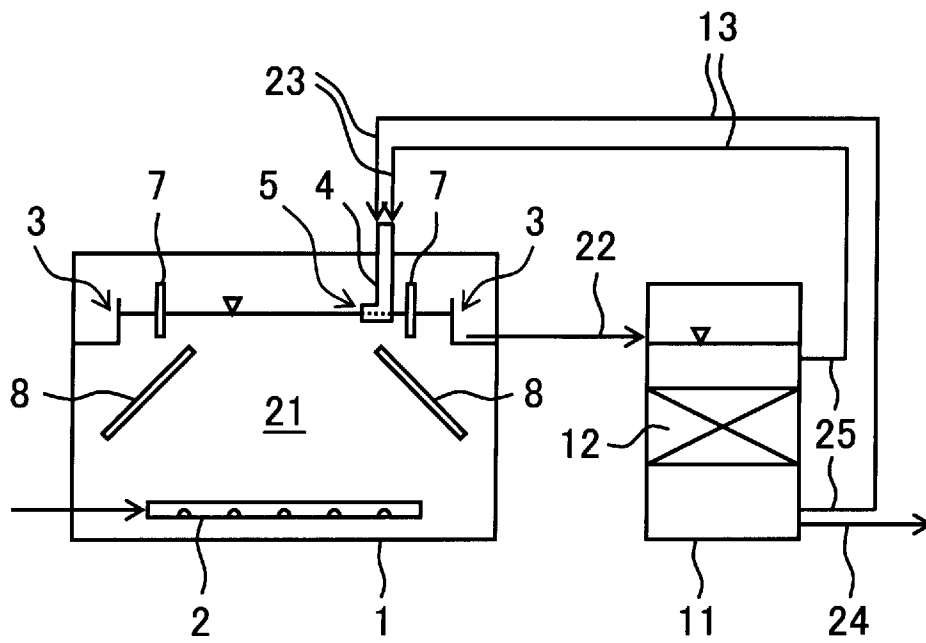
[図1]



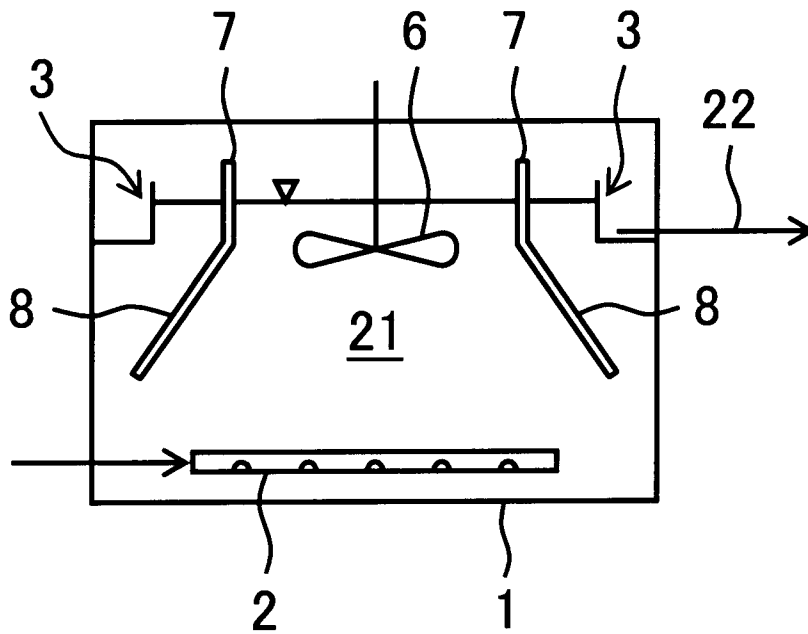
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/059411

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F3/28 (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)

C02F3/28

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)

Japio-GPG/FX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-311292 A (Kurita Water Industries Ltd.),	1-6, 9-16, 19, 20
Y	05 November 2003 (05.11.2003), paragraphs [0001] to [0029]; fig. 1 to 5 (Family: none)	7, 8, 17, 18
Y	JP 8-66694 A (Hitachi Zosen Corp.), 12 March 1996 (12.03.1996), paragraphs [0001] to [0015]; fig. 1 (Family: none)	1-20
Y	JP 7-290088 A (Mitsubishi Kakoki Kaisha, Ltd.), 07 November 1995 (07.11.1995), paragraphs [0013] to [0025]; fig. 1 (Family: none)	7-10, 17-20

☒ 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
27 May 2016 (27.05.16)

Date of mailing of the international search report
07 June 2016 (07.06.16)

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/JP2016/059411

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 2-273598 A (Taisei Corp.), 08 November 1990 (08.11.1990), Prior Art (Family: none)	7-10, 17-20
A	JP 2014-24032 A (Organo Corp.), 06 February 2014 (06.02.2014), paragraph [0039]; fig. 2 (Family: none)	1-20
A	JP 6-182382 A (Kurita Water Industries Ltd.), 05 July 1994 (05.07.1994), claims 1, 2; fig. 1 (Family: none)	1-20
A	JP 2008-36529 A (National Institute for Environmental Studies), 21 February 2008 (21.02.2008), claims 1 to 8; fig. 1 (Family: none)	1-20
A	JP 60-168597 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 September 1985 (02.09.1985), claims; fig. 1 (Family: none)	1-20
A	JP 2005-205327 A (Kajima Corp.), 04 August 2005 (04.08.2005), paragraphs [0011] to [0029]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C02F3/28(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. C02F3/28

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）

Japio-GPG/FX

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 2003-311292 A（栗田工業株式会社）2003.11.05, [0001]-[0029], 図1-5（ファミリーなし）	1-6, 9-16, 19, 20
Y		7, 8, 17, 18
Y	JP 8-66694 A（日立造船株式会社）1996.03.12, [0001]-[0015], 図1 （ファミリーなし）	1-20
Y	JP 7-290088 A（三菱化工機株式会社）1995.11.07, [0013]-[0025], 図1（ファミリーなし）	7-10, 17-20

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

27.05.2016

国際調査報告の発送日

07.06.2016

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）

富永 正史

4D

8616

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
Y	JP 2-273598 A (大成建設株式会社) 1990. 11. 08, 従来の技術 (ファミリーなし)	7-10, 17-20
A	JP 2014-24032 A (オルガノ株式会社) 2014. 02. 06, [0039], 図 2 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 6-182382 A (栗田工業株式会社) 1994. 07. 05, 請求項 1, 2, 図 1 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2008-36529 A (独立行政法人国立環境研究所) 2008. 02. 21, 請求項 1-8, 図 1 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 60-168597 A (松下電器産業株式会社) 1985. 09. 02, 特許請求の範囲, 図 1 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2005-205327 A (鹿島建設株式会社) 2005. 08. 04, [0011]-[0029], 図 1-6 (ファミリーなし)	1-20