

(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



(10) 国際公開番号

WO 2013/084972 A1

(43) 国際公開日  
2013 年 6 月 13 日 (13.06.2013)

W O | P C T

- (51) 国際特許分類 :  
C02F 3/34 (2006.01) C02F 11/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP2012/081599
- (22) 国際出願日 : 2012 年 12 月 6 日 (06.12.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :  
特願 2011-270505 2011 年 12 月 9 日 (09.12.2011) 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 : 松 ▲ 崎 ▼ 智子 (MATSUZAKI, Tomoko); 〒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). 若原 慎一郎 (WAKAHARA, Shinichiro); 〒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). 奥村 洋一 (OKUMURA, Youichi); 〒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).

- (74) 代理人 : 橋本 薫 (HASHIMOTO, Kaoru); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 8 番 3 号 肥後橋 I P ビル 6 階 スパークル国際特許事務所 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

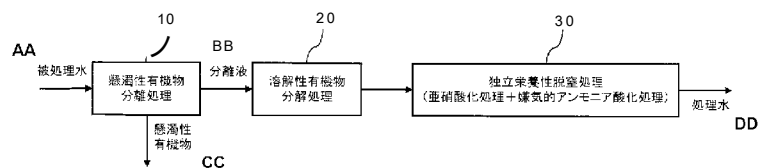
添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第 21 条 (3))

(54) Title: PROCESSING SYSTEM AND PROCESSING METHOD FOR NITROGEN-CONTAINING ORGANIC WASTE WATER

(54) 発明の名称 : 窒素含有有機性廃水の処理システム及び処理方法

[図 1]



10 Suspended organic matter separation  
20 Soluble organic matter decomposition  
30 Autotrophic denitrification (nitrification + anaerobic ammonia oxidation)  
AA Water to be treated  
BB Separated liquid  
CC Suspended organic matter  
DD Treated water

(57) Abstract: A processing system for nitrogen-containing organic waste water: having an autotrophic denitrifying device (30) that denitrifies water to be treated that contains suspended organic matter, soluble organic matter, and ammonia, by performing nitrification, whereby ammonia is oxidated into nitrous acid by autotrophic microbes under aerobic conditions, and anaerobic ammonia oxidation using autotrophic microbes under anaerobic conditions; comprising, in the stage before the autotrophic denitrifying device (30), a suspended organic matter separation device (10) that separates suspended organic matter from the water to be treated, and a soluble organic matter decomposition device (20) that biologically decomposes soluble organic matter contained in the water to be treated having the suspended organic matter separated therefrom; and capable of efficiently performing anaerobic ammonia oxidation by supplying to the autotrophic denitrifying device (30) water to be treated which has reduced suspended organic matter and reduced soluble organic matter therein.

(57) 要約 :

[続 葉 有]



WO 2013/084972 A1

---

懸濁性有機物、溶解性有機物及びアンモニアを含有する被処理水に対して、好気条件下で独立栄養性微生物によってアンモニアを亜硝酸に酸化する亜硝酸化処理と、嫌気条件下で独立栄養性微生物による嫌氣的アンモニア酸化処理とを行なって脱窒処理を実行する独立栄養性脱窒装置 30 を有し、独立栄養性脱窒装置 30 の前段に、被処理水から懸濁性有機物を分離する懸濁性有機物分離装置 10 と、懸濁性有機物が分離された被処理水に含まれる溶解性有機物を生物学的に分解する溶解性有機物分解装置 20 とを備え、懸濁性有機物及び溶解性有機物が低減された被処理水を独立栄養性脱窒装置 30 に供給することにより、効率的な嫌氣的アンモニア酸化処理を可能にした窒素含有有機性廃水の処理システム。

## 明 細 書

発明の名称 : 窒素含有有機性廃水の処理システム及び処理方法  
技術分野

[0001] 本発明は、窒素含有有機性廃水の処理システム及び処理方法に関し、特に比較的アンモニア濃度が低い窒素含有有機性廃水に好適な処理システム及び処理方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、窒素含有有機性廃水を処理するために、循環脱窒法等の従属栄養性微生物を用いた生物学的硝化脱窒法が採用されてきた。このような生物学的硝化脱窒法は、アンモニア酸化細菌を用いて廃水中のアンモニア態窒素を亜硝酸態窒素に酸化し、更に亜硝酸酸化細菌を用いて亜硝酸態窒素を硝酸態窒素に酸化する硝化工程と、従属栄養性脱窒菌を用いて亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素を窒素ガスにまで分解する脱窒工程を経て、廃水中のアンモニア態窒素を窒素ガスにまで分解する方法である。

[0003] しかし、従来の生物学的硝化脱窒法では、硝化工程で必要となる大量の酸素を曝気して供給するため、曝気用のプロワファン等に要する電力コストが高騰するという問題、脱窒工程で有機炭素源であるメタノール等を大量に添加する必要があるため、薬品コストが高騰するという問題、さらに従属栄養性微生物を用いるために汚泥発生量が多く、余剰汚泥の処理コストが高むという問題等、全体的にランニングコストが高むという問題があった。

[0004] そこで、特許文献 1 には、BOD 及び窒素含有排水に対して、嫌気性メタン発酵法により BOD を除去する嫌気処理工程、アンモニア態窒素の一部を亜硝酸態窒素とする亜硝酸型硝化工程、アンモニア態窒素を電子供与体とし亜硝酸態窒素を電子受容体とする独立栄養性脱窒微生物と接触させて脱窒する脱窒工程の順に処理し、前記嫌気処理工程で発生したバイオガスをアルカリ性溶液と接触させて得た ( 重 ) 炭酸塩含有アルカリ性溶液を、前記亜硝酸型硝化工程の PH 調整に使用する BOD 及び窒素含有排水の生物的处理方法

が提案されている。

[0005] 尚、本明細書では、本発明を用語「廃水」を用いて説明するが、公知文献で使用されている用語「排水」とは同義語である。

[0006] 当該方法によれば、独立栄養性脱窒微生物であるANAMMOX菌を用いて脱窒するために有機炭素源の添加が不要となり、またANAMMOX菌は収率が低い独立栄養性の微生物であるために、汚泥の発生量が著しく少なくなり余剰汚泥の発生量を抑えることができる。

[0007] そして、原水中のアンモニア態窒素の酸化を亜硝酸態窒素に止める亜硝酸型硝化を安定的に行うためのPH調整剤として、市販薬剤に替えて、嫌気処理工程で発生したバイオガスをアルカリ性溶液と接触させて得た(重)炭酸塩含有アルカリ性溶液を用いることにより、薬剤費の低減を図ることができる。

[0008] また、特許文献2には、高濃度の有機物及びアンモニア態窒素を含有する排水中のアンモニア態窒素を効率よく処理することを目的として、有機物とアンモニア態窒素とを含有する原水を浄化処理する生物学的処理方法が提案されている。

[0009] 当該排水処理方法は、前記原水を、原生動物の実質的不存在下で、細菌によって好氣的に処理を行う細菌槽に導入して細菌処理し、該細菌により前記排水中の有機物を生物分解し、増殖した細菌を固液分離処理して除去する有機物の分解工程と、有機物の分解工程で得た処理水中のアンモニア態窒素の一部を、好氣的条件下、アンモニア酸化細菌により亜硝酸態窒素に酸化する酸化工程と、酸化工程で亜硝酸化された亜硝酸態窒素と亜硝酸態窒素に酸化されなかったアンモニア態窒素とを含む被処理水を、嫌氣的条件下、脱窒槽内で独立栄養性脱窒細菌により脱窒処理する工程とが含まれる。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0010] 特許文献1 :特許第4496735号公報

特許文献2 :特開2010\_207785号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [001 1]     しかし、これまで懸濁性及び溶解性有機物を含む廃水に対して、嫌氣的アンモニア酸化処理の積極的な研究はなされてこなかったため、このような廃水に対して効率的に嫌氣的アンモニア酸化処理を行ない得る現実的な処理システム及び処理方法は未だ開発されていない。
- [001 2]     例えば、このような廃水に特許文献 1 に記載された方法を採用すると、亜硝酸化処理の前に嫌気性消化処理を行なうことによつて溶解性 BOD を低減させることはできるが、しかし懸濁性 BOD を十分に除去することができないため、亜硝酸化工程で同時に懸濁性 BOD をも分解するために多量の曝気が必要となり、そのための電力コストが嵩むようになる。
- [001 3]     また、このような廃水に特許文献 2 に記載された方法を採用すると、有機物を好氣的に分解する工程で大量の曝気が必要となるばかりでなく、大量の余剰汚泥が発生するため、独立栄養性脱窒細菌を用いて嫌氣的アンモニア酸化処理を行なうメリットが消失するという不都合があつた。
- [0014]     本発明の目的は、上述した問題点に鑑み、懸濁性及び溶解性有機物を含む廃水であっても、さらには、低アンモニア濃度の廃水であっても、独立栄養性微生物を用いて効率的に嫌氣的アンモニア酸化処理を行なえる廃水処理システム及び廃水処理方法を提供する点にある。

### 課題を解決するための手段

- [001 5]     上述の目的を達成するため、本発明による窒素含有有機性廃水の処理システムの第一の特徴構成は、特許請求の範囲の書類の請求項 1 に記載した通り、懸濁性有機物、溶解性有機物及びアンモニアを含有する被処理水に対して、好気条件下で独立栄養性微生物によつてアンモニアを亜硝酸に酸化する亜硝酸化処理と、嫌気条件下で独立栄養性微生物によるアンモニア態窒素を電子供与体とし亜硝酸態窒素を電子受容体とした嫌氣的アンモニア酸化処理と、を行なうことによつて脱窒処理する独立栄養性脱窒装置を有する窒素含有有機性廃水の処理システムであつて、前記独立栄養性脱窒装置の前段に、被

処理水から懸濁性有機物を分離する懸濁性有機物分離装置と、前記懸濁性有機物分離装置で懸濁性有機物が分離された被処理水に含まれる溶解性有機物を生物学的に分解する溶解性有機物分解装置とを備え、前記懸濁性有機物分離装置及び前記溶解性有機物分解装置によつて懸濁性有機物及び溶解性有機物が低減された被処理水が、前記独立栄養性脱窒装置に供給される点にある。

[001 6] 独立栄養性脱窒装置に供給される被処理水に多量の溶解性有機物が含まれていると、亜硝酸化処理に要する酸素が溶解性有機物の分解処理に費やされ、亜硝酸化処理が妨げられることになる。しかし、上述の構成によれば、独立栄養性脱窒装置の前段に備えた懸濁性有機物分離装置によつて、先ず被処理水から懸濁性有機物が分離され、次に懸濁性有機物が分離された被処理水に含まれる溶解性有機物が溶解性有機物分解装置によつて分解処理される。そして、当該溶解性有機物分解装置によつて溶解性有機物濃度が低くなつた被処理水が後段の独立栄養性脱窒装置に供給されるようになるので、アンモニアを亜硝酸に酸化する亜硝酸化処理を行なう独立栄養性微生物の処理が妨げられることがなく、曝気のための電力コストを低減することができるようになる。

[001 7] 尚、溶解性有機物分解装置では、例えば、嫌気性消化処理や従属栄養性脱窒処理等によつて溶解性有機物を分解することが好ましく、この場合には溶解性有機物分解装置に曝気装置を備える必要がないので、電力コストが増大することもなく、また余剰汚泥の発生量も大きく低減させることができる。

[001 8] 同第二の特徴構成は、同請求項 2 に記載した通り、上述した第一の特徴構成に加えて、前記懸濁性有機物分離装置で分離された懸濁性有機物を嫌気性消化する汚泥嫌気性消化装置と、前記汚泥嫌気性消化装置の消化液を前記独立栄養性脱窒装置に供給する第 1 移送経路を備えている点にある。

[001 9] これまで、アンモニア濃度の低い廃水に対しては、効率的に安定した嫌気的アンモニア酸化処理を実現できなかった。アンモニア濃度が低い雰囲気では、アンモニアの硝酸化を抑制しながら亜硝酸化を進行させる処理を安定的

に調整するのが困難であり、またアンモニアの約半量を亜硝酸化する部分亜硝酸化処理で、残存させるべきアンモニア量の調整を安定的に行なうことができなかったためである。

[0020] 上述の構成によれば、懸濁性有機物分離装置で分離された懸濁性有機物が、汚泥嫌気性消化装置によって嫌気性消化されて、アンモニア態窒素が濃縮された消化液が得られる。そのような消化液を独立栄養性脱窒装置に供給することによって、独立栄養性脱窒装置における遊離アンモニア濃度 (F A ; F ree Ammonia) が高くなり、硝酸化菌の活性が抑制されるようになる。その結果、亜硝酸化菌による亜硝酸化が優先的に進行するようになり、嫌氣的アンモニア酸化処理が効率的に行なわれるようになるのである。このプロセスでは、温度やPH制御による硝酸化菌の抑制が不要となり電力コストや薬品コストを節約できるようになる。尚、Anthon isen らは、遊離アンモニア濃度 (F A) が  $0.1 \sim 10 \text{ ppm}$  で硝酸化菌が選択的に阻害を受ける、と報告している。

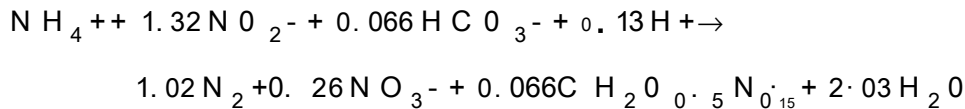
[0021] 同第三の特徴構成は、同請求項3に記載した通り、上述した第二の特徴構成に加えて、前記独立栄養性脱窒装置は、被処理水に対して前記亜硝酸化処理が行なわれる亜硝酸化装置と、前記亜硝酸化処理が行なわれた被処理水に対して前記嫌氣的アンモニア酸化処理が行なわれる嫌氣的アンモニア酸化装置とを備えて構成され、前記第1移送経路は前記汚泥嫌気性消化装置の消化液を前記亜硝酸化装置に供給する経路で構成されている点にある。

[0022] 独立栄養性脱窒装置が亜硝酸化装置と嫌氣的アンモニア酸化装置の2槽式で構成される場合には、汚泥嫌気性消化装置の消化液が第1移送経路を經由して亜硝酸化装置に供給される。

[0023] 同第四の特徴構成は、同請求項4に記載した通り、上述した第三の特徴構成に加えて、前記汚泥嫌気性消化装置の消化液を前記嫌氣的アンモニア酸化装置に供給する第2移送経路を備えている点にある。

[0024] 嫌氣的アンモニア酸化反応は、以下の式で表されるように、1当量のアンモニア態窒素を電子供与体とし、約1.3当量の亜硝酸態窒素を電子受容体

とした独立栄養性細菌による脱窒反応である。



[0025] 亜硝酸化装置で部分的に亜硝酸化された硝化液の亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素とが上式のモル比であれば、効率的に嫌氣的アンモニア酸化処理が進むが、上式のモル比と大きく異なる場合には嫌氣的アンモニア酸化処理が滞ることになる。そのような場合でも、第2移送経路を介して供給されるアンモニア濃度の高い消化液によって、亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素のモル比を適正な値、例えば1 : 1.3 ~ 1.4程度に調節することができ、嫌氣的アンモニア酸化を効率的に進行させることができるようになる。

[0026] 同第五の特徴構成は、同請求項5に記載した通り、上述した第四の特徴構成に加えて、前記溶解性有機物分解装置は、従属栄養性脱窒微生物によって亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素を窒素分子に還元する脱窒処理を行なう従属栄養性脱窒装置であり、前記亜硝酸化装置の処理液を前記従属栄養性脱窒装置に供給する第3移送経路と、前記嫌氣的アンモニア酸化装置の処理液を前記従属栄養性脱窒装置に供給する第4移送経路の少なくとも一方を備えている点にある。

[0027] 亜硝酸化装置で生成された亜硝酸の一部を、第3移送経路を経由して従属栄養性脱窒装置に返送することにより、懸濁性有機物除去装置の処理液に含まれる主に溶解性有機物を電子供与体とし亜硝酸化装置から導入された亜硝酸態窒素を電子受容体とする従属栄養性微生物によって脱窒反応が進行し、亜硝酸化装置に流入する有機物濃度を低減させることができる。

[0028] また、嫌氣的アンモニア酸化装置の処理液の一部を、第4移送経路を経由して従属栄養性脱窒装置に返送することにより、嫌氣的アンモニア酸化反応で生成された硝酸に対して従属栄養性脱窒装置で脱窒することができ、嫌氣的アンモニア酸化装置から系外に排出される硝酸量を低減できるようになる。

[0029] 同第六の特徴構成は、同請求項6に記載した通り、上述した第一から第五

の何れかの特徴構成に加えて、被処理水は、1)  $\text{NH}_3\text{-N}$  (アンモニア態窒素濃度)  $< 100 \text{ ppm}$ 、2)  $\text{BOD}/\text{NH}_3\text{-N} > 3.0$  であり、前記溶解性有機物分解装置の処理液は、3)  $0.5 < \text{BOD}/\text{NH}_3\text{-N} < 2.0$  である点にある。

[0030] 独立栄養性脱窒装置では曝気量を調節して溶存酸素濃度が適当な範囲に制御されるが、アンモニア態窒素濃度が  $100 \text{ ppm}$  未満の場合は、僅かな曝気風量の変化で溶存酸素濃度が大きく変動してしまう。そのような場合でも、 $\text{BOD}/\text{NH}_3\text{-N}$  を  $0.5$  より大きな値に調節することで、 $\text{BOD}$  による酸素の消費によつて溶存酸素濃度の大きな変動を抑えることができる。尚、 $\text{BOD}/\text{NH}_3\text{-N}$  が  $2.0$  を超えると曝気量が増えて、省エネルギーの観点から望ましくない。

[0031] 本発明による窒素含有有機性廃水の処理方法の第一の特徴構成は、同請求項 7 に記載した通り、懸濁性有機物、溶解性有機物及びアンモニアを含有する被処理水に対して、好気条件下で独立栄養性微生物によつてアンモニアを亜硝酸に酸化する亜硝酸化処理工程と、嫌気条件下で独立栄養性微生物によるアンモニア態窒素を電子供与体とし亜硝酸態窒素を電子受容体とした嫌气的アンモニア酸化処理工程と、を含む独立栄養性脱窒処理工程を実行する窒素含有有機性廃水の処理方法であつて、前記独立栄養性脱窒処理工程の前に、被処理水から懸濁性有機物を分離する懸濁性有機物分離処理工程と、懸濁性有機物が分離された被処理水に含まれる溶解性有機物を生物学的に分解する溶解性有機物分解処理工程とを実行し、懸濁性有機物及び溶解性有機物が低減された被処理水を前記独立栄養性脱窒処理工程に供給する点にある。

[0032] 同第二の特徴構成は、同請求項 8 に記載した通り、上述の第一の特徴構成に加えて、前記懸濁性有機物分離処理工程で分離された懸濁性有機物を嫌気性消化する污泥嫌気性消化処理工程を含み、前記污泥嫌気性消化処理工程による消化液を前記亜硝酸化処理工程と、前記嫌气的アンモニア酸化処理工程とに供給する点にある。

[0033] 同第三の特徴構成は、同請求項 9 に記載した通り、上述した第二の特徴構

成に加えて、前記溶解性有機物分解処理工程は、従属栄養性脱窒微生物によって亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素を窒素分子に還元する従属栄養性脱窒処理工程であり、前記亜硝酸化処理工程による処理液を前記従属栄養性脱窒処理工程に供給し、前記嫌氣的アンモニア酸化処理工程による処理液を前記従属栄養性脱窒処理工程に供給する点にある。

## 発明の効果

[0034] 以上説明した通り、本発明によれば、従来技術より効率的な処理が可能となり、さらには懸濁性及び溶解性有機物を含む廃水であっても、さらには、低アンモニア濃度の廃水であっても、独立栄養性微生物を用いて効率的に嫌氣的アンモニア酸化処理を行なえる廃水処理システム及び廃水処理方法を提供することができるようになった。

## 図面の簡単な説明

[0035] [図1] 図1は、本発明による廃水処理システムの第一態様の説明図である。

[図2] 図2は、本発明による廃水処理システムの第二態様の説明図である。

[図3] 図3は、本発明による廃水処理システムの第三態様の説明図である。

[図4] 図4は、本発明による廃水処理システムの第四態様の説明図である。

[図5] 図5は、本発明による廃水処理システムの第五態様の説明図である。

## 発明を実施するための形態

[0036] 以下、本発明による廃水処理システム及び廃水処理方法の実施形態を説明する。

図1には、第一の態様の廃水処理システムが示されている。当該廃水処理システムは、懸濁性有機物、溶解性有機物及びアンモニアを含有する被処理水を浄化するシステムであり、懸濁性有機物分離装置10と、溶解性有機物分解装置20と、独立栄養性脱窒装置30を備えている。

[0037] 懸濁性有機物分離装置10では、被処理水に含まれる懸濁性有機物が分離され、溶解性有機物分解装置20では、被処理水に含まれる溶解性有機物が分解処理される。懸濁性有機物及び溶解性有機物が低減された被処理水が独立栄養性脱窒装置30に供給され、独立栄養性脱窒装置30では、亜硝酸化

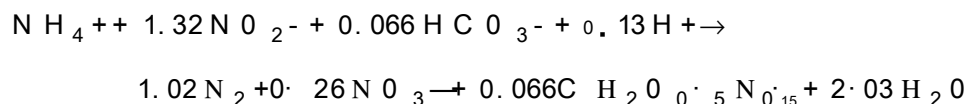
処理と嫌氣的アンモニア酸化処理とによって独立栄養性脱窒処理が実行される。

[0038] 懸濁性有機物分離装置 10 として、沈殿装置、凝集沈殿装置、浮上分離装置、スクリーン装置、膜分離装置、サイクロン装置、スクリュープレスやデカンタ等の機械的分離装置の何れかを採用して構成することができる。これらの複数の装置を組み合わせて構成することも可能である。

[0039] 溶解性有機物分解装置 20 では、例えば、嫌気性消化処理や従属栄養性脱窒処理等によつて溶解性有機物を分解する生物反応槽を備えて構成することが好ましい。このような構成を採用すると、溶解性有機物分解装置 20 に曝気装置を備える必要がないので、電力コストを低減することができる。

[0040] 亜硝酸化処理とは、アンモニアを含有する被処理水に対して、好気条件下で独立栄養性微生物（独立栄養性亜硝酸化菌）によってアンモニア態窒素を亜硝酸態窒素に酸化する処理である。

[0041] 嫌氣的アンモニア酸化処理とは、嫌気条件下で独立栄養性微生物（独立栄養性脱窒菌）によるアンモニア態窒素を電子供与体とし亜硝酸態窒素を電子受容体とする嫌氣的アンモニア酸化処理であつて、以下の化学式で表されるように、1 当量のアンモニア態窒素と約 1.3 当量の亜硝酸態窒素とを脱窒反応によって窒素分子に変換する処理である。



[0042] 独立栄養性脱窒装置 30 に供給される被処理水に多量の溶解性有機物が含まれていると、亜硝酸化処理に要する酸素が溶解性有機物の分解処理に費やされて、亜硝酸化処理が妨げられることになる。

[0043] 当該廃水処理システムによれば、独立栄養性脱窒装置 30 の前段に備えた懸濁性有機物分離装置 10 によつて、先ず被処理水から懸濁性有機物が分離され、次に懸濁性有機物が分離された被処理水に含まれる溶解性有機物が溶解性有機物分解装置 20 によつて分解処理され、当該溶解性有機物分解装置 20 によつて溶解性有機物濃度が低くなつた被処理水が後段の独立栄養性脱

窒装置 30 に供給される。その結果、アンモニア態窒素を亜硝酸態窒素に酸化する亜硝酸化処理を行なう独立栄養性微生物の処理が妨げられることがなく、曝気のための電力コストを効果的に低減することができるようになる。

[0044] 独立栄養性脱窒装置 30 として、亜硝酸化処理を行なう亜硝酸化槽と、嫌氣的アンモニア酸化処理を行なうアンモニア酸化槽を直列配置した 2 槽直列式の構成や、Canon や SNAP 等の 1 槽式の構成を採用することができる。

[0045] Canon と呼ばれる方法は、Sequential Batch Reactor (SBR) に微量の酸素を供給することで流入するアンモニアの約半量をアンモニア酸化細菌の働きによって亜硝酸に変換し、一つの槽でアンモニアの除去を進行させる方法である。

[0046] SNAP と呼ばれる方法は、嫌氣的にアンモニア酸化する独立栄養性脱窒菌を含む菌群を担体に付着固定化し、その菌群の外表面にアンモニア酸化細菌を含む菌群を付着固定化したアンモニア処理材をアンモニア含有廃水に接触させてアンモニアを除去する方法である。

[0047] また、アンモニア酸化細菌と独立栄養性脱窒菌を包括固定化した担体を反応槽内で流動させ、溶存酸素を脱窒反応を阻害しない範囲に調節してアンモニアを除去する方法もある。

[0048] つまり、当該廃水処理システムによって、懸濁性有機物、溶解性有機物及びアンモニアを含有する被処理水に対して、好気条件下で独立栄養性微生物によってアンモニアを亜硝酸に酸化する亜硝酸化処理工程と、嫌気条件下で独立栄養性微生物によるアンモニア態窒素を電子供与体とし亜硝酸態窒素を電子受容体とした嫌氣的アンモニア酸化処理工程と、を含む独立栄養性脱窒処理工程を実行する窒素含有有機性廃水の処理方法が実行される。

[0049] 詳しくは、前記独立栄養性脱窒処理工程の前に、被処理水から懸濁性有機物を分離する懸濁性有機物分離処理工程と、懸濁性有機物が分離された被処理水に含まれる溶解性有機物を生物学的に分解する溶解性有機物分解処理工程とを実行し、懸濁性有機物及び溶解性有機物が低減された被処理水を前記独立栄養性脱窒処理工程に供給する窒素含有有機性廃水の処理方法が実行さ

れる。

[0050] 図 2 には、第二の態様の廃水処理システムが示されている。第一の態様に加えて、懸濁性有機物分離装置 10 で分離した懸濁性有機物を嫌気性消化する汚泥嫌気性消化装置 40 と、汚泥嫌気性消化装置 40 の消化液を独立栄養性脱窒装置 30 に供給する第 1 移送経路 R1 を備えている。

[0051] 汚泥嫌気性消化装置 40 によって懸濁性有機物が嫌気性消化される結果、アンモニア態窒素が濃縮された消化液が得られる。溶解性有機物分解装置 20 から独立栄養性脱窒装置 30 に供給される被処理水中のアンモニア態窒素の濃度が低い場合でも、汚泥嫌気性消化装置 40 の消化液が独立栄養性脱窒装置 30 に供給されることによって効率的に脱窒処理が進むようになる。

[0052] 独立栄養性脱窒装置 30 では遊離アンモニア濃度 (F A ;Free Ammonia) が高くなるため、硝酸化菌の活性が抑制され、亜硝酸化菌による亜硝酸化が優先的に進行するようになり、その結果、嫌氣的アンモニア酸化処理が効率的に行なわれるようになるのである。

[0053] 遊離アンモニア濃度 (F A) を 0.1 ~ 10 ppm の範囲に調整することが好ましく、硝酸化菌の活性を選択的に抑制することで、アンモニア濃度が 100 ppm 未満の被処理水であっても良好に処理できる。さらに、温度制御や pH 制御による硝酸化菌の抑制が不要となり電力コストや薬品コストを節約できるようになる。

[0054] 遊離アンモニア濃度は、被処理水のアンモニウムイオン濃度を隔膜式イオン電極法等によって測定し、下記の [数 1] に示すように、温度と pH との関係から算出する Anthonisen らの計算式で求める方法を採用することができる。

[0055] [数 1]

$$F_A = \frac{17}{14} \times \frac{[NH_4^+ - N] \times 10^{-3}}{3 + 10^{pH}} -$$

[0056] 尚、図 2 中、破線で示されているように、汚泥嫌気性消化装置 40 の消化液の有機物濃度が大きいときは、消化液の一部を溶解性有機物分解装置 20

に供給し、独立栄養性脱窒装置 30 に供給される消化液に含まれる BOD 成分を調整することによって、嫌氣的アンモニア酸化処理を効率よく進行させることができる。

[0057] つまり、上述した窒素含有有機性廃水の処理方法に加えて、懸濁性有機物分離処理で分離した懸濁性有機物を嫌気性消化する汚泥嫌気性消化処理を含み、汚泥嫌気性消化処理による消化液を前記亜硝酸化処理と、前記嫌氣的アンモニア酸化処理に供給する窒素含有有機性廃水の処理方法が実行される。

[0058] 図 3 には、第三の態様の廃水処理システムが示されている。当該廃水処理システムは、上述した独立栄養性脱窒装置 30 が、被処理水に対して亜硝酸化処理を行なう亜硝酸化装置 30A と、亜硝酸化処理が行なわれた被処理水に対して嫌氣的アンモニア酸化処理を行なう嫌氣的アンモニア酸化装置 30B の 2 槽直列式で構成されている。

[0059] この場合、汚泥嫌気性消化装置 40 の消化液を亜硝酸化装置 30A に供給する経路が第 1 移送経路 R1 となる。さらに、汚泥嫌気性消化装置 40 の消化液を嫌氣的アンモニア酸化装置 30B に供給する第 2 移送経路 R2 を備えた構成を採用してもよい。

[0060] 亜硝酸化装置 30A で部分的に亜硝酸化された硝化液の亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素が上式の本比であれば、嫌氣的アンモニア酸化装置 30B で効率的に嫌氣的アンモニア酸化処理が進むが、上式の本比と大きく異なる場合には嫌氣的アンモニア酸化処理が滞ることになる。

[0061] そのような場合でも、第 2 移送経路 R2 を介して供給されるアンモニア態窒素濃度の高い消化液によって、亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素の本比を適正な値、例えば 1 : 1.3 ~ 1.4 程度に調節することができ、嫌氣的アンモニア酸化を効率的に進行させることができるようになる。

[0062] また、一点破線で示される移送経路を介して、溶解性有機物分解装置の処理液の一部を嫌氣的アンモニア酸化装置に供給して、亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素の本比を調整することもできる。

[0063] 図 4 には、第四の態様の廃水処理システムが示されている。当該廃水処理

システムは、上述した溶解性有機物分解装置 20 として、従属栄養性脱窒微生物によって亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素を窒素分子に還元する脱窒処理を行なう従属栄養性脱窒装置 20 が採用され、亜硝酸化装置 30 A の処理液を従属栄養性脱窒装置 20 に供給する第 3 移送経路 R3 と、嫌氣的アンモニア酸化装置 30 B の処理液を従属栄養性脱窒装置 20 に供給する第 4 移送経路 R4 の少なくとも一方を備えている。

[0064] 亜硝酸化装置 30 A で生成した亜硝酸の一部を、第 3 移送経路 R3 を介して従属栄養性脱窒装置 20 に返送することにより、懸濁性有機物除去装置 10 の処理液に含有する、主に溶解性有機物を電子供与体とし亜硝酸化装置から導入された亜硝酸態窒素を電子受容体とする従属栄養性微生物によって脱窒反応を進行させることができる。

[0065] また、嫌氣的アンモニア酸化装置 30 B の処理液の一部を、第 4 移送経路 R4 を介して従属栄養性脱窒装置 20 に返送することにより、嫌氣的アンモニア酸化反応で生成された硝酸に対して従属栄養性脱窒装置 20 で脱窒することができ、嫌氣的アンモニア酸化装置 30 B から系外に排出される硝酸量を低減することができるようになる。

[0066] 図 5 に示すように、当該廃水処理システムに導入される被処理水のアンモニア態窒素濃度が 100 ppm 未満の場合、被処理水のアンモニア態窒素濃度に対する BOD 比は 3.0 より大きいことが好ましい。特に、懸濁性有機物濃度の比率が大きい方がより好ましい。污泥嫌気性消化装置 40 でのアンモニア回収効率が向上して、独立栄養性脱窒装置 30 での遊離アンモニア濃度の調整が容易になるからである。そして、溶解性有機物分解装置 20 の処理水のアンモニア態窒素濃度に対する BOD 比を 0.5 より大きく、2.0 より小さい範囲に調整することによっても、亜硝酸化を安定させることができる。

[0067] 独立栄養性脱窒装置 30 では曝気量を調節して溶存酸素濃度が適当な範囲に制御されるが、アンモニア態窒素濃度が 100 ppm 未満の場合は、僅かな曝気風量の変化で溶存酸素濃度が大きく変動してしまう。そのような場合

でも、 $BOD / NH_3 - N$ を0.5より大きな値に調節することで、 $BOD$ による酸素の消費によって溶存酸素濃度の大きな変動を抑えることができるのである。尚、 $BOD / NH_3 - N$ が2.0を超えると曝気量が増えて、省エネルギーの観点から望ましくない。

[0068] 曝気量の調整は、溶存酸素濃度の測定値に基づく方法の他に、アンモニウムイオン濃度や亜硝酸イオン濃度の測定値に基づいて行う方法や、これらを組み合わせた方法で行うことができる。

[0069] このように、本発明によって、従来実現されなかった下水のような低アンモニア濃度の廃水に対しても嫌氣的アンモニア酸化処理を適用することが可能になる。

[0070] 下水処理場で使用する電力量は、約63億kWh（平成16年度）であり、国内で使用される電力量の0.7%を占め、ウルグアイやジャマイカ1国の消費電力量に相当する。そのうち、曝気プロワの消費電力量が25～30%を占める。本発明によって、理論上従来の完全硝化処理の43%の酸素量しか必要としない嫌氣的アンモニア酸化処理を下水処理に適用することで、絶大な節電効果を生み温室効果ガス削減に大きく貢献できるのである。

[0071] 上述した実施形態は、何れも本発明の一例であり、該記載により本発明が限定されるものではなく、各部の具体的構成は本発明の作用効果が奏される範囲で適宜設計可能であることはいうまでもない。

## 符号の説明

- [0072] 10 :懸濁性有機物分離装置  
20 :溶解性有機物分解装置  
30 :独立栄養性脱窒装置  
30A :亜硝酸化装置  
30B :嫌氣的アンモニア酸化装置  
40 :污泥嫌気性消化装置  
R1 :第1移送経路  
R2 :第2移送経路

R 3 :第 3 移送経路

R 4 :第 4 移送経路

## 請求の範囲

[請求項 1] 懸濁性有機物、溶解性有機物及びアンモニアを含有する被処理水に対して、好気条件下で独立栄養性微生物によってアンモニアを亜硝酸に酸化する亜硝酸化処理と、嫌気条件下で独立栄養性微生物によるアンモニア態窒素を電子供与体とし亜硝酸態窒素を電子受容体とした嫌气的アンモニア酸化処理と、を行なうことによって脱窒処理する独立栄養性脱窒装置を有する窒素含有有機性廃水の処理システムであって、

前記独立栄養性脱窒装置の前段に、被処理水から懸濁性有機物を分離する懸濁性有機物分離装置と、前記懸濁性有機物分離装置で懸濁性有機物が分離された被処理水に含まれる溶解性有機物を生物学的に分解する溶解性有機物分解装置とを備え、

前記懸濁性有機物分離装置及び前記溶解性有機物分解装置によって懸濁性有機物及び溶解性有機物が低減された被処理水が、前記独立栄養性脱窒装置に供給されることを特徴とする窒素含有有機性廃水の処理システム。

[請求項2] 前記懸濁性有機物分離装置で分離された懸濁性有機物を嫌気性消化する污泥嫌気性消化装置と、前記污泥嫌気性消化装置の消化液を前記独立栄養性脱窒装置に供給する第 1 移送経路を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の窒素含有有機性廃水の処理システム。

[請求項3] 前記独立栄養性脱窒装置は、被処理水に対して前記亜硝酸化処理が行なわれる亜硝酸化装置と、前記亜硝酸化処理が行なわれた被処理水に対して前記嫌气的アンモニア酸化処理が行なわれる嫌气的アンモニア酸化装置とを備えて構成され、

前記第 1 移送経路は前記污泥嫌気性消化装置の消化液を前記亜硝酸化装置に供給する経路で構成されていることを特徴とする請求項 2 記載の窒素含有有機性廃水の処理システム。

[請求項4] 前記污泥嫌気性消化装置の消化液を前記嫌气的アンモニア酸化装置

に供給する第2移送経路を備えていることを特徴とする請求項3記載の窒素含有有機性廃水の処理システム。

[請求項5] 前記溶解性有機物分解装置は、従属栄養性脱窒微生物によって亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素を窒素分子に還元する脱窒処理を行なう従属栄養性脱窒装置であり、前記亜硝酸化装置の処理液を前記従属栄養性脱窒装置に供給する第3移送経路と、前記嫌氣的アンモニア酸化装置の処理液を前記従属栄養性脱窒装置に供給する第4移送経路の少なくとも一方を備えていることを特徴とする請求項4記載の窒素含有有機性廃水の処理システム。

[請求項6] 被処理水は、

$$1) \text{NH}_3\text{-N (アンモニア態窒素濃度)} < 100 \text{ ppm}$$

$$2) \text{BOD} / \text{NH}_3\text{-N} > 3.0$$

であり、前記溶解性有機物分解装置の処理液は、

$$3) 0.5 < \text{BOD} / \text{NH}_3\text{-N} < 2.0$$

であることを特徴とする請求項1から5の何れかに記載の窒素含有有機性廃水の処理システム。

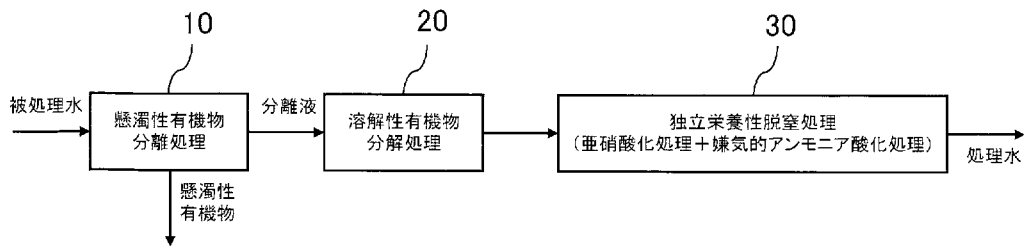
[請求項7] 懸濁性有機物、溶解性有機物及びアンモニアを含有する被処理水に対して、好気条件下で独立栄養性微生物によってアンモニアを亜硝酸に酸化する亜硝酸化処理工程と、嫌気条件下で独立栄養性微生物によるアンモニア態窒素を電子供与体とし亜硝酸態窒素を電子受容体とした嫌氣的アンモニア酸化処理工程と、を含む独立栄養性脱窒処理工程を実行する窒素含有有機性廃水の処理方法であって、

前記独立栄養性脱窒処理工程の前に、被処理水から懸濁性有機物を分離する懸濁性有機物分離処理工程と、懸濁性有機物が分離された被処理水に含まれる溶解性有機物を生物学的に分解する溶解性有機物分解処理工程とを実行し、懸濁性有機物及び溶解性有機物が低減された被処理水を前記独立栄養性脱窒処理工程に供給することを特徴とする窒素含有有機性廃水の処理方法。

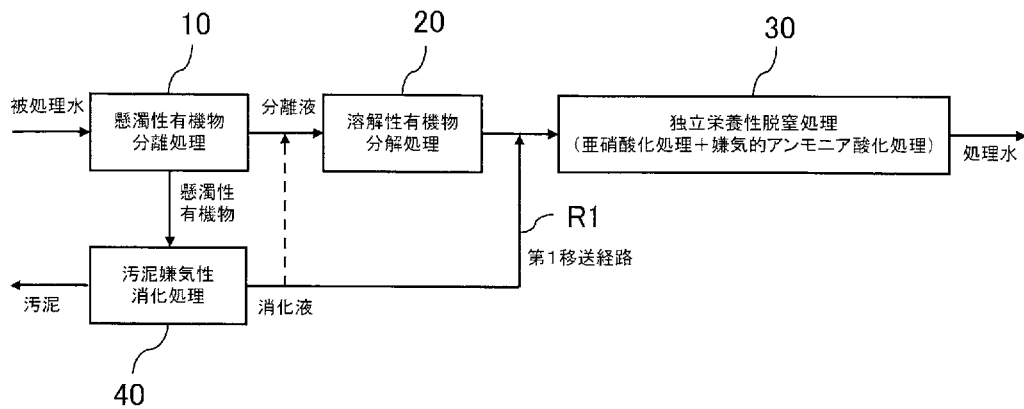
[請求項8] 前記懸濁性有機物分離処理工程で分離された懸濁性有機物を嫌気性消化する汚泥嫌気性消化処理工程を含み、前記汚泥嫌気性消化処理工程による消化液を前記亜硝酸化処理工程と、前記嫌気的アンモニア酸化処理工程とに供給することを特徴とする請求項7記載の窒素含有有機性廃水の処理方法。

[請求項9] 前記溶解性有機物分解処理工程は、従属栄養性脱窒微生物によって亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素を窒素分子に還元する従属栄養性脱窒処理工程であり、前記亜硝酸化処理工程による処理液を前記従属栄養性脱窒処理工程に供給し、前記嫌気的アンモニア酸化処理工程による処理液を前記従属栄養性脱窒処理工程に供給することを特徴とする請求項8記載の窒素含有有機性廃水の処理方法。

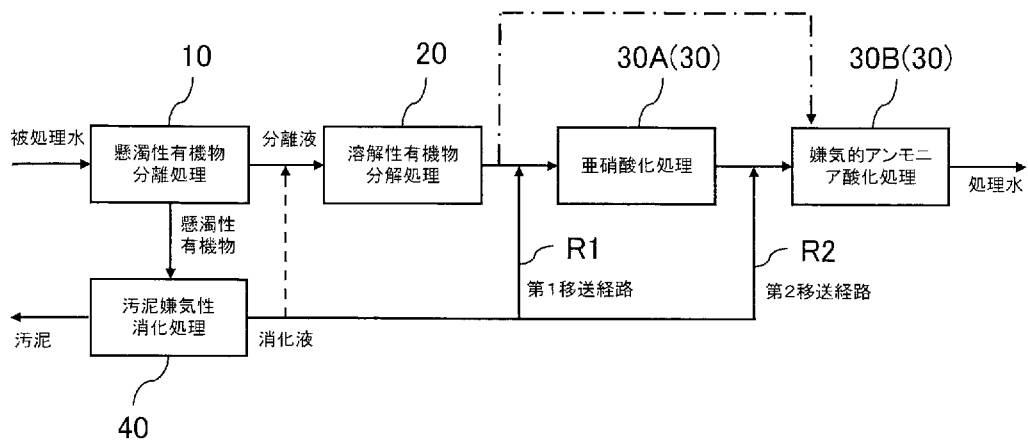
[図1]



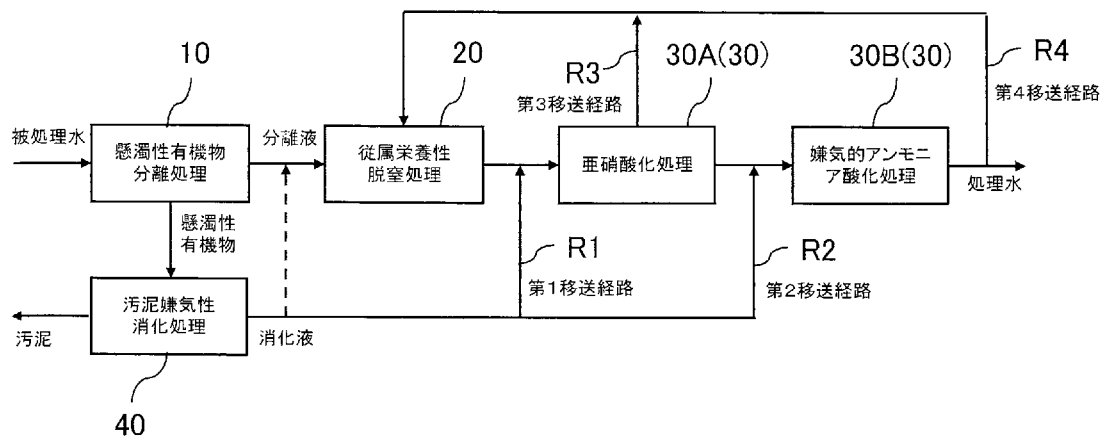
[図2]



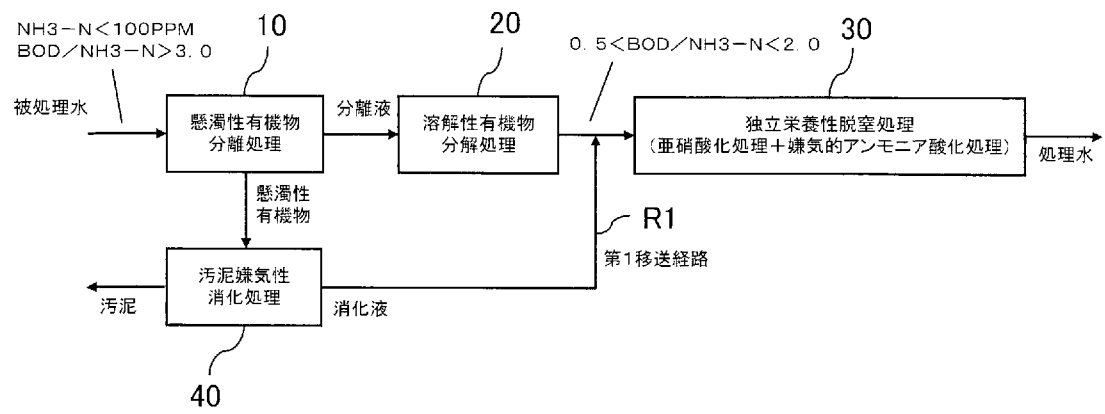
[図3]



[図4]



[図5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 081599

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F3/3 4 (2006.01) i, C02F1 1/04 (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)

C02F3/34, C02F11/04

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 | 1996-2013 |
| Kokai   | Jitsuyo | Shinan | 1971-2013 | Toroku  | Jitsuyo | Shinan | Koho | 1994-2013 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                            | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2006-55739 A (Kurita Water Industries Ltd.),<br>02 March 2006 (02.03.2006),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1, 6, 7               |
| X         | JP 2005-74253 A (Kurita Water Industries Ltd.),<br>24 March 2005 (24.03.2005),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1, 6, 7               |
| X         | JP 2006-281003 A (Hitachi Zosen Corp.),<br>19 October 2006 (19.10.2006),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)       | 1, 6, 7               |



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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
23 January, 2013 (23.01.13)Date of mailing of the international search report  
05 February, 2013 (05.02.13)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 081599

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2002-159992 A (Korea Institute of Science and Technology),<br>04 June 2002 (04.06.2002),<br>entire text; all drawings<br>& US 2002/0074287 A1 & KR 10-2001-0007872 A<br>& TW 585842 B & CN 1347851 A | 1, 6, 7               |
| X         | JP 2010-207785 A (Nittetsu Kankyo Engineering Kabushiki Kaisha),<br>24 September 2010 (24.09.2010),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                      | 1, 6, 7               |
| A         | JP 2010-115620 A (IHI Corp.),<br>27 May 2010 (27.05.2010),<br>claims 1 to 12<br>(Family: none)                                                                                                          | 1-9                   |
| A         | JP 2009-39643 A (Hitachi Plant Technologies, Ltd.),<br>26 February 2009 (26.02.2009),<br>claims 1 to 10<br>(Family: none)                                                                               | 1-9                   |
| A         | JP 2006-325512 A (Takuma Co., Ltd.),<br>07 December 2006 (07.12.2006),<br>paragraphs [0005], [0006]<br>(Family: none)                                                                                   | 1-9                   |

## A . 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C) )

Int.Cl. C02F3/34 (2006. 01) i , C02F1 1/04 (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 (I P C) )

Int.Cl. C02F3/34, C02F1 1/04

## 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   | 1 9 2 2 — 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 — 2 0 1 3 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 — 2 0 1 3 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 — 2 0 1 3 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<br>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<br>請求項の番号 |
|----------------|---------------------------------------------------------|----------------|
| X              | JP 2006-55739 A (栗田工業株式会社) 2006・03・02, 全文、全図 (ファミリーなし)  | 1, 6, 7        |
| X              | JP 2005-74253 A (栗田工業株式会社) 2005・03・24, 全文、全図 (ファミリーなし)  | 1, 6, 7        |
| X              | JP 2006-281003 A (日立造船株式会社) 2006・10・19, 全文、全図 (ファミリーなし) | 1, 6, 7        |

☒ 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

IA 「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」

IE 「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」

「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)」

IO 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」

IP 「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

「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」

IX 「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」

IY 「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」

I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

2 3 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 — 8 9 1 5

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

電話番号 0 3 — 3 5 8 1 — 1 1 0 1 内線 3 4 2 1

4 D

8 6 1 6

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                           |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| X                     | JP 2002-159992 A (韓国科学技術研究院) 2002. 06. 04, 全文、全図 & US 2002/0074287 AI & KR 10-2001-0007872 A & TW 585842 B & CN 1347851 A | 1, 6, 7        |
| X                     | JP 2010-207785 A (日鉄環境エンジニアリング株式会社) 2010. 09. 24, 全文、全図 (ファミリーなし)                                                         | 1, 6, 7        |
| A                     | JP 2010-115620 A (株式会社 I H I) 2010. 05. 27, 請求項 1 - 12 (ファミリーなし)                                                          | 1 - 9          |
| A                     | JP 2009-39643 A (株式会社 日立プラントテクノロジー) 2009. 02. 26, 請求項 1 - 10 (ファミリーなし)                                                    | 1 - 9          |
| A                     | JP 2006-325512 A (株式会社 タクマ) 2006. 12. 07, 段落 0005, 0006 (ファミリーなし)                                                         | 1 - 9          |