

(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
2017年7月13日(13.07.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/119441 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/28 (2006.01) B01J 20/34 (2006.01)
B01J 20/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/000114
- (22) 国際出願日: 2017年1月5日(05.01.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-002466 2016年1月8日(08.01.2016) JP
特願 2016-077990 2016年4月8日(08.04.2016) JP
- (71) 出願人: 東洋紡株式会社(TOYOBO CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒5308230 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目2番8号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 河野 大樹(KOHNO, Daiki); 〒5200292 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡株式会社内 Shiga (JP). 杉浦 勉(SUGIURA, Tsutomu); 〒5308230 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目2番8号 東洋紡株式会社内 Osaka (JP).

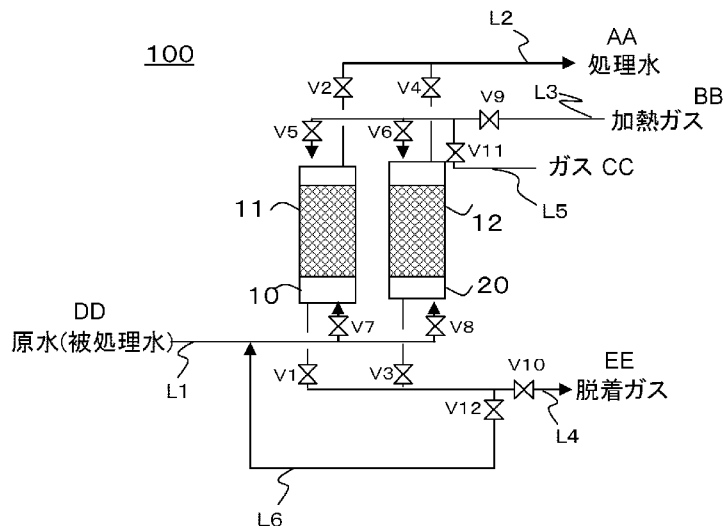
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: WATER TREATMENT APPARATUS, ADSORPTION ELEMENT, AND WATER TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 水処理装置、吸着素子、および水処理方法



(57) Abstract: This water treatment apparatus repeatedly performs: an adsorption process of passing water through an adsorption element comprising an activated carbon fiber structure made of fiber bundles and adsorbing organic compounds on said adsorption element; a dehydration process of removing water adhering to the adsorption element by passing a gas through the adsorption element; and a desorption process of desorbing the organic compounds adsorbed to the adsorption element by passing a heated gas through the adsorption element.

(57) 要約: 本発明の水処理装置は、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む吸着素子に通流させて、該吸着素子に前記有機化合物を吸着させる吸着処理と、前記吸着素子にガスを通気させて、前記吸着素子の付着水を除去する脱水処理と、前記吸着素子に加熱ガスを通気させて前記吸着素子に吸着された前記有機化合物を脱着する脱着処理と、を繰返し実行する。

AA Treated water
BB Heated gas
CC Gas
DD Raw water (water to be treated)
EE Desorption gas

明 細 書

発明の名称： 水処理装置、吸着素子、および水処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、有機化合物を含有する水（被処理水、原水）から有機化合物を除去して浄化する装置に関し、特に各種工場、研究施設の排水、最終処分場の浸出水、地下水等から有機溶剤等の有機化合物を除去する装置に関するものである。

背景技術

[0002] 有機化合物などを含有する水を浄化する装置として、特許文献 1 記載の吸脱着式の水処理装置が知られている。この水処理装置は、吸着素子に有機化合物を含有する水を通流させて有機化合物を吸着させる吸着工程と、その後有機化合物を吸着した吸着素子にガスを供給して吸着素子に付着する付着水を除去するパージ（脱水）工程と、高温の加熱ガスを供給して吸着素子に吸着された有機化合物を脱離させて吸着素子を再生する脱着工程とを実施し、これらの工程を繰返し行うことで、吸着素子を再生しながら、基本的に吸着素子の交換なしに、連続的に水の浄化ができる。

[0003] 特許文献 1 の水処理装置において、吸着素子を再生するためのエネルギー（以下、吸着素子の再生エネルギー）としては、吸着素子に吸着された有機化合物の脱離のほかに、吸着素子に吸着した水の脱離および吸着素子表面に残存した付着水の乾燥に使用される加熱ガスを供給するためのエネルギーが必要となる。そのため、付着水を高効率に脱水除去できれば、吸着素子の再生エネルギーの削減が可能となる。

[0004] また、特許文献 1 の水処理装置において、吸着素子の圧力損失が低いほど、脱水工程や脱着工程でのガスの通気にかかるエネルギーを削減できる。

[0005] 本発明者らは、上述の再生エネルギーの削減において、吸着素子として活性炭素繊維の不織布を用いる場合、活性炭素繊維径を太くすることで改善できることを見出し、繊維径を太くした活性炭素繊維の不織布を開発し（特許文

献２）、上述の水処理装置に適用することで、高脱水効率かつ低圧損で再生可能であるとしている（特許文献３）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：日本国特許公報「特許第４５１２９９３号」

特許文献２：日本国公報「特許第５２５０７１７号」

特許文献３：日本国公開特許公報「特開２０１３－１１１５５１号」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記のように、特許文献３から、不織布を構成する活性炭素繊維をより太くすることが、再生エネルギーの削減に有効な手段と言える。しかし、特許文献２から、活性炭素繊維径を $40\mu\text{m}$ を超えて太くすると、繊維が交絡せず、強度低下が起き、吸着素子としての構造を保持できないことがわかる。そのため、活性炭素繊維径を $40\mu\text{m}$ を超えて太くすると、上述の水処理装置の処理槽への充填時や吸脱着操作の繰返しによって破損や繊維の脱落などが発生する場合がある。

[0008] そこで、本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、破損や繊維の脱落が抑制された高脱水効率で低圧損の吸着素子を備え、かつ、その吸着素子の再生のためのエネルギーが削減可能な水処理装置等を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者らは鋭意検討した結果、以下に示す手段により、上記課題を解決できることを見出し、本発明に到達した。すなわち本発明は以下の構成からなる。

[0010] １．有機化合物を含有する水を、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む吸着素子に通流させて、該吸着素子に前記有機化合物を吸着させる吸着処理と、前記吸着素子にガスを通気させて、前記吸着素子の付着水を除去する

脱水処理と、前記吸着素子に加熱ガスを通気させて前記吸着素子に吸着された前記有機化合物を脱着する脱着処理と、を繰返し実行することを特徴とする水処理装置。2. 吸着素子が充填された処理槽と、該吸着素子に有機化合物を吸着させるため前記処理槽に有機化合物を含有する水を通流させる水通流部と、前記吸着素子から付着水を除去するために前記処理槽にガスを通気させるガス通気部と、前記吸着素子から有機化合物を脱着するために前記処理槽に加熱ガスを通気させる加熱ガス通気部と、を備えた水処理装置であり、前記吸着素子は、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む、ことを特徴とする水処理装置。3. 前記繊維束の直径が、 $100 \sim 600 \mu\text{m}$ である前記1または2に記載の水処理装置。4. 前記脱水工程にて除去した付着水を、再度、前記吸着素子に吸着させる返送ルートを備えた前記1から3のいずれか1つに記載の水処理装置。5. 前記構造体が、織物または編物である前記1から4のいずれか1つに記載の水処理装置。6. 前記構造体が、フライス編による編物であることを特徴とする前記1から4のいずれか1つに記載の水処理装置。7. 前記1～6のいずれか1つに記載の水処理装置に用いられる繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む吸着素子。8. 有機化合物を含有する水を、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む吸着素子に通流させて、該吸着素子に前記有機化合物を吸着させる吸着工程と、前記吸着素子にガスを通気させて、前記吸着素子の付着水を除去する脱水工程と、前記吸着素子に加熱ガスを通気させて前記吸着素子に吸着された前記有機化合物を脱着する脱着工程と、を繰返し実行することを特徴とする水処理方法。

発明の効果

[0011] 本発明の上記構成によれば、吸着素子の破損や繊維の脱落を抑制し、吸着素子としての構造を保持でき、吸着素子を再生するエネルギー量を低減することができる水処理装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施の一形態の水処理装置を示す図である。

[図2]本発明の実施の一形態の水処理装置に用いる吸着素子における（a）編物の組織構造の例、（b）は織物の組織構造の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明の実施形態について詳細に説明する。 本発明に係る水処理装置は、有機化合物を含有する水を、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む吸着素子に通流させて該吸着素子に有機化合物を吸着させる吸着処理（吸着工程）と、前記吸着素子にガスを通気させて該吸着素子の付着水を除去する脱水処理（脱水工程）と、前記吸着素子に加熱ガスを通流させて該吸着素子に吸着された有機化合物を脱着する脱着処理（脱着工程）と、を繰り返し実行する処理装置である。この構成により、吸着素子の交換無しに、水処理を連続的に行うことができる。

[0014] また、本発明に係る水処理装置は、以下の構成と言うこともできる。吸着素子が充填された処理槽と、該吸着素子に有機化合物を吸着させるため前記処理槽に有機化合物を含有する水を通流させる被処理水流通部と、前記吸着素子から付着水を除去するために前記処理槽にガスを通気させるガス通気部と、前記吸着素子から有機化合物を脱着するために前記処理槽に加熱ガスを通気させる加熱ガス通気部と、を備えた水処理装置であり、前記吸着素子は、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む、装置である。

[0015] 好ましい水処理装置の構造としては、吸着素子を複数備えており、吸着工程と脱水工程と脱着工程とをダンパー等にて切替操作を行い、吸着、脱水、脱着を連続的に行う水処理装置である。また、吸着素子が回転することができ、吸着工程で有機化合物を吸着した吸着素子の部位が、吸着素子の回転により、脱水、脱着工程へ移動する構造を有する水処理装置も好ましい装置の構造である。

[0016] そこで、本実施形態では、本発明に係る水処理装置の一例として、図1に示すダンパー切替方式の水処理装置100について説明する。

[0017] 図1に示すように、水処理装置100は、それぞれ吸着素子11、12が充填された第1処理槽10および第2処理槽20を有している。処理槽の数は

限定されない。第1処理槽10および第2処理槽20にはダンパーや弁（バルブV1～V12）等が取付けられており、吸着工程、脱水工程および脱着工程は、これらのダンパーや弁等の開閉操作を行うことで流路を切替える制御を行う。

[0018] 吸着素子11、12は、原水（被処理水）を接触させることで被処理水に含有される有機物質を吸着する。水処理装置100では、第1処理槽10に被処理水を被処理水導入ラインL1から供給することで有機物質が吸着素子11に吸着され、これにより被処理水が清浄化されて処理水排出ラインL2を通して処理水として排出される。同様に、第1処理槽20に被処理水を被処理水導入ラインL1から供給することで有機物質が吸着素子12に吸着され、これにより被処理水が清浄化されて処理水排出ラインL2を通して処理水として排出される。

[0019] 水処理装置100は、吸着工程後に吸着素子11、12に付着した付着水をガスの通流により除去する脱水工程を実施する。第1処理槽10および第2処理槽20には、ガス供給ラインL5よりガスの通流が流通される。付着水をガスの通流により除去することにより、その後の加熱ガスによる有機化合物の脱着が容易になる。

[0020] 脱水工程で供給するガスは、空気、窒素、不活性ガス、水蒸気などが挙げられるが、特に限定しない。脱水工程で排出される付着水は、外部に放出してもよいが、本実施形態では、戻水返却ラインL6より水処理装置100入口の有機化合物を含有する被処理水に戻す。このように戻すことで、外部放出した際の工程数を省略でき、効率的である。

[0021] 水処理装置100は、脱水工程後に吸着素子11、12に付着した有機化合物を加熱ガスの通流により脱着する脱着工程を実施する。第1処理槽10および第2処理槽20には、加熱ガス供給ラインL3より加熱ガスの通流が流通される。

[0022] 脱着工程で供給される加熱ガスは、加熱された、空気、窒素、不活性ガスもしくは水蒸気などが挙げられるが、特に限定しない。脱着工程にて脱着され

た有機化合物は加熱ガスと混合されて脱着ガスとして脱着ガス排出ラインＬ４を通じて水処理装置１００外へ排出される。

[0023] 水処理装置１００において脱着工程で排出される脱着ガスは、例えば、直接燃焼装置、触媒酸化装置、蓄熱燃焼装置などの燃焼装置や溶剤回収装置や冷却凝縮装置等の一般的に用いられるガス処理装置を適宜選定し、二次処理すればよい。

[0024] 水処理装置１００では、吸着素子が複数（ここでは２つ）の処理槽に分割して充填され、吸着工程を行う処理槽（吸着槽）と脱水および脱着工程を行う処理槽（脱着槽）とを交互に切替える構成となっている。しかし、例えば、処理槽を単槽とし、脱水および脱着工程中は原水を一時的にタンクなどに貯水し、次の吸着工程に一時貯水された原水も併せて吸着処理する構成であってもよい。

[0025] 吸着素子１１，１２は、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を有する。吸着素子１１，１２は、性能面から活性炭素繊維を用いる。つまり、活性炭素繊維は表面にミクロ孔を有する構造であることで、水との接触効率が高く、特に水中の有機化合物の吸着速度が速くなり、他の吸着材に比べて、極めて高い除去効率を発現できる。

[0026] 吸着素子１１，１２に用いる活性炭素繊維の構造体は、原料である繊維を、後述する構造体に加工し、炭化・賦活して得ることができる。

[0027] 吸着素子１１，１２に用いる活性炭素繊維の構造体の原料となる繊維は、特に限定されるものではないが、フェノール系繊維、セルロース系繊維、アクリロニトリル系繊維、ピッチ系繊維が好ましい。中でもフェノール系繊維がさらに好ましい。炭化・賦活後の活性炭素繊維の収率が高く、繊維強度が強いからである。

[0028] 前記フェノール系繊維としては、フェノール樹脂に脂肪酸アミド類、リン酸エステル類、セルロース類よりなる群から選択される少なくとも１種の化合物（配合物）を混合した混合物を紡糸して得られるフェノール系繊維を原糸としても良い。さらに繊維強度が高まるからである。

[0029] 繊維束とは、繊維が束状になっているものであればよく、紡糸、紡績糸、撚糸、フィラメントいずれであってもよい。また、繊維束はどのように製造され

てもよい。繊維束から成る活性炭素繊維の組織構造体は、編物もしくは織物であるのが好ましい。好ましい理由としては、均一に繊維が交絡された不織布と比較して、糸で形成された組織構造のため、吸着素子内の活性炭素繊維の適度に粗密構造を取り、なおかつ、規則正しく活性炭素繊維が配列する構造をとるので、低圧損となり、結果として脱水効率が高くなるからである。編物がより好ましい。同じ長さの経糸と緯糸の交錯によって格子状の組織構造が形成される織物と比較して、縦もしくは横方向に糸を編んで組織構造を形成する編物の方が、上述した粗密構造をとりやすいので、より低圧損で脱水効率が高くなるからである。なお、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体は、上記に限定されず、例えば、糸を固めてシート状にしたものであってもよい。

[0030] 繊維束から成る活性炭素繊維の構造体が織物である場合、織物の組織は、一重組織、重ね組織、添毛組織、からみ組織など挙げられ、特に限定されるものではない。織物の組織構造の例を図2の(b)に示す。

[0031] 繊維束から成る活性炭素繊維の構造体が編物である場合、編物の組織構造は、フリス編（ゴム編）、天竺編（平編）、両面編（パール編）に分類されるニットの他、タック、ウェルトも含むよこ編、デンビー編、コード編、アトラス編などを含むたて編、またこれらの編組織を複合した編物（例えば、フリスとタック編を複合した両畦編など、が挙げられる。特に限定されるものではないが、フリス編が好ましい。フリス編みが好ましいのは、適度な粗密構造を取り、脱水に適していると考えられるからである。編物の組織構造の例を図2の(a)に示す。

[0032] 吸着素子11, 12に用いる活性炭素繊維の構造体における繊維束の直径（太さ）は、100～600 μ mが好ましい。100 μ m以上であると、繊維束の強度が保たれ、吸着材として組織構造を保持できる。また、600 μ m

以下であると、より粗密構造にはならず、吸着工程時に被処理水のショートパスが生じるなどの吸着性能の低下を抑制できる。ここで、繊維束の太さは、活性炭素繊維の構造体のSEM画像を用いて、繊維束の複数個所の直径の測定から求めることができる。繊維束の直径は、他の方法にて計測してもよい。

[0033] また、繊維束として糸を用いる場合、糸は所定の番手の一本の糸で形成される単糸や、二本以上の単糸を撚って形成される撚糸などが挙げられるが、上記の繊維束から成る活性炭素繊維の構造体における繊維束の直径に収まれば、特に限定しない。また、原料の糸の繊度は、綿繊度で40番手単糸～5番手単糸、またその繊度に相当する撚糸（20番手双糸など）が想定されるが、炭化・賦活によって、糸径が収縮するため、原料の繊度は、活性炭素繊維の構造体として適した糸径の範囲であればよい。

[0034] 吸着素子11，12に用いる活性炭素繊維の構造体の上記以外の物性は、特に限定されるものではないが、BET比表面積が $900 \sim 2500 \text{ m}^2/\text{g}$ で、細孔容積が $0.4 \sim 0.9 \text{ cm}^3/\text{g}$ で平均細孔径が $14 \sim 18 \text{ \AA}$ のものが好ましい。BET比表面積が $900 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上、細孔容積が $0.4 \text{ cm}^3/\text{g}$ 異常、細孔径が $14 \text{ \AA}$ 以上であると、有機化合物の吸着量が高くなる。また、BET比表面積が $2500 \text{ m}^2/\text{g}$ 以下、細孔容積が $0.9 \text{ cm}^3/\text{g}$ 以下、細孔径が $18 \text{ \AA}$ 以下であると、細孔径が大きくなり過ぎず、有機化合物の吸着能力の低下を防ぐことができる。また、吸着素子の強度の低下を防ぐことができる。また、素材のコストを抑えることができ経済的である。

[0035] 水処理装置100が処理する被処理水に含まれる有機化合物は、特に限定されないが、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、プロピオンアルデヒド、アクロレインなどのアルデヒド類、メチルエチルケトン、ジアセチル、メチルイソブチルケトン、アセトンなどのケトン類、1，4-ジオキサン、2-メチル-1，3-ジオキソラン、1，3-ジオキソラン、テトラヒドロフラン、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸プロピル、酢酸ブチルなどのエステル類、エタノール、n-プロピルアルコール、イソプロピルアルコール、ブタノ

ールなどのアルコール類、エチレングリコール、プロピレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコールなどのグリコール類、酢酸、プロピオン酸などの有機酸、フェノール類、トルエン、キシレン、シクロヘキサンなどの芳香族有機化合物、ジエチルエーテル、アリルグリシジルエーテルなどのエーテル類、アクリロニトリルなどのニトリル類、ジクロロメタン、1, 2-ジクロロエタン、トリクロロエチレン、エピクロロヒドリンなどの塩素有機化合物、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルアセトアミド、N, N-ジメチルホルムアミドの有機化合物、ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン（PCDD）、ポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF）、ダイオキシン様ポリ塩化ビフェニル（DL-PCB）などのダイオキシン類、テトラサイクリン、オセルタミビル、リン酸オセルタミビル、ベザフィブラート、トリクロサンなどの抗生物質、ベザフィブラート、フェノフィブラートなどの抗脂血症剤成分、ジクロフェナク、サリチル酸、アセトアミノフェンなどの解熱鎮痛剤成分、カルバマゼピンなどの抗てんかん剤成分、フミン酸、フルボ酸などのフミン物質、ヘキサメチレントラミン、ジオスミン、2-メチルイソボルネオールなどが、一例として挙げられる。本実施形態の水処理装置100が処理する被処理水に含まれる有機化合物は、これらのうちの1種類あるいは複数種類であってもよい。

[0036] 図1を用いて説明した以上の本実施形態では、説明の簡略のため、ポンプやファン等の流体搬送手段やストレージタンク等の流体貯留手段などの構成要素を示していないが、これら構成要素は必要に応じて適宜の位置に配置すればよい。

[0037] このように、今回開示した上記各実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではない。本発明の技術的範囲は特許請求の範囲によって画定され、また特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

実施例

[0038] 以下に実施例を示し、本発明をより具体的に説明する。上記に説明した図1

に示す水処理装置 100 を用いた水処理を実施した。後段で説明する実施例および比較例についての各測定は、下記の方法により行った。

[0039] (繊維束の直径) 繊維束の直径(太さ)は、活性炭素繊維シートを走査型電子顕微鏡(SEM)にて撮影し、SEM画像に映し出された多数の繊維束からランダムに100本の繊維束を選び、画像上で繊維束表面での直径の値を測定し、その平均を繊維束の直径とした。ここで測定した直径の値とは、SEM画像に映し出された繊維束において、図2の(a)に示すDを測定したものである。活性炭素繊維シートのSEMを撮影したことからわかるように、繊維束の直径は、炭化・賦活処理した後の値である。

[0040] (BET比表面積) BET比表面積は、液体窒素の沸点(−195.8℃)雰囲気下、相対圧力0.0~0.15の範囲で上昇させたときの試料への窒素吸着量を数点測定し、BETプロットにより試料単位質量あたりの表面積(m^2/g)を求めた。

[0041] (細孔容積) 細孔容積は、相対圧0.95における窒素ガスの気体吸着法により測定した。

[0042] (平均細孔径) 平均細孔径は、以下の式で求めた。 $d_p = 40000 \cdot V_p / S$ (ただし、 d_p : 平均細孔径(Å) V_p : 細孔容積(cc/g) S : BET比表面積(m^2/g)

[0043] (空間速度) 空間速度(SV)は、以下の式で求めた。 $SV = V_1 / V_2$ (SV: h^{-1}) V_1 : 処理水量(L/h) V_2 : 吸着素子の体積(L)

[0044] (有機化合物濃度) 装置入口・出口の水中の有機化合物濃度は、ガスクロマトグラフ法により分析し測定した。

[0045] (付着水量) 付着水量は、脱水操作後の吸着材の重量を測定し、以下の式で求めた。 付着水量(g/g) = 脱水操作後の吸着材重量(g) / 絶乾時の吸着材重量(g)

[0046] (吸着材の平均圧力損失) 吸着材の平均圧力損失は、脱水及び脱着操作中の装置入口・出口の圧力を圧力計にて測定し、装置入口・出口の圧力の平均

値より以下の式で求めた。 吸着材の平均圧力損失 (kPa) = 装置入口の圧力 (kPa) - 装置出口の圧力 (kPa)

[0047] [実施例 1] フェノール系繊維を用いた綿織度 20 番手の糸を使用したフライス編を炭化および賦活処理して、繊維束の直径 $250\mu m$ 、比表面積 $1500m^2/g$ の活性炭素繊維シート（繊維束から成る活性炭素繊維の構造体）を作製した。この活性炭素繊維シート $200g$ を積層した吸着素子を作製し、図 1 に示す水処理装置 100 に設置した。なお、活性炭素繊維シートの細孔容積は、 $0.60cm^3/g$ であり、平均細孔径 $15\text{\AA}$ であった。

[0048] 吸着工程では、 $700mg/l$ の 1, 4-ジオキサンを含む原水を $SV = 20h^{-1}$ で導入した。その際の出口 1, 4-ジオキサン濃度は、 $0.5mg/L$ 以下であり、99%以上の除去が可能な良好な結果であった。

[0049] 次に、脱水工程では、空気をブロワーで風速 $75cm/s$ で $1min$ 供給し、吸着素子に付着する水分（付着水）を脱水除去した。その際の水分量である付着水量は、後段の表 1 に示す通り $1.0g/g$ であった。

[0050] 次に、脱着工程では、空気を蒸気ヒーターで $130^\circ C$ に加熱した加熱空気をブロワーで風速 $75cm/s$ で $14min$ 供給した。その際の吸着材の平均圧力損失は $7kPa$ であった。脱着された 1, 4-ジオキサンと加熱空気は脱着ガスとして排出され、適切に二次処理された。

[0051] 脱着工程が完了した後、再び吸着工程へ移行し、一連の処理工程を、100 サイクル回繰返した。100 サイクル目においても出口 1, 4-ジオキサン濃度は、 $0.5mg/L$ 以下であり、安定して除去できる結果であった。後段の表 1 に示す通り、脱着工程に使用したブロワー電力は $82W$ 、空気の加熱に必要な蒸気量は $1.2kg/h$ であった。

[0052] [実施例 2] フェノール系繊維を用いた綿織度 20 番手の糸を使用したフライス編を炭化・賦活処理して、繊維束の直径 $250\mu m$ 、比表面積 $1500m^2/g$ の活性炭素繊維シート（繊維束から成る活性炭素繊維の構造体）を作製した。この活性炭素繊維シートを $200g$ 積層した吸着素子を作製し、図 1 の水処理装置 100 に設置した。なお、活性炭素繊維シートの細孔容積

は、 $0.60\text{ cm}^3/\text{g}$ であり、平均細孔径 $15\text{ \AA}$ であった。

[0053] 吸着工程では、 700 mg/l の1, 4-ジオキサンを含む原水を $SV=20\text{ h}^{-1}$ で導入した。その際の出口1, 4-ジオキサン濃度は、 0.5 mg/L 以下であり、99%以上の除去が可能な良好な結果であった。

[0054] 次に、脱水工程では、 0.1 MPa の水蒸気を 35 cm/s で 1 min 供給し、吸着素子に付着する水分を脱水除去した。その際の付着水量は、後段の表1に示す通り 1.8 g/g であった。

[0055] 次に、脱着工程では、 0.1 MPa の水蒸気を 35 cm/s で 6 min 供給した。その際の吸着材の平均圧力損失は 12 kPa であった。脱着された1, 4-ジオキサンと水蒸気は冷却凝縮器にて液化凝縮され濃縮水として回収された後、適切に二次処理された。

[0056] 脱着工程が完了した後、再び吸着工程へ移行し、一連の処理工程を、100サイクル回繰返した。100サイクル目においても出口1, 4-ジオキサン濃度は、 0.5 mg/L 以下であり、安定して除去できる結果であった。後段の表1に示す通り、脱着工程に使用した水蒸気量は、 1.3 kg/h であった。

[0057] [比較例1] フェノール系繊維であり、繊維径 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、比表面積 $1500\text{ m}^2/\text{g}$ の不織布である活性炭素繊維シート 200 g を積層した吸着素子を作成し、図1と同様のダンパー切替方式の水処理装置に設置した。なお、活性炭素繊維シートの細孔容積は、 $0.60\text{ cm}^3/\text{g}$ であり、平均細孔径 $15\text{ \AA}$ であった。

[0058] 吸着工程では、 700 mg/l の1, 4-ジオキサンを含む原水を $SV=20\text{ h}^{-1}$ で導入した。その際の出口1, 4-ジオキサン濃度は、 0.5 mg/L 以下であり、99%以上の除去が可能な良好な結果であった。

[0059] 次に、脱水工程では、空気を風速 75 cm/s で 1 min 供給し、吸着素子に付着する水分を脱水除去した。その際の付着水量は、後段の表1に示す通り 2.0 g/g であり、実施例1と比較して2倍の付着水量であった。

[0060] 次に、脱着工程では、空気を蒸気ヒーターで 130°C に加熱した加熱空気を

ブロワーで風速 75 cm/s で 19 min 供給した。その際の吸着材の平均圧力損失は 15 kPa であった。脱着された $1,4$ -ジオキサンと加熱空気は脱着ガスとして排出され、適切に二次処理された。

[0061] 脱着工程が完了した後、再び吸着工程へ移行し、一連の処理工程を、 100 サイクル回繰返した。 100 サイクル目においても出口 $1,4$ -ジオキサン濃度は、 0.5 mg/L 以下であり、安定して除去できる結果であった。しかし、比較例 1 は、後段の表 1 に示す通り、脱着工程に使用したブロワー電力は 126 W 、空気の加熱に必要な蒸気量は 1.8 kg/h であり、実施例 1 に対してブロワー動力は 1.5 倍以上、水蒸気量は 1.5 倍以上必要であった。

[0062] [比較例 2] フェノール系繊維であり、繊維径 $20 \mu\text{m}$ 、比表面積 $1500 \text{ m}^2/\text{g}$ の不織布である活性炭素繊維シート 200 g を積層した吸着素子を作成し、図 1 と同様のダンパー切替方式の水処理装置に設置した。なお、活性炭素繊維シートの細孔容積は、 $0.60 \text{ cm}^3/\text{g}$ であり、平均細孔径 $15 \text{ \AA}$ であった。

[0063] 吸着工程では、 700 mg/l の $1,4$ -ジオキサンを含む原水を $SV = 20 \text{ h}^{-1}$ で導入した。その際の出口 $1,4$ -ジオキサン濃度は、 0.5 mg/L 以下であり、 99% 以上の除去が可能な良好な結果であった。

[0064] 次に、脱水工程では、 0.1 MPa の水蒸気を 35 cm/s で 1 min 供給し、吸着素子に付着する水分を脱水除去した。その際の付着水量は、後段の表 1 に示す通り 2.4 g/g であり、実施例 2 と比較して 1.3 倍以上の付着水量であった。

[0065] 次に、脱着工程では、 0.1 MPa の水蒸気を 35 cm/s で 6 min 供給した。その際の吸着材の平均圧力損失は 22 kPa であった。脱着された $1,4$ -ジオキサンと水蒸気は冷却凝縮器にて液化凝縮され濃縮水として回収された後、適切に二次処理された。

[0066] 脱着工程が完了した後、再び吸着工程へ移行し、一連の処理工程を、 100 サイクル回繰返した。 100 サイクル目においても出口 $1,4$ -ジオキサン

濃度は、 0.5 mg/L 以下であり、安定して除去できる結果であった。しかし、比較例2は、後段の表1に示す通り、脱着工程に使用した水蒸気量は、 2.1 kg/h であり、実施例2に対して水蒸気量は1.6倍以上必要であった。

[0067] [表1]

		実施例1	実施例2	比較例1	比較例2
付着水量	g/g	1.0	1.8	2.0	2.4
脱着媒体		加熱空気	水蒸気	加熱空気	水蒸気
ブロー電力	w	82	—	126	—
水蒸気量	kg/h	1.2	1.3	1.8	2.1
平均圧力損失	kPa	7	12	15	22

[0068] なお、上記開示した実施形態および各実施例はすべて例示であり制限的なものではない。本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲によって有効であり、特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内のすべての変更・修正・置き換え等を含むものである。

産業上の利用可能性

[0069] 本発明による水処理装置は、各種工場や研究施設の排水、最終処分場の浸出水、地下水等から有機溶剤等の有機化合物を除去する装置に好適に利用することができ、産業界に大いに寄与できる。

符号の説明

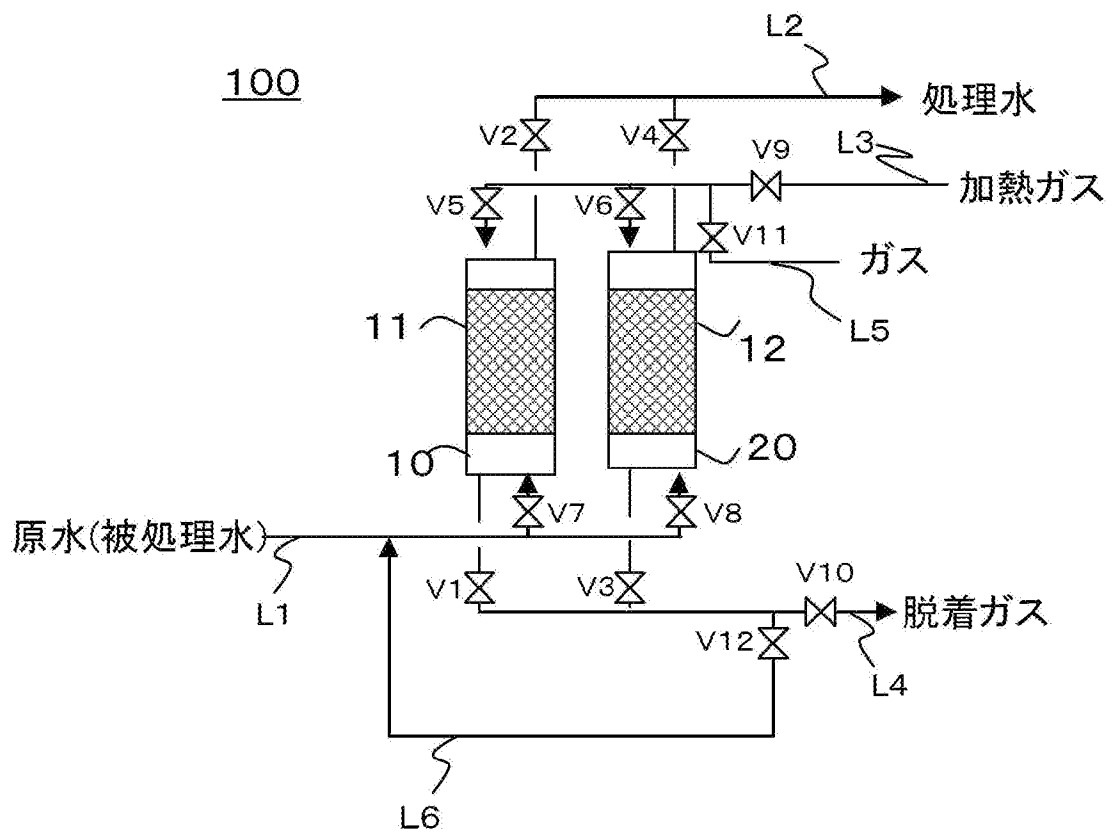
[0070] 10、20 処理槽 11、12 吸着素子 L1 被処理水導入ライン（被処理水流通部） L2 処理水排出ライン L3 加熱ガス供給ライン（加熱ガス通気部） L4 脱着ガス排出ライン L5 ガス供給ライン（ガス通気部） L6 戻水返却ライン V1～V12 バルブ

請求の範囲

- [請求項1] 有機化合物を含有する水を、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む吸着素子に通流させて、該吸着素子に前記有機化合物を吸着させる吸着処理と、 前記吸着素子にガスを通気させて、前記吸着素子の付着水を除去する脱水処理と、 前記吸着素子に加熱ガスを通気させて前記吸着素子に吸着された前記有機化合物を脱着する脱着処理と、を繰返し実行することを特徴とする水処理装置。
- [請求項2] 吸着素子が充填された処理槽と、該吸着素子に有機化合物を吸着させるため前記処理槽に有機化合物を含有する水を通流させる被処理水通流部と、前記吸着素子から付着水を除去するために前記処理槽にガスを通気させるガス通気部と、前記吸着素子から有機化合物を脱着するために前記処理槽に加熱ガスを通気させる加熱ガス通気部と、を備えた水処理装置であり、前記吸着素子は、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む、ことを特徴とする水処理装置。
- [請求項3] 前記繊維束の直径が、 $100 \sim 600 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1または2に記載の水処理装置。
- [請求項4] 前記脱水工程にて除去した付着水を、再度、前記吸着素子に吸着させる返送ルートを備えたことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の水処理装置。
- [請求項5] 前記構造体が、織物または編物であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の水処理装置。
- [請求項6] 前記構造体が、フリス編による編物であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の水処理装置。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか1項に記載の水処理装置に用いられる繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む吸着素子。
- [請求項8] 有機化合物を含有する水を、繊維束から成る活性炭素繊維の構造体を含む吸着素子に通流させて、該吸着素子に前記有機化合物を吸着させる吸着工程と、 前記吸着素子にガスを通気させて、前記吸着素子の

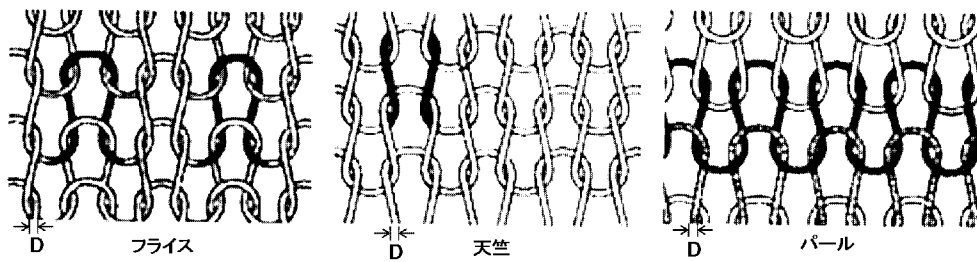
付着水を除去する脱水工程と、 前記吸着素子に加熱ガスを通気させて前記吸着素子に吸着された前記有機化合物を脱着する脱着工程と、を繰り返し実行することを特徴とする水処理方法。

[図1]

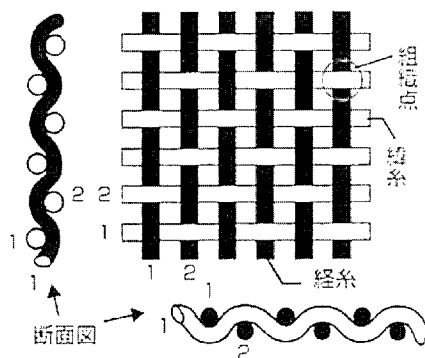


[図2]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000114

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/28(2006.01)i, B01J20/20(2006.01)i, B01J20/34(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F1/28, B01J20/20, B01J20/34

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-150519 A (Toyobo Co., Ltd.), 24 August 2015 (24.08.2015), claims; paragraphs [0003] to [0004], [0021] to [0025]; fig. 1 (Family: none)	1-8
Y	JP 11-319812 A (Nikkiso Co., Ltd.), 24 November 1999 (24.11.1999), paragraph [0037] (Family: none)	1-8
Y	JP 2001-79537 A (Shigehisa ISHIHARA), 27 March 2001 (27.03.2001), claims; paragraphs [0025], [0038], [0042] (Family: none)	1-8

☒ 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 February 2017 (27.02.17)

Date of mailing of the international search report
07 March 2017 (07.03.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000114

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 2004-223368 A (Osaka Gas Co., Ltd.), 12 August 2004 (12.08.2004), paragraph [0037] (Family: none)	3-7
Y	JP 2007-277433 A (Kabushiki Kaisha Ueda Holdings), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraph [0051] (Family: none)	5-7
Y	JP 2005-185915 A (Toyobo Co., Ltd.), 14 July 2005 (14.07.2005), paragraphs [0011], [0016] (Family: none)	5-7
A	JP 11-10195 A (Sanden Corp.), 19 January 1999 (19.01.1999), & US 6086754 A & ID 19990 A & CN 1211539 A & MY 117161 A	1-8
A	JP 10-180249 A (Sanden Corp.), 07 July 1998 (07.07.1998), & US 6045704 A & ID 18692 A & MY 132662 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C02F1/28(2006.01)i, B01J20/20(2006.01)i, B01J20/34(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C02F1/28, B01J20/20, B01J20/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2015-150519 A（東洋紡株式会社），2015.08.24，特許請求の範囲，段落 0003-0004，0021-0025，図 1，（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 11-319812 A（日機装株式会社），1999.11.24，段落 0037，（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 2001-79537 A（石原 茂久），2001.03.27，特許請求の範囲，段落 0025，0038，0042，（ファミリーなし）	1-8

☒ 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

27.02.2017

国際調査報告の発送日

07.03.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

高橋 成典

4 D

5806

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 2004-223368 A (大阪瓦斯株式会社), 2004. 08. 12, 段落 0037, (ファミリーなし)	3-7
Y	JP 2007-277433 A (株式会社上田ホールディングス), 2007. 10. 25, 段落 0051, (ファミリーなし)	5-7
Y	JP 2005-185915 A (東洋紡績株式会社), 2005. 07. 14, 段落 0011, 0016, (ファミリーなし)	5-7
A	JP 11-10195 A (サンデン株式会社), 1999. 01. 19, & US 6086754 A & ID 19990 A & CN 1211539 A & MY 117161 A	1-8
A	JP 10-180249 A (サンデン株式会社), 1998. 07. 07, & US 6045704 A & ID 18692 A & MY 132662 A	1-8