

(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7月14日(14.07.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/110942 A1

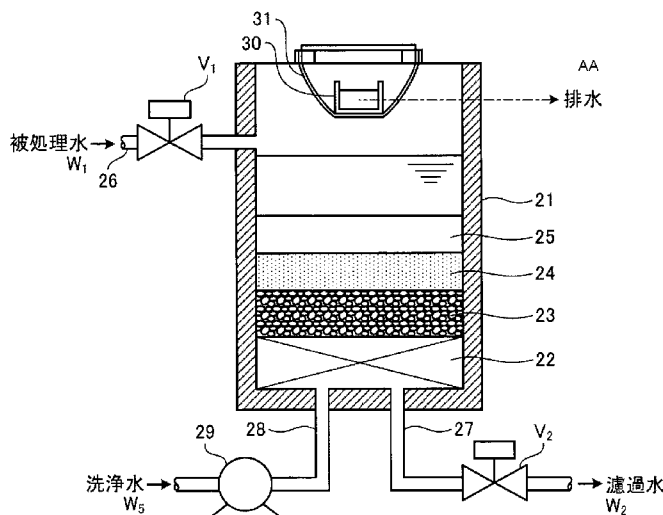
- (51) 国際特許分類:
B01J 20/20 (2006.01) *C01B 31/08* (2006.01)
B01D 61/04 (2006.01) *B01D 24/46* (2006.01)
B01J 20/30 (2006.01) *B01D 37/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050127
- (22) 国際出願日: 2015年1月6日(06.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 龍原 潔 (TATSUHARA, Kiyoshi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, 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.
- (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).

[続葉有]

(54) Title: FILTER MEDIUM, PROCESS FOR PRODUCING FILTER MEDIUM, FILTRATION DEVICE, METHOD FOR OPERATING FILTRATION DEVICE, AND FILTRATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 濾過材、濾過材の製造方法、濾過装置、濾過装置の運転方法及び濾過処理システム



W₁ Water to be treated
W₂ Filtrate water
W₅ Washing water
AA Discharged water

(57) Abstract: Provided are: a filter medium, the adsorptivity of which can be rapidly restored by backwashing, and which renders efficient operation of a filtration device possible; a process for producing the filter medium; a filtration device; a method for operating the filtration device; and a filtration system. This filter medium is characterized by comprising a carbon-based material in which the cumulative volume of pores having a pore radius of 2 nm or less is up to 25% of the cumulative volume of pores having a pore radius of 50 nm or less.

(57) 要約: 逆洗浄により吸着力を速やかに再生でき、濾過装置の効率良い運転を実現できる濾過材、濾過材の製造方法、濾過装置、濾過装置の運転方法及び濾過処理システムを提供すること。本発明の濾過材は、細孔半径50nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2nm以下の細孔の累積細孔容積が25%以下の炭素系材料からなることを特徴とする。

WO 2016/110942 A1

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：

濾過材、濾過材の製造方法、濾過装置、濾過装置の運転方法及び濾過処理システム

技術分野

[0001] 本発明は、濾過材、濾過材の製造方法、濾過装置、濾過装置の運転方法及び濾過処理システムに関し、詳しくは、被処理水中の濁質を効率良く除去できる濾過材、濾過材の製造方法、濾過装置、濾過装置の運転方法及び濾過処理システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、繊維状活性炭を用いた浄水器用充填材が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この浄水器用充填材においては、細孔半径が0.9 nm以上1.6 nm以下の細孔の占める累積細孔容積を所定範囲にすると共に、比表面積を1300 m²/g以上とした繊維状活性炭を用いることにより、水道水中に数ppb程度と極めて低濃度で存在するトリハロメタンを効率良く除去することを可能としている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第3122205号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、逆浸透膜濾過装置によって海水を淡水化する淡水化装置においては、逆浸透膜の汚損を防ぐために、逆浸透膜濾過装置に供給する海水を濾過して濁質濃度を低減するデュアルメディアフィルタ（DMF：Dual Media Filter）などの濾過装置（前処理装置）が用いられている。このような濾過装置においては、海水の濾過によって活性炭などの濾過

材に目詰まりが生じて圧損が上昇するので、所定期間運転後に定期的に逆洗浄を行って濾過材の汚れを除去する必要がある。

[0005] しかしながら、従来の濾過装置で濾過材として用いられている一般的な活性炭は、比表面積が $1000\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であり、また、直径が数 nm 程度の微小な細孔が多いので、活性炭の細孔と海水に含まれる有機物などの濁質の分子径との間に大差がない。このため、従来の濾過材では、逆洗浄を行っても活性炭に吸着された濁質を速やかに除去することは困難であり、濾過装置を必ずしも効率良く運転できていない場合があった。

[0006] 本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、逆洗浄により吸着力を速やかに再生でき、濾過装置の効率良い運転を実現できる濾過材、濾過材の製造方法、濾過装置、濾過装置の運転方法及び濾過処理システム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

[0007] 本発明の濾過材は、細孔半径 50 nm 以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径 2 nm 以下の細孔の累積細孔容積が 25% 以下であることを特徴とする。

[0008] この構成によれば、逆洗浄時に吸着した濁質が濾過材から脱離しにくい細孔半径が 0.8 nm 以上 2 nm 以下のミクロポア及び細孔半径が 0.8 nm 以下のサブミクロポアが低減されるので、逆洗浄時に濾過材から濁質を速やかに脱離させることが可能となる。これにより、逆洗浄により吸着力をより速やかに再生でき、濾過装置のより効率良い運転を実現できる濾過材を実現できる。

[0009] 本発明の濾過材においては、炭素系材料を含むことが好ましい。この構成により、濾過材は、一般に濾過装置の砂濾過層に用いられている濾過砂より比重が軽くなるので、砂濾過層上に濾過層を設けることが容易になる。また、濾過材は、有機物との親和性が向上するので、被処理水中の有機物による濁質を効率良く除去することが可能となる。

[0010] 本発明の濾過材においては、前記炭素系材料が活性炭を含むことが好まし

い。この構成により、濾過材は、一般に濾過装置の砂濾過層に用いられている濾過砂より比重が軽くなるので、砂濾過層上に濾過層を設けることがより容易になる。また、濾過材は、有機物との親和性がより向上するので、被処理水中の有機物による濁質を効率良く除去することが可能となる。

[0011] 本発明の濾過材の製造方法は、上記濾過材の製造方法であって、炭素系材料を水蒸気によって賦活処理することを特徴とする。

[0012] また、本発明の濾過材の製造方法は、上記濾過材の製造方法であって、炭素系材料を炭酸ガスによって賦活処理することを特徴とする。

[0013] これらの方法によれば、水蒸気又は炭酸ガスによる賦活処理により、炭素系材料中の細孔半径が0.8 nm以上2 nm以下のミクロポアを適度に破壊して、細孔半径50 nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2 nm以下の細孔の累積細孔容積を25%以下とすることができる。これにより、濾過材の製造方法は、被処理水中の濁質を効率良く吸着できると共に、逆洗浄時に濾過材から濁質を速やかに脱離させることが可能な濾過材を実現できる。

[0014] 本発明の濾過材の製造方法においては、前記炭素系材料の表面温度が750℃以上となる条件下、水蒸気によって前記賦活処理を行うことが好ましい。この方法により、濾過材の製造方法は、炭素系材料中の細孔半径が2 nm以下のミクロポアを適度に破壊できるので、濾過材の細孔半径50 nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2 nm以下の細孔の累積細孔容積を25%以下にすることが容易になる。

[0015] 本発明の濾過材の製造方法においては、前記炭素系材料の表面温度が850℃以上となる条件下、炭酸ガスによって前記賦活処理を行うことが好ましい。この方法により、濾過材の製造方法は、炭素系材料中の細孔半径が2 nm以下のミクロポアを適度に破壊できるので、濾過材の細孔半径50 nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2 nm以下の細孔の累積細孔容積を25%以下にすることが容易になる。

[0016] 本発明の濾過材の製造方法においては、前記炭素系材料の質量減分が50

%以上となるまで前記賦活処理を行うことが好ましい。この方法により、炭素系材料中の細孔半径が2 nm以下のミクロポアの破壊が適度な範囲となるので、濾過材の細孔半径50 nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2 nm以下の細孔の累積細孔容積を25%以下にすることが容易になる。

[0017] 本発明の濾過装置は、上記濾過材又は上記濾過材の製造方法によって得られた濾過材を備えたことを特徴とする。

[0018] この濾過装置によれば、細孔半径50 nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2 nm以下の細孔の累積細孔容積が25%以下の濾過材を備えるので、被処理水中に含まれる濁質を効率良く除去できると共に、逆洗浄時に効率良く濾過材に保持された濁質を濾過材から脱離させることが可能となる。したがって、濾過装置は、逆洗浄により吸着力を速やかに再生でき、効率良い運転を実現できる濾過装置を実現できる。

[0019] 本発明の濾過装置の運転方法は、上記濾過装置の運転方法であって、前記濾過材によって被処理水を濾過して前記被処理水中の濁質を低減する濾過工程と、前記濾過材によって濾過した前記被処理水中の濁質の量が前記濾過材の全吸着量に対して3分の1以上になった際に、前記濾過材を逆洗浄により洗浄する洗浄工程を含むことを特徴とする。

[0020] この濾過装置の運転方法によれば、濾過材の吸着容量に対して十分な余裕がある条件で逆洗浄を行うことが可能となるので、被処理水中の濁質の脱離が困難な濾過材中の細孔半径が2 nm以下のミクロポアへの吸着を防ぐことが可能となる。これにより、逆洗浄時に速やかに濾過材に吸着された濁質を濾過材から脱離させることが可能となるので、逆洗浄により吸着力を速やかに再生でき、効率良い運転を実現できる濾過装置の運転方法を実現できる。

[0021] 本発明の濾過装置の運転方法は、上記濾過装置の運転方法であって、前記被処理水中の第1濁質濃度及び前記被処理水が前記濾過材によって濾過された濾過水中の第2濁質濃度をそれぞれ測定する濁質濃度測定工程と、測定した前記第1濁質濃度の第1時間積分値と測定した前記第2濁質濃度の第2時

間積分値との差分値を算出し、算出した差分値が所定値以下のときに前記濾過材の逆洗浄を実施する濾過材洗浄工程と、を含むことを特徴とする。

[0022] この濾過装置の運転方法によれば、濾過材の性能が低下して被処理水の第1濁質濃度に対して濾過水の第2濁質濃度が所定値以上になると濾過材が逆洗浄されるので、濾過水の第2濁質濃度の変化に応じて適切に濾過材を洗浄することが可能となる。これにより、逆洗浄時に速やかに濾過材に吸着された濁質を濾過材から脱離させることが可能となるので、逆洗浄により吸着力を速やかに再生でき、効率良い運転を実現できる濾過装置の運転方法を実現できる。

[0023] 本発明の濾過処理システムは、被処理水ラインから供給される被処理水を濾過して濾過水とする上記濾過装置を備えた被処理水濾過部と、前記濾過水を分離膜により濾過して透過水及び濃縮水を得る塩分濃縮部とを備えたことを特徴とする。

[0024] この濾過処理システムによれば、逆洗浄時に吸着した濁質が濾過材から脱離しにくい細孔半径が0.8 nm以上2 nm以下のミクロポア及び細孔半径が0.8 nm以下のサブミクロポアが低減された濾過装置を備えるので、逆洗浄時に濾過材から濁質を速やかに脱離させることが可能となる。これにより、逆洗浄により濾過装置の濾過材の吸着力をより速やかに再生でき、濾過処理システムのより効率良い運転を実現できる。

発明の効果

[0025] 本発明によれば、逆洗浄により吸着力を速やかに再生でき、濾過装置の効率良い運転を実現できる濾過材、濾過材の製造方法、濾過装置、濾過装置の運転方法及び濾過処理システムを実現できる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、本発明の一実施の形態に係る水処理装置の概略図である。

[図2]図2は、本発明の一実施の形態に係る複層式濾過装置の一例を示す断面模式図である。

[図3]図3は、一般的な活性炭を用いた濾過材の模式図である。

[図4]図4は、本発明の一実施の形態に係る濾過材の模式図である。

[図5A]図5Aは、一般的な活性炭を用いた濾過材の濾過時間と濾過水の濁質濃度との関係を示す図である。

[図5B]図5Bは、本発明の一実施の形態に係る濾過材の濾過時間と濾過水の濁質濃度との関係を示す図である。

[図6]図6は、本発明の一実施の形態に係る濾過材の累積細孔容積と細孔半径との関係を示す図である。

[図7]図7は、本発明の一実施の形態に係る複層式濾過装置の他の例を示す断面模式図である。

[図8]図8は、本発明の一実施の形態に係る濾過装置の運転方法のフロー図である。

[図9]図9は、本発明の一実施の形態に係る濾過処理システムの概略図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の各実施の形態に限定されるものではなく、適宜変更して実施可能である。また、以下の各実施の形態は適宜組み合わせて実施可能である。

[0028] まず、本発明の一実施の形態に係る濾過装置を備えた水処理装置の概略について簡単に説明する。図1は、本発明の一実施の形態に係る水処理装置の概略図である。図1に示すように、本実施の形態に係る水処理装置1は、被処理水 W_1 を複層式濾過装置としての被処理水濾過部11で濾過して得た濾過水 W_2 を、逆浸透膜濾過部12の逆浸透膜12aで濾過することにより透過水 W_3 及び濃縮水 W_4 を得る水処理装置である。被処理水 W_1 としては、特に制限はなく、例えば、海水、河川水、湖沼水、地下水、都市下水、汽水、工業用水、及び工業廃水、並びに、これらの水に凝集、沈殿、濾過、吸着、及び生物処理などの処理を施した水などを用いることができる。

[0029] 本実施の形態に係る水処理装置1は、被処理水ライン L_1 から被処理水 W_1

が供給される被処理水濾過部 1 1 と、被処理水濾過部 1 1 の後段の濾過水ライン L_2 に設けられた逆浸透膜濾過部 1 2 と、逆浸透膜濾過部 1 2 の後段の濃縮水ライン L_3 に設けられたエネルギー回収部 1 3 と、を備える。

[0030] 被処理水濾過部 1 1 には、送液ポンプ 1 4 により被処理水ライン L_1 から被処理水 W_1 が供給される。被処理水濾過部 1 1 は、被処理水 W_1 を濾過して被処理水 W_1 中の濁質が除去された濾過水 W_2 とする。被処理水濾過部 1 1 としては、例えば、本実施の形態に係る濾過材を含む第 1 濾過層 2 4（図 1 において不図示、図 2 参照）及び本実施の形態に係る濾過材に対して相対的に小粒径の珪砂を含む第 2 濾過層 2 5（図 1 において不図示、図 2 参照）が積層されたデュアルメディアフィルタ（DMF : Dual Media Filter）を用いることができる。

[0031] 被処理水濾過部 1 1 では、濾過水 W_2 の pH が所定値（例えば、pH 7. 2 以下）となるように、必要に応じて H_2SO_4 、 HCl などの酸によって調整される。このように pH を調整することにより、被処理水 W_1 中の濁質による逆浸透膜濾過部 1 2 の逆浸透膜 1 2 a の汚損（ファウリング）などの不具合を低減できる。

[0032] 逆浸透膜濾過部 1 2 には、高圧ポンプ 1 5 により濾過水ライン L_2 から加圧された濾過水 W_2 が供給される。逆浸透膜濾過部 1 2 は、被処理水濾過部 1 1 から供給される濾過水 W_2 を透過して透過水 W_3 とすると共に、濾過水 W_2 中の塩分などが濃縮された濃縮水 W_4 とする逆浸透膜 1 2 a を備える。逆浸透膜濾過部 1 2 は、濃縮水 W_4 を濃縮水ライン L_3 から排出すると共に、透過水 W_3 を透過水ライン L_4 から排出する。

[0033] 被処理水濾過部 1 1 と逆浸透膜濾過部 1 2 との間にマイクロカートリッジフィルタなどのフィルタ部材を更に設けてもよい。濾過水 W_2 をフィルタ部材に通水することにより、逆浸透膜濾過部 1 2 の逆浸透膜 1 2 a の汚損に影響する微細な粒子を除去することができる。

[0034] エネルギー回収部 1 3 は、高圧ポンプ 1 5 で加圧された高圧の濃縮水 W_4 のエネルギーを回収する。エネルギー回収装置 1 3 で回収したエネルギーは、

例えば、高圧ポンプ15を駆動するエネルギー及び濾過水 W_2 を高圧に圧力変換するエネルギーに用いられる。これにより、水処理装置1は、水処理装置1全体のエネルギー効率を向上させることができる。

[0035] エネルギー回収部13としては、例えば、PeltonWheel型エネルギー回収装置、Turbocharger型エネルギー回収装置、PX (Pressure Exchanger) 型エネルギー回収装置、及びDWEER (Dual Work Energy Exchanger) 型エネルギー回収装置などを用いることができる。

[0036] 次に、図2を参照して本実施の形態に係る被処理水濾過部11について詳細に説明する。図2は、本実施の形態に係る被処理水濾過部11の断面模式図である。図2に示すように、この被処理水濾過部11は、重力濾過装置である。この被処理水濾過部11は、例えば、直方体形状の濾過槽21を有する。この濾過槽21の下部には、濾床としての有孔ブロック22が設けられている。有孔ブロック22の上には、層状に敷かれた砂利によって下地層23が設けられている。下地層23の上には、層状に敷かれた砂によって第1濾過層24が設けられている。第1濾過層24上には、層状に敷かれた濾過材によって第2濾過層25が設けられている。第2濾過層25は、本実施の形態に係る濾過材を含んで構成される。この濾過材は、第1濾過層24を構成する砂よりも相対的に比重が軽く、かつ、濾過材の粒径が砂よりも相対的に大きい。

[0037] 濾過槽21の上部には、第2濾過層25よりも上方に被処理水供給管26が設けられている。この被処理水供給管26からは被処理水 W_1 となる海水が濾過槽21内に供給される。なお、この海水には、塩化第二鉄などの凝集剤が添加される。この被処理水供給管26には、被処理水供給管26を開閉して被処理水 W_1 の流量を調整する流量調整弁 V_1 が設けられている。濾過槽21の下部には、有孔ブロック22の下方に濾過水出水管27が設けられている。この濾過水出水管27には、濾過水出水管27を開閉して濾過水 W_2 の流量を調整可能な流量調整弁 V_2 が設けられている。また、濾過槽21の下部に

は、有孔ブロック 22 の下方に洗浄水供給管 28 が設けられている。この洗浄水供給管 28 には、濾過槽 21 内に洗浄水 W_5 を送液する送液ポンプ 29 が設けられている。

[0038] また、第 2 濾過層 25 の上方には、断面視にて略 U 字形状をなしており、略水平方向に延びる排水樋 30 が設けられている。この排水樋 30 は、梁部材（不図示）を介して濾過槽 21 によって支持されている。排水樋 30 は、開口された両端が濾過槽 21 の壁に形成された排水口（不図示）に接続されている。また、排水樋 30 は、鉛直方向での上面の位置が濾過槽 21 の上端よりも下方に位置している。排水樋 30 の周囲には、濾過材の流出を防止する濾過材流出防止網 31 が設けられている。この濾過材流出防止網 31 は、支持部材（不図示）によって濾過槽 21 に支持されている。

[0039] この被処理水濾過部 11 においては、被処理水供給管 26 を通じて濾過槽 21 内に供給された被処理水 W_1 が、第 2 濾過層 25、第 1 濾過層 24、下地層 23 及び有孔ブロック 22 を下降流として順次通過することにより、被処理水 W_1 中の濁質が第 2 濾過層 25 及び第 1 濾過層 24 によって吸着除去されて濾過水 W_2 となる。この濾過水 W_2 は、濾過水出水管 27 を通じて濾過槽 21 外へ排出される。

[0040] そして、所定期間運転後、濾過槽 21 の下部に設けられた洗浄水供給管 28 から送液ポンプ 29 によって洗浄水 W_5 が濾過槽 21 内に供給されて第 1 濾過層 24 及び第 2 濾過層 25 が逆洗浄される。この洗浄水 W_5 は、有孔ブロック 22、下地層 23、第 1 濾過層 24 及び第 2 濾過層 25 を上昇流として順次通過する。これにより、第 1 濾過層 24 及び第 2 濾過層 25 に吸着した濁質が第 1 濾過層 24 及び第 2 濾過層 25 から脱離して洗浄水 W_5 によって排水として除去され、第 1 濾過層 24 及び第 2 濾過層 25 が再生される。濁質を含んだ排水は、濾過槽 21 の上部に設置された排水樋 30 を介して排水される。なお、第 1 濾過層 24 及び第 2 濾過層 25 は、濾過水 W_2 中の濁質濃度が所定濃度以上（例えば、全有機炭素濃度（TOC: Total Organic Carbon）で 2mg/kg ）に達した場合に第 1 濾過層 24 及び

第2濾過層25が濁質の吸着平衡に達したと判断して逆洗浄される。

[0041] 次に、本実施の形態に係る濾過材について詳細に説明する。本実施の形態に係る濾過材は、上述した第2濾過層25を構成するものであり、細孔半径50nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2nm以下の細孔の累積細孔容積が25%以下である。なお、本発明において、細孔半径及び細孔容積とは、JIS Z 8831-2:2010及びJIS Z 8831-2:2010に準拠した窒素吸着法によって測定される値である。

[0042] ここで、図3及び図4を参照して濾過材について詳細に説明する。図3は、一般的な活性炭を用いた濾過材の模式図であり、図4は、本実施の形態に係る濾過材の模式図である。図3に示すように、一般的な活性炭を用いた濾過材100は、表面に細孔半径が50nm以上のマクロポア101が形成されている。このマクロポア101の中には、細孔半径が2nm以上50nm以下の複数のメソポア102が形成されている。この複数のメソポア102の中には、細孔半径が0.8nm以上2nm以下の多数のミクロポア103が形成されている。多数のミクロポア103の中には、細孔半径0.8nm以下のサブミクロポア（不図示）が形成されている。この濾過材100は、全細孔容積中、ミクロポア103が25%以上75%以下を占めており、これにより、比表面積の大きさが1000m²/g以上となるので、被処理水W₁中の濁質の吸着容量が優れたものとなる。しかしながら、被処理水W₁中の濁質である多糖類などの高分子の分子半径は、ミクロポア103の内径と同等の半径を有しており、このミクロポア103の奥に吸着された濁質は、濾過装置の逆洗浄時に洗浄水を通水しても濾過材100に吸着された状態を維持して容易には濾過材100から脱離しない場合がある。さらに、細孔内に吸着された高分子は、長期間にわたり徐々に溶出することもあるので、濾材の吸着性能を低下させる。

[0043] 一方で、図4に示すように、本実施の形態に係る濾過材200は、賦活処理などによって濾過材200のミクロポア103の一部が破壊されて、細孔半径50nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2nm以下の細

孔の累積細孔容積が25%以下となっている。これにより、濾過材200は、複数のメソポア102及び適度な数のミクロポア103によって濁質の吸着容量を確保しつつ、ミクロポア103の奥深くに吸着される濁質の量を低減できるので、逆洗浄時に速やかに濁質を脱離させることが可能となる。

[0044] 次に、図5A及び図5Bを参照して濾過装置の運転時間と濾過水 W_2 中の濁質濃度との関係について説明する。図5Aは、一般的な活性炭を用いた濾過材の濾過時間と濾過水 W_2 の濁質濃度との関係を示す図であり、図5Bは、本実施の形態に係る濾過材の濾過時間と濾過水 W_2 の濁質濃度との関係を示す図である。

[0045] 図5Aに示すように、一般的な比表面積が $1000\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の活性炭を用いた濾過材では、細孔半径50nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2nm以下の細孔の累積細孔容積が25%を超える。このため、一般的な濾過材を用いた場合には、運転開始後の第1回目の濾過材100の逆洗浄までの運転時間 t_1 が長くなる一方、第2回目から第4回目までの濾過材100の逆洗浄までの運転時間 $t_2 \sim t_4$ は大幅に短くなる。この結果は、運転開始後第1回目の逆洗浄までは、濾過材100の内部の多数のミクロポア103に濁質が吸着されるので、第1回目の逆洗浄までは比較的長い運転時間 t_1 を確保できたためと考えられる。一方、一旦ミクロポア103に吸着された濁質が逆洗浄でも濾過材100から一定程度しか脱離せず、多くのミクロポア103が濁質によって塞がれたため第2回目から第4回目の逆洗浄までの運転時間 $t_2 \sim t_4$ が短くなったためと考えられる。

[0046] これに対して、図5Bに示すように、本実施の形態に係る濾過材200においては、運転開始後の第1回目の濾過材200の逆洗浄までの運転時間 t_1 は、活性炭を用いた一般的な濾過材100と比較して短くなる。一方で、第2回目から第4回目までの濾過材200の逆洗浄までの運転時間 $t_2 \sim t_4$ は、運転時間 t_1 と同様に略一定となり、第1回目の逆洗浄から第4回目の逆洗浄までの合計運転時間 $t_1 \sim t_4$ が濾過材100の場合と比較して長くなる。この結果は、本実施の形態に係る濾過材200においては、吸着し

た濁質が脱離しにくいミクロポア 103 の比率が適度に減少して細孔半径 50 nm 以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径 2 nm 以下の細孔の累積細孔容積が 25 % 以下となっているので、逆洗浄によって濾過材 200 に吸着された濁質が効率良く脱離して効率よく濾過材 200 を再生できたためと考えられる。

[0047] このように、本実施の形態に係る濾過材 200 によれば、細孔半径 50 nm 以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径 2 nm 以下の細孔の累積細孔容積が 25 % 以下であるので、濾過材 200 の細孔の細孔半径が被処理水 W_1 中に含まれる有機物などの濁質の分子径に対して適度に大きくなり、濾過材 200 の微細な細孔への濁質の吸着を適度に防ぐことができ、逆洗浄時に効率良く濾過材 200 に保持された濁質を濾過材 200 から脱離させることが可能となる。これにより、この濾過材 200 は、被処理水 W_1 中の濁質の吸着効率を損なうことなく、逆洗浄時に吸着した濁質を速やかに脱離できるので、濾過材 200 の再生を短時間で行うことが可能となり、濾過装置の効率良い運転が可能となる。

[0048] 本実施の形態に係る濾過材 200 の比表面積としては、 $100\text{ m}^2/\text{g}$ 以上が被処理水 W_1 中に含まれる濁質の吸着容量が向上するので好ましい。これにより、濾過材 200 の比表面積が $100\text{ m}^2/\text{g}$ 未満である場合と比較して濾過材 200 が破過するまでの時間が長くなるので、逆洗浄までの運転時間を長くすることができ、濾過装置の運転効率が向上する。また、この濾過材 200 によれば、上述した濁質の吸着容量をより一層向上する観点から、 $150\text{ m}^2/\text{g}$ 以上が好ましく、 $200\text{ m}^2/\text{g}$ 以上がより好ましく、また逆洗浄時に濁質をより一層効率良く脱離する観点から、 $800\text{ m}^2/\text{g}$ 以下が好ましく、 $500\text{ m}^2/\text{g}$ 以下がより好ましく、 $400\text{ m}^2/\text{g}$ 以下が更に好ましい。以上を考慮すると、濾過材 200 の比表面積は、 $100\text{ m}^2/\text{g}$ 以上 $800\text{ m}^2/\text{g}$ 以下が好ましく、 $150\text{ m}^2/\text{g}$ 以上 $500\text{ m}^2/\text{g}$ 以下がより好ましく、 $200\text{ m}^2/\text{g}$ 以上 $400\text{ m}^2/\text{g}$ 以下が更に好ましい。

[0049] 次に、図 6 を参照して濾過材 200 の J I S Z 8831-3:201

0の方法で計測した累積細孔容積と細孔半径の関係について説明する。なお、累積細孔容積とは、計測可能な範囲で濾過材200が有する全ての細孔の容積を累積したものである。図6は、本実施の形態に係る濾過材200の累積細孔容積と細孔半径との関係を示す図である。なお、図6においては、横軸に濾過材200の細孔半径（nm）を示し、縦軸に濾過材200の累積細孔容積（%）を示している。図6に示すように、本実施の形態においては、賦活処理などによって細孔半径が2 nm以下のミクロポア103を適度に除去して比表面積を100 m²/g以上800 m²/g以下とするので、細孔半径が2 nm以下の細孔の累積細孔容積が一般的な活性炭より低下して細孔半径が50 nm以下の細孔の累積細孔容積に対して25%以下とすることが可能となる。これにより、逆洗浄時に濾過材から脱離しにくい細孔半径が0.8 nm以上2 nm以下のミクロポア103及び細孔半径が0.8 nm以下のサブミクロポアが低減されるので、逆洗浄時に濾過材から濁質を速やかに脱離させることが可能となる。この結果、逆洗浄により吸着力をより速やかに再生でき、濾過装置のより効率良い運転を実現できる濾過材を実現できる。

[0050] 本実施の形態に係る濾過材においては、上述した効果がより一層向上する観点から、半径2 nm以下の細孔の累積細孔容積が、細孔半径50 nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、25%以下が好ましく、10%以下がより好ましく、1%以下が更に好ましい。

[0051] ここで、累積細孔容積について説明する。一般的に、濾過材の細孔内では、表面張力の作用で飽和蒸気圧が濾過材表面の曲率に依存して減少するので、比表面積が増大して曲面が増えることにより吸着容量が増加する。また、細孔半径 r の細孔内の飽和蒸気圧 P_0^r は下記式（1）のケルビン式で表される。一般に p/p_0 が増加すると吸着容量は増加するので、 p_0 が減少すると吸着容量は増加する。

[数1]

$$\ln(p_0^r/p_0) = -\left(\frac{2V_m \gamma}{RT r}\right) \cos\theta$$

式 (1)

(式 (1) 中、 p_0 は、液体平面の飽和蒸気圧を表す。 V_m は、液体の表面モル体積を表す。 γ は、液体の表面張力を表す。 R は、気体定数を表す。 T は、絶対温度を表す。 θ は液体と細孔壁との接触角を表す。)

[0052] 累積細孔容積は、細孔半径分布により求める。細孔半径分布は、J I S Z 8831-3:2010 に準拠した $t-p$ plot 法、 α_s-p plot 法などの吸着等温線の比較により求めることができる。これらの方法では、吸着容量と圧力との関係を表す窒素等温吸着線を計測して標準サンプルと比較することで細孔半径分布を決定する。そして、細孔が存在することにより、吸着容量が増加するので、細孔半径に対応する吸着容量の増加から細孔の容積を求めて細孔半径分布を決定する。

[0053] 濾過材 200 としては、本発明の効果を奏する範囲で各種濾過材料を用いることが可能である。濾過材 200 としては、例えば、アルミナなどの各種セラミックス、石炭、木炭、石炭コークス、石油コークス、及びピッチコークス、並びにこれらを用いた活性炭、カーボンブラックをピッチ／タールバインダ／フェノールなどの熱硬化性樹脂で造粒した粒状活性炭などの各種炭素系材料、活性アルミナ、活性白土、シリカゲル及びゼオライトなどを用いることができる。

[0054] 本実施の形態においては、濾過材 200 としては、炭素系材料及び活性炭の少なくとも 1 種からなることが好ましく、活性炭からなることがより好ましい。これにより、被処理水濾過部 11 の第 1 濾過層 24 に用いられている濾過砂より比重が軽くなるので、第 1 濾過層 24 上に濾過材 200 を含む第 2 濾過層 25 を設けることが容易になる。また、炭素系材料及び活性炭は、有機物との親和性が高いので、被処理水 W_1 中の有機物による濁質を効率良く除去することが可能となる。

[0055] 次に、本実施の形態に係る濾過材 200 の製造方法について説明する。本実施の形態に係る濾過材 200 の製造方法においては、上述した各種炭素系材料を水蒸気及び／又は炭酸ガスによって賦活処理することにより、炭素系

材料の細孔半径 50 nm 以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径 2 nm 以下の細孔の累積細孔容積を 25 % 以下にして濾過材 200 を製造する。この方法によれば、水蒸気及び炭酸ガスの少なくとも一方による賦活処理により、炭素系材料中の細孔半径が 2 nm 以下のミクロポア 10³ を適度に破壊することにより炭素系材料の比表面積を低減できるので、細孔半径 50 nm 以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径 2 nm 以下の細孔の累積細孔容積が 25 % 以下にすることが可能となる。これにより、被処理水 W₁ 中の濁質を効率良く吸着できると共に、逆洗浄時に濾過材から濁質を速やかに脱離させることが可能な濾過材 200 を製造できる。

[0056] 賦活処理の条件としては、水蒸気によって賦活処理を行う場合には、炭素系材料の表面温度が 750℃ 以上 850℃ 以下で、一般的な活性炭の賦活処理より長い 12 時間以上 72 時間以下の条件が好ましい。また、炭酸ガスにより賦活処理を行う場合には、炭素系材料の表面温度が 850℃ 以上 950℃ 以下で、一般的な活性炭の賦活処理より長い 12 時間以上 72 時間以下の条件が好ましい。このような条件で炭素系材料を賦活処理することにより、炭素系材料中の細孔半径が 2 nm 以下のミクロポアを適度に破壊して細孔半径 50 nm 以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径 2 nm 以下の細孔の累積細孔容積が 25 % 以下の濾過材 200 を得ることが可能となる。

[0057] また、賦活処理の条件としては、上述した温度及び時間の条件下、炭素系材料がガス化して損耗した質量減分が 50 % 以上となるまで賦活処理を行うことが好ましい。これにより、炭素系材料中の細孔半径が 2 nm 以下のミクロポア 10³ の破壊が適度な範囲となるので、細孔半径 50 nm 以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径 2 nm 以下の細孔の累積細孔容積が 25 % 以下の濾過材 200 を容易に得ることが可能となる。また、賦活処理での質量減分は、細孔半径 50 nm 以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径 2 nm 以下の細孔の累積細孔容積が 25 % 以下の濾過材 200 をより一層容易に製造する観点から、75 % 以上がより好ましく、80 % 以上が更に好ましい。

[0058] 以上説明したように、本実施の形態に係る濾過材200によれば、細孔半径50nm以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径2nm以下の細孔の累積細孔容積が25%以下であるので、被処理水 W_1 中に含まれる濁質を効率良く除去できると共に、逆洗浄時に効率良く濾過材に保持された濁質を濾過材から脱離させることが可能となる。したがって、逆洗浄により吸着力を速やかに再生でき、濾過装置の効率良い運転を実現できる濾過材200を実現できる。そして、この濾過材200を用いることにより、濾過装置本体の構造を大幅に変更することなく、濾過材200を適用するだけで濾過装置の効率良い運転が可能となる。

[0059] なお、上述した実施の形態においては、本実施の形態に係る濾過材200を被処理水濾過部11に適用した例について説明したが、本発明は、被処理水濾過部11に限定されず各種濾過装置に適用可能である。

[0060] 次に、本実施の形態に係る濾過装置の運転方法について説明する。本実施の形態に係る濾過装置の運転方法は、濾過材によって被処理水を濾過して被処理水中の濁質を低減する濾過工程と、濾過材の全吸着量に対して、濾過材によって濾過した被処理水中の濁質の量が3分の1以上になった際に、濾過材を逆洗浄する洗浄工程とを含むものである。すなわち、本実施の形態に係る濾過装置の運転方法は、被処理水中の濁質濃度に対する濾過材の全吸着量が、濾過装置の逆洗浄の間隔の運転期間中に濾過材を通過する濁質の積算量の3倍以上となるようにするものである。なお、本実施の形態に係る濾過装置の運転方法においては、濾過材としては必ずしも上記実施の形態に係る濾過材200を用いる必要はなく、各種濾過材を用いることが可能である。

[0061] この濾過装置の運転方法によれば、濾過材の吸着容量に対して十分な余裕がある条件で逆洗浄を行うことが可能となるので、濾過材の細孔内への濁質の過剰な吸着を防ぐことが可能となる。また、逆洗浄によって濾過材の細孔内から脱離しない濁質が発生したとしても、濾過材の吸着容量に十分な余裕がある範囲で濾過装置を運転するので、被処理水中の濁質の濾過装置の透過を防ぐことができる。さらに、1回の逆洗浄で濾過材から濁質を完全に除去

できなかった場合であっても、濾過材の吸着容量に余裕があるので、被処理水中の濁質の濾過装置の透過を防ぐことができる。これらにより、逆洗浄時に速やかに濾過材に吸着された濁質を濾過材から脱離させることが可能となるので、逆洗浄により吸着力を速やかに再生でき、効率良い運転を実現できる濾過装置の運転方法を実現できる。

[0062] 本実施の形態に係る濾過装置の運転方法においては、上述した効果がより一層向上する観点から、被処理水中の濁質濃度に対する濾過材の全吸着量が、濾過装置の逆洗浄の間隔の運転期間中に濾過材を通過する濁質の積算量の5倍以上にすることが好ましく、10倍以上にすることが更に好ましい。

[0063] また、本実施の形態に係る複層式濾過装置の運転方法においては、例えば、以下の関係式を満たすように濾過材の種類及び使用量を決定する。

被処理水中の濁質濃度における単位質量当たりの濾過材の吸着量 (mg / kg) $\times$ 濾過材の使用量 (kg) = {被処理水の濁質濃度 (mg / kg) - 濾過水の濁質濃度 (mg / kg)} $\times$ 濾過装置の逆洗間の運転時間 (h) $\times$ 濾過材を透過する被処理水の流量 (m^3 / h) $\times 1000 \times 3$ (又は5、又は10)

[0064] 図7は、本実施の形態に係る濾過装置の他の例を示す図である。図7に示すように、この濾過装置210は、図2に示した濾過装置21の構成に加えて被処理水供給管26に設けられた被処理水濁度計（被処理水濁質濃度測定装置）211と、濾過水出水管27に設けられた濾過水濁度計（濾過水濁質濃度測定装置）212と、被処理水濁度計211によって測定された被処理水 W_1 中の濁質量及び濾過水濁度計212によって測定された濾過水 W_2 中の濁質量を演算し、演算結果に基づいて濾過装置210の運転を制御する制御部213とを備える。

[0065] 被処理水濁度計211は、被処理水 W_1 の流路における濾過材200に対する上流側に設けられ、濾過材200によって濾過される前の被処理水 W_1 中の濁質の濃度を計測する。濾過水濁度計212は、被処理水 W_1 の流路における濾過材200に対する下流側に設けられ、濾過材によって濾過された後の被

処理水 W_1 である濾過水 W_2 の濃度を計測する。被処理水濁度計211及び濾過水濁度計212としては、被処理水 W_1 又は濾過水 W_2 の濃度を測定できるものであれば特に制限はない。

[0066] 制御部213は、例えば、CPU（中央演算装置）、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）などの汎用又は専用のコンピュータ及びこのコンピュータ上で動作するプログラムを利用して実現される。制御部213は、被処理水濁度計211によって測定された被処理水 W_1 中の濁質濃度の時間積分値（所定時間当たりの累積値）を算出する。また、制御部213は、濾過水濁度計212によって測定された濾過水 W_2 中の濁質濃度の所定時間当たりの時間積分値（所定時間当たりの累積値）を算出する。制御部213は、算出した被処理水 W_1 中の濁質濃度の所定時間当たりの時間積分値と算出した濾過水 W_2 中の濁質濃度の所定時間当たりの時間積分値との差分値を算出し、算出した差分値が所定の閾値以下であるか否かを判定する。さらに、制御部213は、算出した差分値が所定の閾値以下である場合には、濾過装置210の通常運転を継続する。また、制御部213は、算出した差分値が所定の閾値を超える場合には、被処理水供給管26の流量調整弁 V_1 及び濾過水出水管27の流量調整弁 V_2 を閉じた後、送液ポンプ29を駆動して洗浄水 W_5 を洗浄水供給管28から濾過装置210内に供給して濾過材200の逆洗浄を実施する。また、制御部213は、濾過装置210の逆洗浄後には、算出した被処理水 W_1 中の濁質濃度の所定時間当たりの時間積分値と算出した濾過水 W_2 中の濁質濃度の所定時間当たりの時間積分値とを消去した後、再び被処理水濁度計211によって測定された被処理水 W_1 中の濁質濃度の所定時間当たりの時間積分値（積分値）及び濾過水濁度計212によって測定された濾過水 W_2 中の濁質濃度の所定時間当たりの時間積分値（積分値）を算出する。

[0067] 次に、図8を参照して濾過装置210の運転方法について詳細に説明する。図8は、本実施の形態に係る濾過装置210の運転方法のフロー図である。図8に示すように、本実施の形態に係る濾過装置210の運転方法は、被

処理水 W_1 中の第1濁質濃度及び被処理水 W_1 が濾過材によって濾過された濾過水 W_2 中の第2濁質濃度をそれぞれ測定する濁質濃度測定工程と、測定した被処理水 W_1 中の第1濁質濃度の第1時間積分値（累積値）と濾過水 W_2 中の第2濁質濃度の第2時間積分値（累積値）との差分値に基づいて濾過材の逆洗浄を実施する濾過材洗浄工程と、を含む。

[0068] 濁質濃度測定工程では、被処理水濁度計211が、被処理水 W_1 中の第1濁質濃度を測定する（ステップST111）。また、濁質濃度測定工程では、濾過水濁度計212が、濾過水 W_2 中の第2濁質濃度を測定する（ステップST112）。

[0069] 濾過装置210の運転開始後、濁質量評価工程では、制御部213は、被処理水濁度計211によって測定された被処理水 W_1 中の第1濁質濃度の所定時間当たりの第1時間積分値を算出する（ステップST121）。次に、制御部213は、濾過水濁度計212によって測定された濾過水 W_2 中の第2濁質濃度の所定時間当たりの第2時間積分値を算出する（ステップST122）。続いて、制御部213は、算出した被処理水 W_1 中の第1濁質濃度の所定時間当たりの第1時間積分値と算出した濾過水 W_2 中の第2濁質濃度の所定時間当たりの第2時間積分値との差分値を算出し（ステップST123）、算出した差分値が所定の閾値以下であるか否かを判定する（ステップST124）。そして、制御部213は、算出した差分値が所定の閾値以下である場合には（ステップST124：Yes）、濾過装置210の通常運転を継続する（ステップST125）。また、制御部213は、算出した差分値が所定の閾値を超える場合には（ステップST124：No）、被処理水供給管26の流量調整弁 V_1 及び濾過水出水管27の流量調整弁 V_2 を閉じた後、送液ポンプ29を駆動して洗浄水 W_5 を洗浄水供給管28から濾過装置210内に供給して濾過材200の逆洗浄を実施する（ステップST126）。次に、制御部213は、濾過装置210の逆洗浄後には、算出した被処理水 W_1 中の第1濁質濃度の所定時間当たりの第1時間積分値と算出した濾過水 W_2 中の第2濁質濃度の所定時間当たりの第2時間積分値とを消去する（ステップS

T 1 2 7)。その後、制御部 2 1 3 は、再び被処理水濁度計 2 1 1 によって測定された被処理水 W_1 中の第 1 濁質濃度の所定時間当たりの第 1 時間積分値及び濾過水濁度計 2 1 2 によって測定された濾過水 W_2 中の第 2 濁質濃度の所定時間当たりの第 2 時間積分値を算出する（ステップ S T 1 1 1、S T 1 1 2、S T 1 2 1、S T 1 2 2）。

[0070] また、本実施の形態に係る濾過装置の運転方法においては、濾過材の上流側に設けられた被処理水濁度計 2 1 1 によって測定される第 1 濁質濃度及び濾過材の下流側に設けられた濾過水濁度計 2 1 2 によって測定される第 2 濁質濃度が、以下の関係式を満たすようにして濾過材の種類及び使用量を決定する。

被処理水 W_1 中の第 1 濁質濃度における単位質量当たりの濾過材の吸着量（ mg / kg ） $\times$ 濾過材の使用量（ kg ） $=$ {被処理水 W_1 の第 1 濁質濃度の第 1 時間積分値（ $\text{mg} / \text{kg} \cdot \text{h}$ ） $-$ 濾過水 W_2 の第 2 濁質濃度の第 2 時間積分値（ $\text{mg} / \text{kg} \cdot \text{h}$ ）} $\times$ 濾過材を透過する被処理水 W_1 の流量（ m^3 / h ）

[0071] 以上説明したように、本実施の形態に係る濾過装置 2 1 0 の運転方法によれば、濾過材の上流側に設けられた被処理水濁度計 2 1 1 によって測定される第 1 濁質濃度の第 1 時間積分値と、濾過材の下流側に設けられた濾過水濁度計 2 1 2 によって測定される第 2 濁質濃度の第 2 時間積分値との差分値に基づいて濾過材が吸着した濁質量を正確に把握することが可能となるので、逆洗浄までの濾過装置 2 1 0 の運転時間を必要十分に設定することができる。これにより、濾過装置 2 1 0 の運転方法は、濾過装置 2 1 0 の運転時間が長過ぎる場合に生じる逆洗浄時の濾過材に吸着した濁質の洗浄不良による濾過装置 2 1 0 の性能の低下を防ぐことが可能となる。また、濾過装置 2 1 0 の運転方法は、濾過装置 2 1 0 の運転時間が短すぎる場合に生じる逆洗浄の回数の増加による濾過装置 2 1 0 の稼働率の低下を防ぐことが可能となる。

[0072] なお、上述した実施の形態においては、被処理水濁度計 2 1 1 及び濾過水濁度計 2 1 2 を用いたが、濁度計に代えて $\text{T O}^\circ\text{C}$ （全有機炭素）計などの有機物濃度計を用いることも可能である。有機物濃度計を用いる場合には、濁

質濃度を有機物濃度として上記同様の濾過装置 210 の運転が可能である。

- [0073] 次に、図 9 を参照して本実施の形態に係る濾過処理システムについて説明する。図 9 は、本実施の形態に係る濾過処理システム 300 の概略図である。図 9 に示すように、本実施の形態に係る濾過処理システム 300 は、被処理水ライン L_{10} が接続された濾過装置 301 と、濾過装置 301 の後段に設けられた塩分濃縮部 302 とを備える。濾過装置 301 と塩分濃縮部 302 との間には、濾過水ライン L_{11} が設けられている。
- [0074] 被処理水ライン L_{10} は、海水などの原水である被処理水 W_1 を濾過装置 301 に供給する。濾過装置 301 は、被処理水ライン L_{10} から供給される被処理水 W_1 を濾過して濾過水 W_2 とする。また、濾過装置 301 は、濾過水ライン L_{11} を介して濾過水 W_2 を塩分濃縮部 302 に供給する。塩分濃縮部 302 は、濾過水 W_2 を分離膜 302a に透過させて濾過水 W_2 中の塩分を除去した透過水 W_3 を得ると共に、濾過水 W_2 中の塩分が濃縮された濃縮水 W_4 を得る。また、塩分濃縮部 302 は、透過水ライン L_{12} を介して透過水 W_3 を後段の各種装置（不図示）に供給すると共に、濃縮水排出ライン L_{13} を介して濃縮水 W_4 を排出する。分離膜 302a としては、濾過水 W_2 から透過水 W_3 及び濃縮水 W_4 が得られるものであれば特に制限はない。
- [0075] 濾過装置 301 は、濾過装置本体 301a 内に積層された第 1 濾過層 301b 及び第 2 濾過層 301c を備える。第 1 濾過層 301b は、濾過装置本体 301a の頂部 301d 側に設けられ、上述した濾過材 200 を含んで構成される。第 2 濾過層 301c は、濾過装置本体 301a の底部 301e 側に設けられ、珪砂などの粒状濾過材を含んで構成される。この第 1 濾過層 301b 及び第 2 濾過層 301c によって被処理水 W_1 中の無機系不純物が除去されるので、後述する水質評価部 303 によって有機物系不純物に基づく被処理水 W_1 中の濁質濃度を測定して把握することができる。
- [0076] また、本実施の形態に係る濾過処理システム 300 は、濾過水ライン L_{11} を流れる濾過水 W_2 の水質を評価する水質評価部 303 と、凝集剤供給ライン L_{21} を介して被処理水ライン L_{10} に凝集剤 304a を供給する凝集剤供給部

304と、水質評価装置303での濾過水 W_2 の水質の評価結果に基づいて凝集剤供給部304から供給される凝集剤の量を制御する制御部305とを備える。

[0077] 水質評価部303は、被処理水 W_1 中の有機物などの濁質濃度を測定して監視する。制御部305は、水質評価部303で測定された被処理水 W_1 中の濁質濃度が所定の閾値以上であるか否かを判定する。そして、制御部305は、被処理水 W_1 中の濁質濃度が所定の閾値以上である場合には、凝集剤供給ライン L_{21} に設けられた薬剤供給ポンプ306を運転して凝集剤供給部304から被処理水ライン L_{10} に凝集剤304aを供給する。また、制御部305は、被処理水 W_1 中の濁質濃度が所定の閾値未満である場合には、薬剤供給ポンプ306を停止して凝集剤供給部304からの被処理水ライン L_{10} への凝集剤304aの供給を停止する。

[0078] 以上説明したように、本実施の形態に係る濾過処理システム300によれば、逆洗浄時に吸着した濁質が濾過材200から脱離しにくい細孔半径が0.8nm以上2nm以下のミクロポア及び細孔半径が0.8nm以下のサブミクロポアが低減された濾過装置301を備えるので、逆洗浄時に濾過材200から濁質を速やかに脱離させることが可能となる。これにより、逆洗浄により濾過装置310の濾過材の吸着力をより速やかに再生でき、濾過処理システムのより効率良い運転を実現できる。

符号の説明

- [0079]
- 1 水処理装置
 - 11 複層式濾過装置
 - 12 逆浸透膜濾過部
 - 12a 逆浸透膜
 - 13 エネルギー回収部
 - 14 ポンプ
 - 15 高圧ポンプ
 - 21, 210, 301 濾過装置

- 2 2 有孔ブロック
- 2 3 下地層
- 2 4 第 1 濾過層
- 2 5 第 2 濾過層
- 2 6 被処理水供給管
- 2 7 濾過水出水管
- 2 8 洗浄水供給管
- 2 9 送液ポンプ
- 3 0 排水樋
- 3 1 濾過材流出防止網
- 1 0 0, 2 0 0 濾過材
- 1 0 1 マクロポア
- 1 0 2 メソポア
- 1 0 3 ミクロポア
- 2 1 1 被処理水濁度計（被処理水濁質濃度測定装置）
- 2 1 2 濾過水濁度計（濾過水濁質濃度測定装置）
- 2 1 3, 3 0 5 制御部
- 3 0 0 濾過処理システム
- 3 0 1 a 濾過装置本体
- 3 0 1 b 第 1 濾過層
- 3 0 1 c 第 2 濾過層
- 3 0 1 d 頂部
- 3 0 1 e 底部
- 3 0 2 塩分濃縮部
- 3 0 2 a 分離膜
- 3 0 3 水質評価部
- 3 0 4 凝集剤供給部
- 3 0 4 a 凝集剤

3 0 6 薬剤供給ポンプ

L_1, L_{10} 被処理水ライン

L_2, L_{11} 濾過水ライン

L_3 濃縮水ライン

L_4 透過水ライン

L_{12} 透過水ライン

L_{13} 濃縮水排出ライン

L_{21} 凝集剤供給ライン

V_1, V_2 流量調整弁

W_1 被処理水

W_2 濾過水

W_3 透過水

W_4 濃縮水

W_5 洗浄水

請求の範囲

- [請求項1] 細孔半径 50 nm 以下の細孔の累積細孔容積に対して、細孔半径 2 nm 以下の細孔の累積細孔容積が 25 % 以下であることを特徴とする、濾過材。
- [請求項2] 炭素系材料を含む、請求項 1 に記載の濾過材。
- [請求項3] 前記炭素系材料が活性炭を含む、請求項 2 に記載の濾過材。
- [請求項4] 請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の濾過材の製造方法であって、炭素系材料を水蒸気によって賦活処理することを特徴とする、濾過材の製造方法。
- [請求項5] 請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の濾過材の製造方法であって、炭素系材料を炭酸ガスによって賦活処理することを特徴とする、濾過材の製造方法。
- [請求項6] 前記炭素系材料の表面温度が 750℃以上となる条件下、水蒸気によって前記賦活処理を行う、請求項 4 に記載の濾過材の製造方法。
- [請求項7] 前記炭素系材料の表面温度が 850℃以上となる条件下、炭酸ガスによって前記賦活処理を行う、請求項 5 に記載の濾過材の製造方法。
- [請求項8] 前記炭素系材料の質量減分が 50 % 以上となるまで前記賦活処理を行う、請求項 4 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の濾過材の製造方法。
- [請求項9] 請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の濾過材又は請求項 4 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の濾過材の製造方法によって得られた濾過材を備えたことを特徴とする、濾過装置。
- [請求項10] 請求項 9 に記載の濾過装置の運転方法であって、
前記濾過材によって被処理水を濾過して前記被処理水中の濁質を低減する濾過工程と、
前記濾過材の全吸着量に対して、前記濾過材によって濾過した被処理水中の濁質の量が 3 分の 1 になった際に、前記濾過材を逆洗浄により洗浄する洗浄工程とを含むことを特徴とする、濾過装置の運転方法

。

[請求項11]

請求項 9 に記載の濾過装置の運転方法であって、

前記被処理水中の第 1 濁質濃度及び前記被処理水が前記濾過材によって濾過された濾過水中の第 2 濁質濃度をそれぞれ測定する濁質濃度測定工程と、

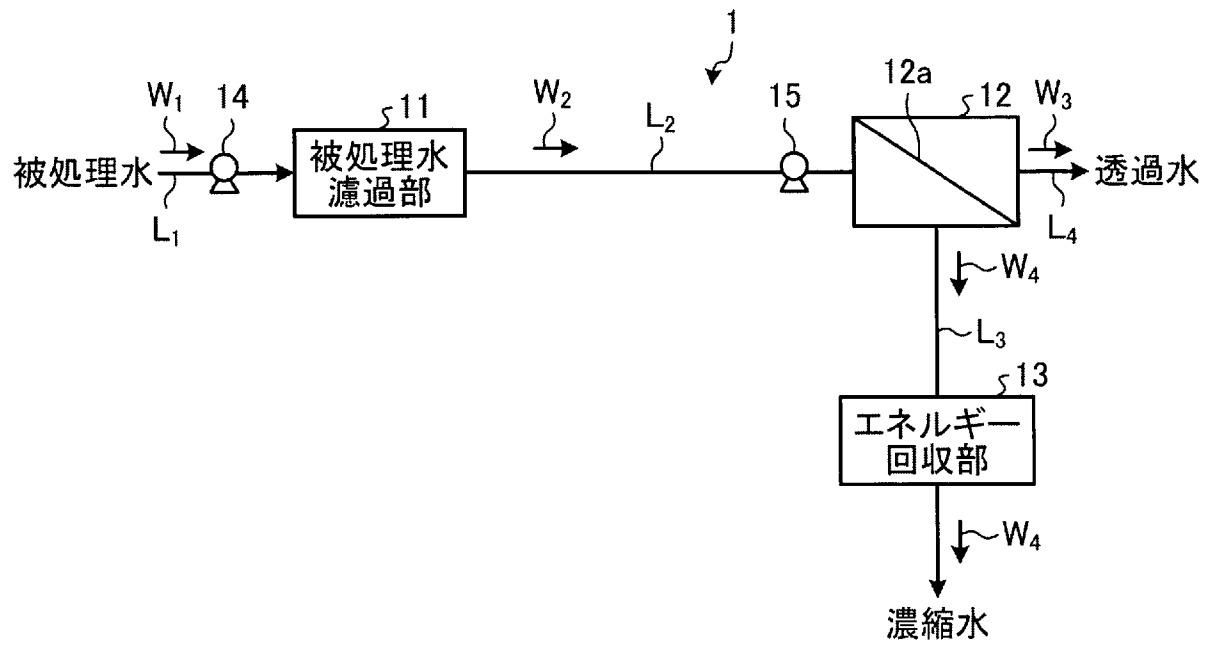
測定した前記第 1 濁質濃度の第 1 時間積分値と測定した前記第 2 濁質濃度の第 2 時間積分値との差分値を算出し、算出した差分値が所定値以下のときに前記濾過材の逆洗浄を実施する濾過材洗浄工程と、を含むことを特徴とする、濾過装置の運転方法。

[請求項12]

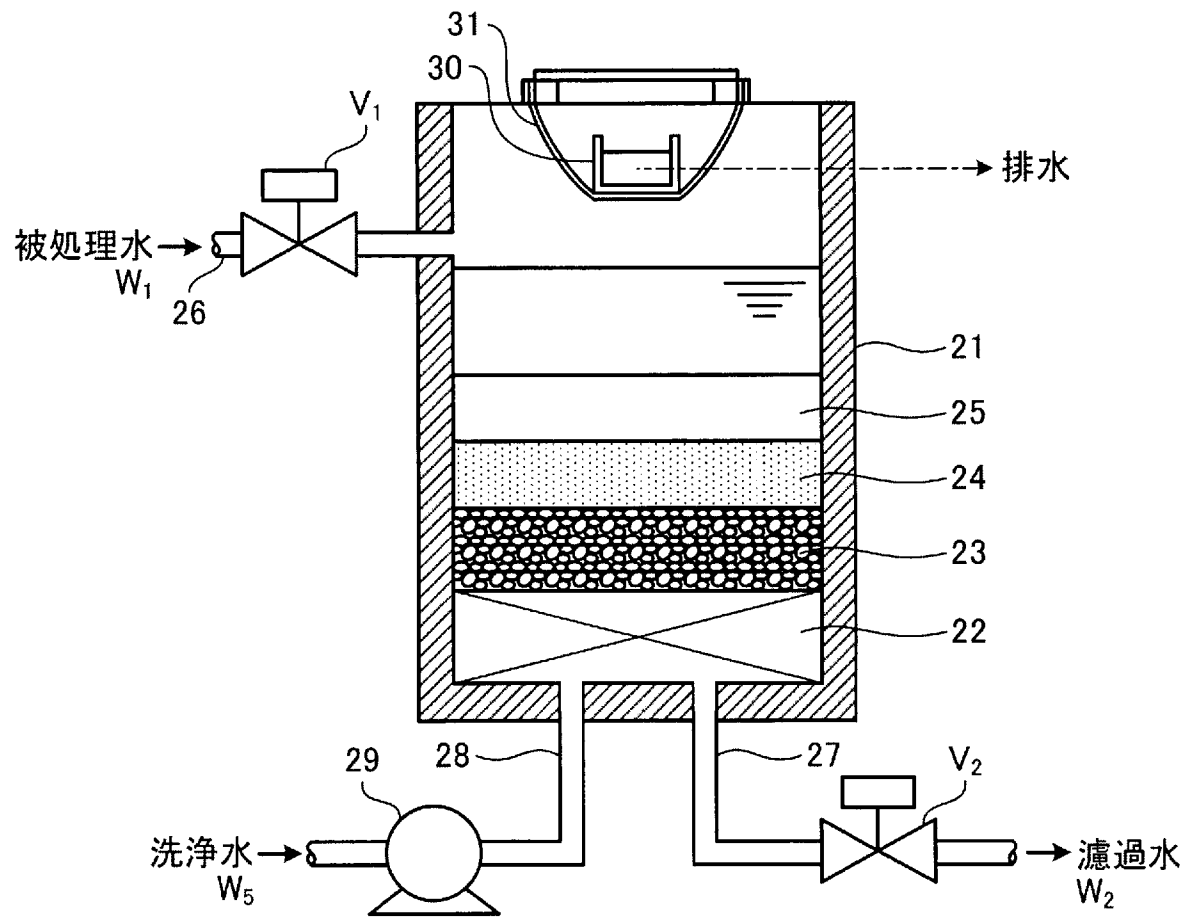
被処理水ラインから供給される被処理水を濾過して濾過水とする請求項 9 に記載の濾過装置を備えた被処理水濾過部と、

前記濾過水を分離膜により濾過して透過水及び濃縮水を得る塩分濃縮部とを備えたことを特徴とする、濾過処理システム。

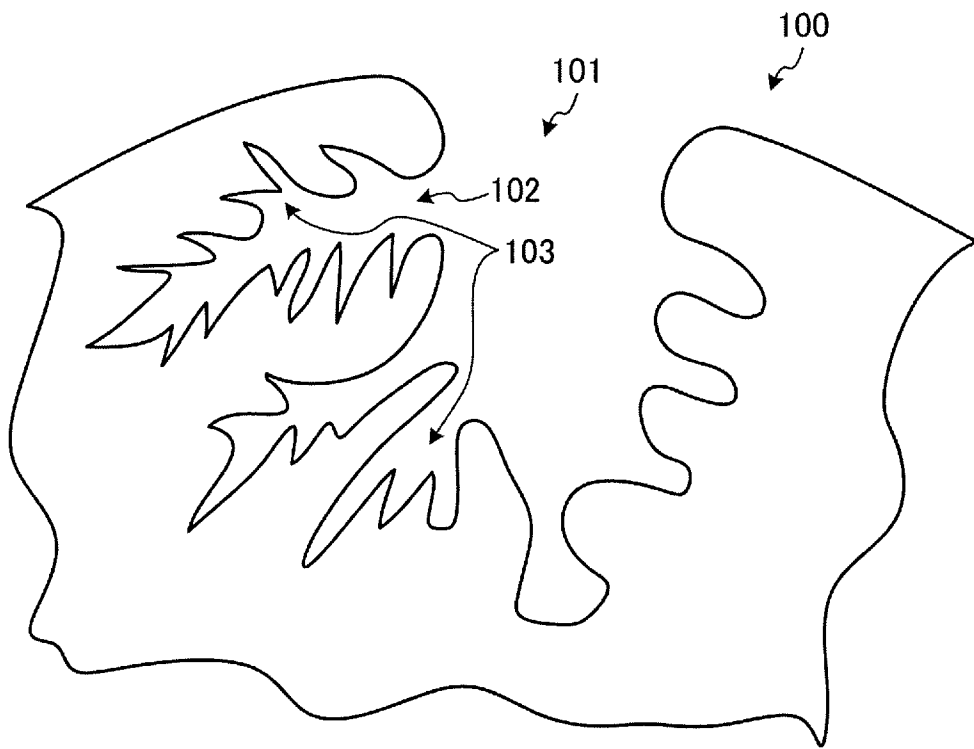
[図1]



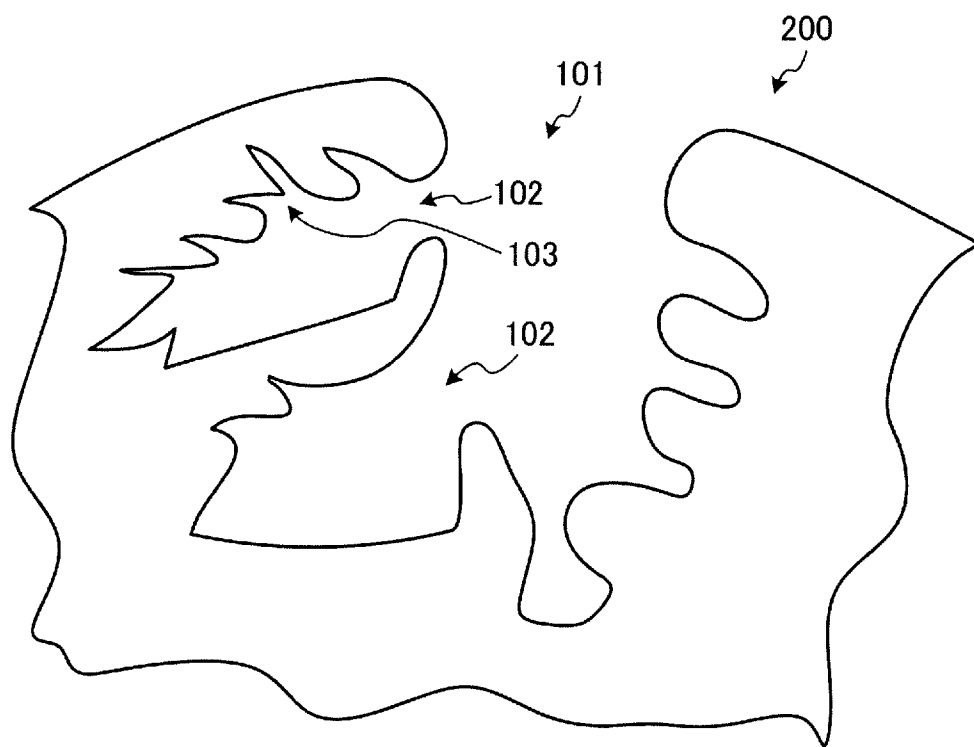
[図2]



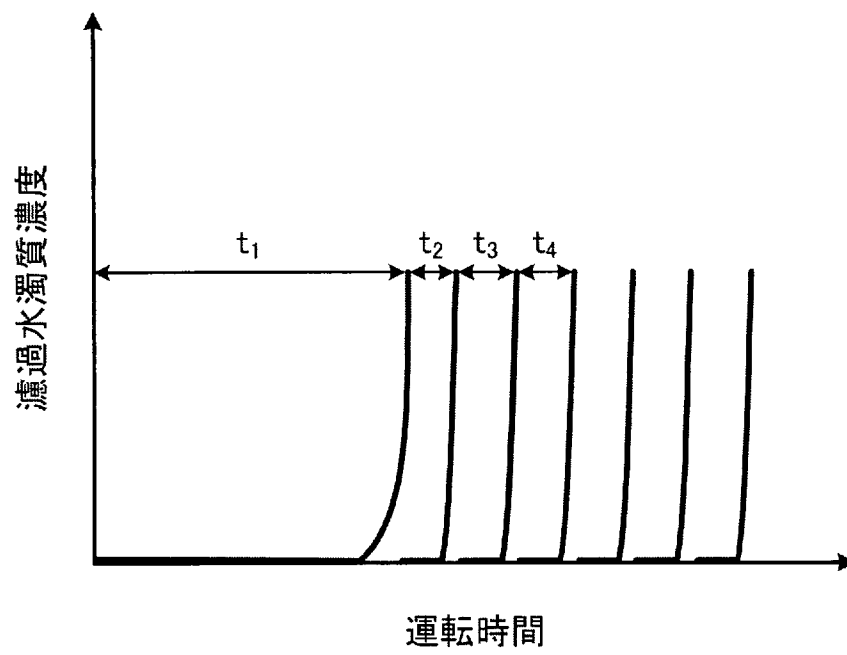
[図3]



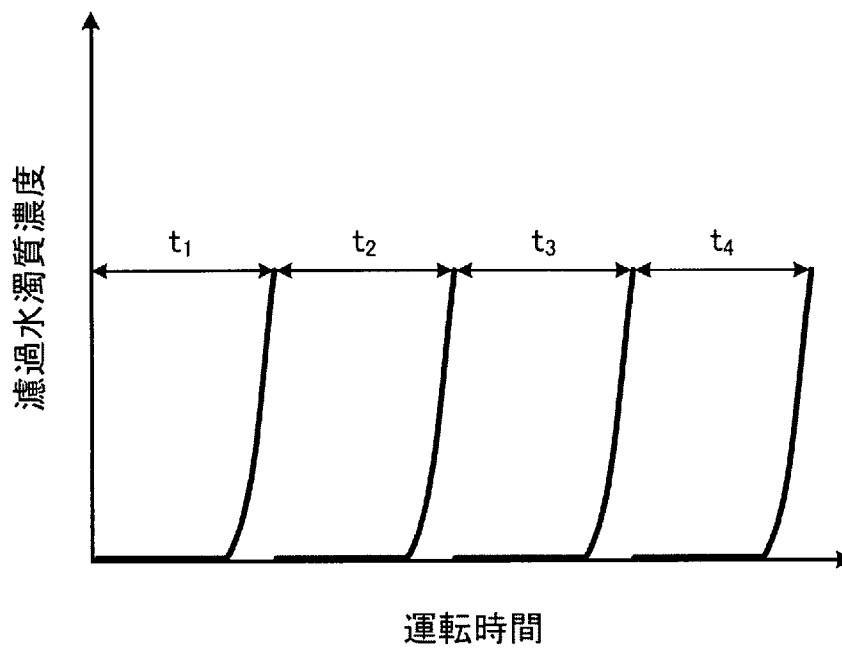
[図4]



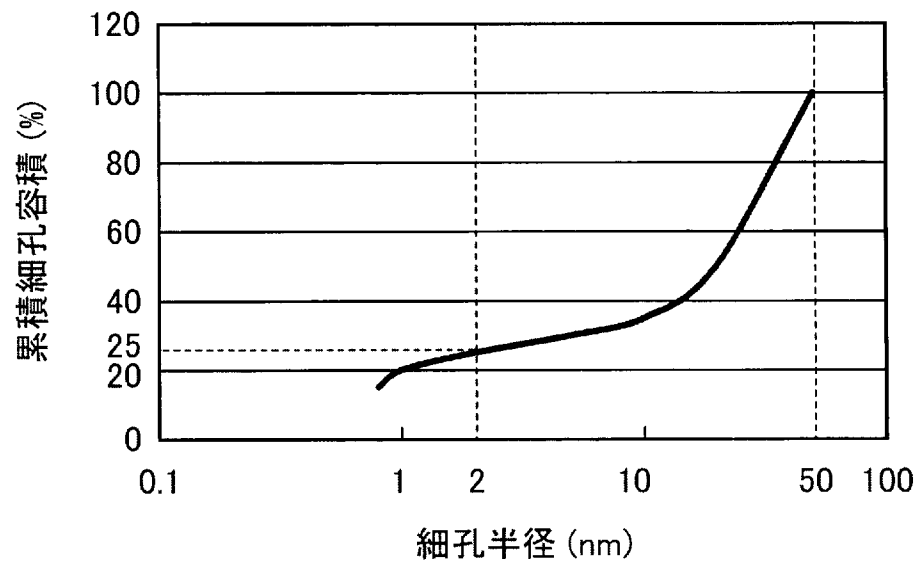
[図5A]



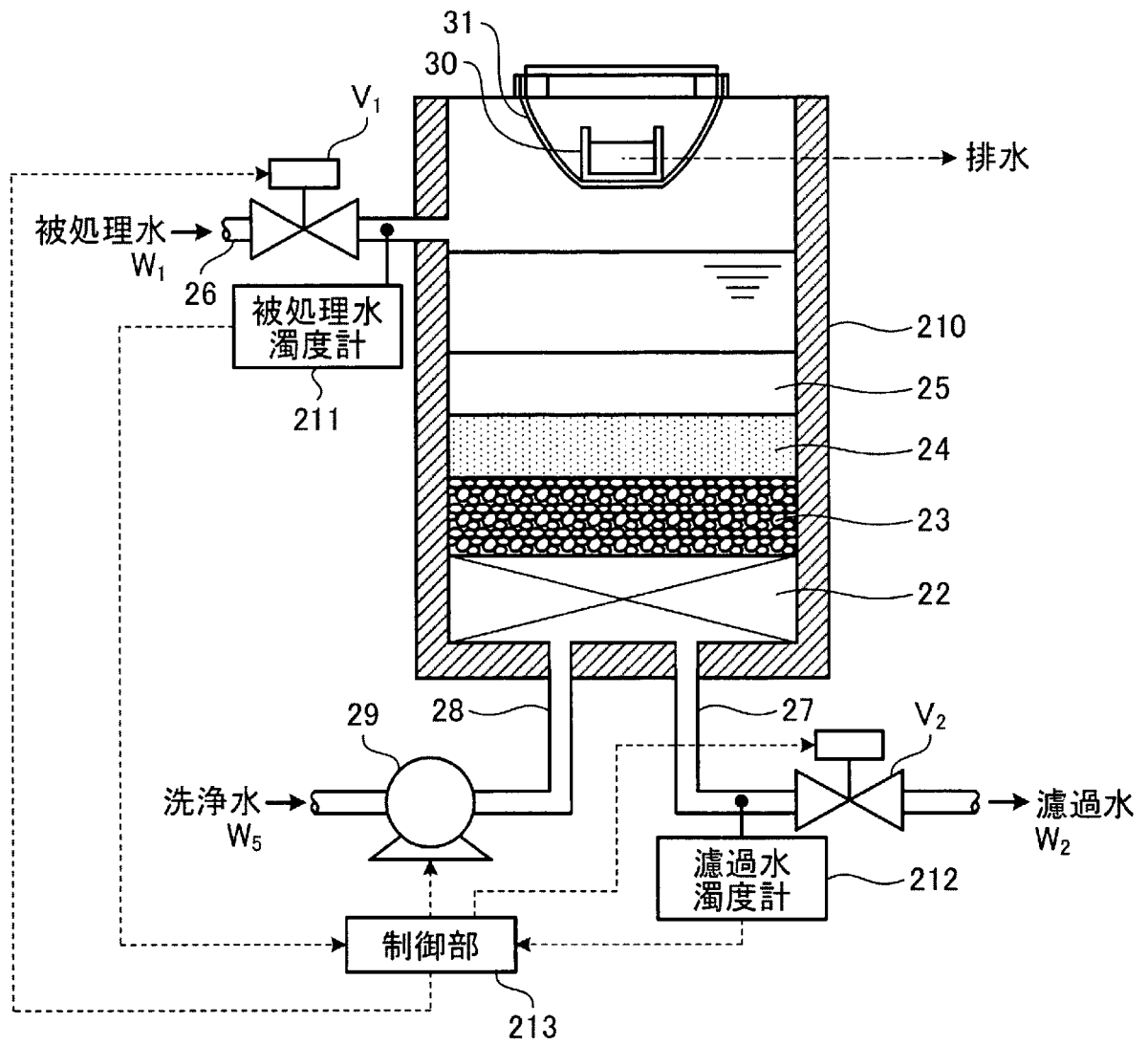
[図5B]



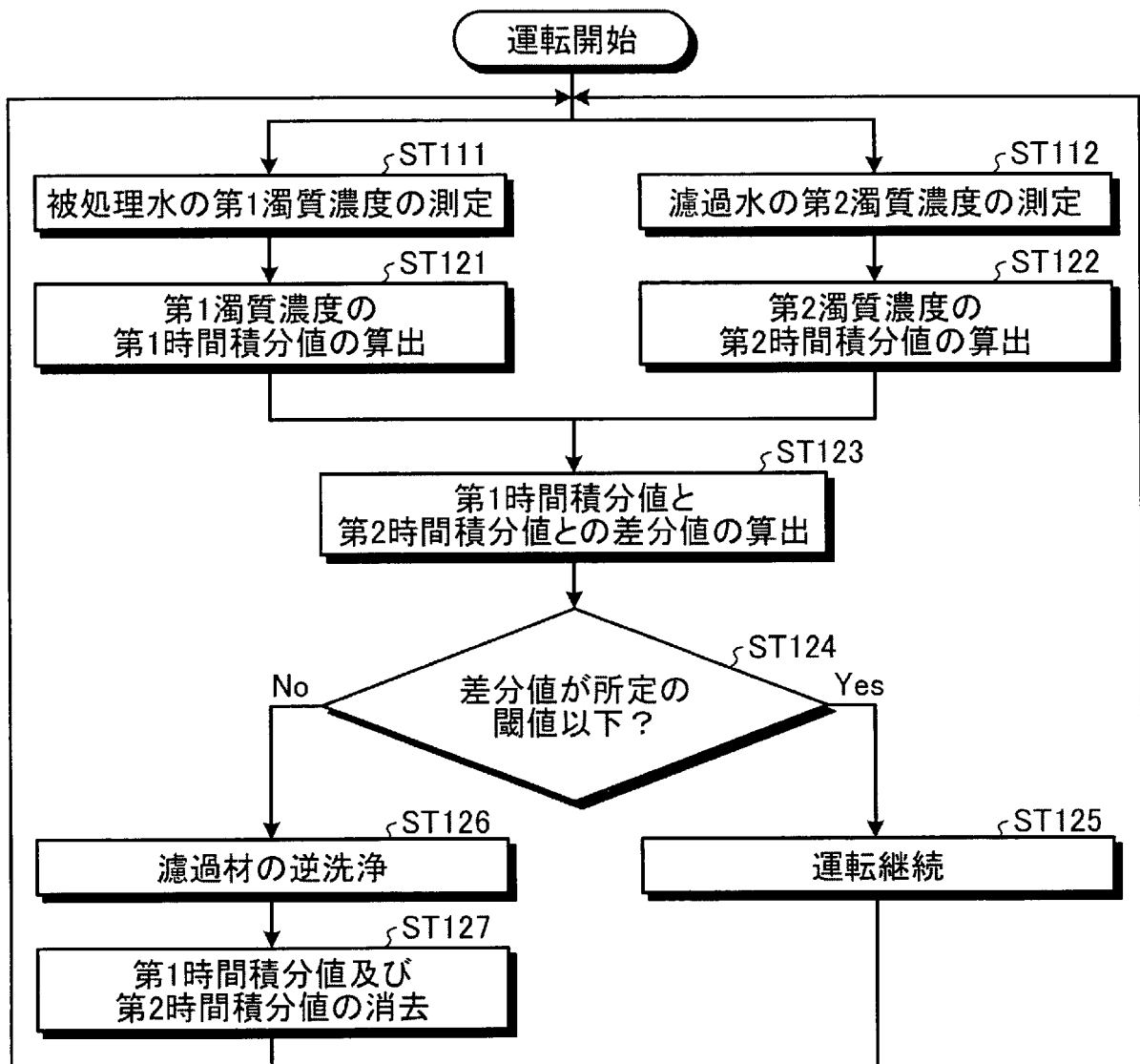
[図6]



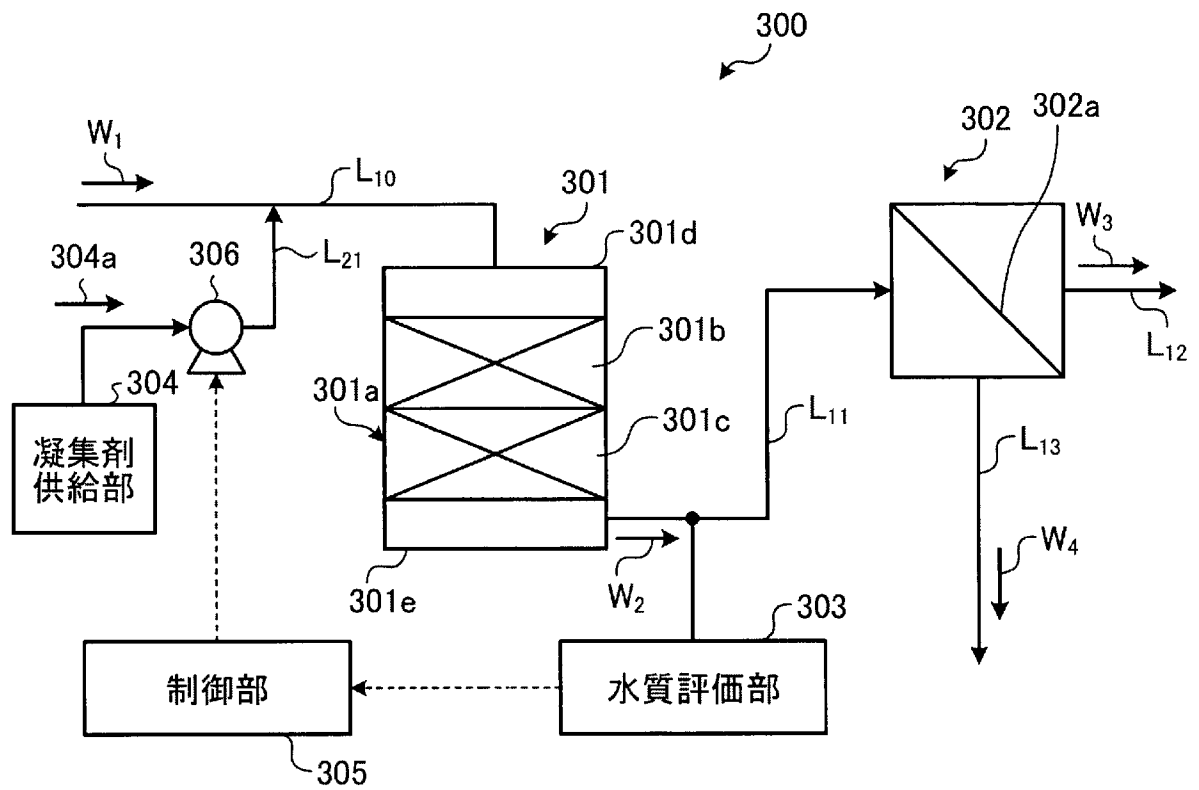
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/050127

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01J20/20(2006.01)i, B01D61/04(2006.01)i, B01J20/30(2006.01)i, C01B31/08(2006.01)i, B01D24/46(2006.01)n, B01D37/04(2006.01)n

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)

B01J20/20, B01D61/04, B01J20/30, C01B31/08, B01D24/46, B01D37/04

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2010-520806 A (Bluecher GmbH), 17 June 2010 (17.06.2010), claims; paragraphs [0015], [0033], [0073], [0081], [0090] & US 2012/0172216 A1 & WO 2008/110233 A1 & EP 2134464 A1 & CN 101668587 A	1-8 9-12
X Y	JP 49-29296 A (Kuraray Co., Ltd.), 15 March 1974 (15.03.1974), page 1, right column, line 3 to page 2, lower left column, line 15; fig. 1 (Family: none)	1-8 9-12
X Y	JP 2004-345921 A (Hiroshima University), 09 December 2004 (09.12.2004), claims; paragraphs [0024], [0037]; fig. 2, 5 (Family: none)	1-8 9-12



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
07 April 2015 (07.04.15)

Date of mailing of the international search report
14 April 2015 (14.04.15)

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/JP2015/050127

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 8-119614 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 14 May 1996 (14.05.1996), claims; paragraphs [0015], [0017], [0022] & US 5956225 A	1-8 9-12
X Y	JP 10-202003 A (Taiyo Engineering Kabushiki Kaisha), 04 August 1998 (04.08.1998), comparative examples 1, 2 (Family: none)	1-8 9-12
X Y	JP 49-35292 A (Kuraray Co., Ltd.), 01 April 1974 (01.04.1974), examples; fig. 1 (Family: none)	1-8 9-12
Y	JP 2011-45853 A (Ebara Engineering Service Co., Ltd.), 10 March 2011 (10.03.2011), claims; paragraphs [0013], [0019] (Family: none)	9-12
Y	JP 2001-38107 A (Organo Corp.), 13 February 2001 (13.02.2001), claims; paragraphs [0034], [0035]; fig. 2 (Family: none)	10
Y	JP 2011-189283 A (Miura Co., Ltd.), 29 September 2011 (29.09.2011), claims; paragraphs [0013], [0027], [0041]; fig. 1 (Family: none)	11
Y	JP 2005-28274 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 03 February 2005 (03.02.2005), paragraph [0012]; fig. 1 (Family: none)	12
A	JP 2009-220098 A (Nagoya Electrical Educational Foundation), 01 October 2009 (01.10.2009), entire text; all drawings & US 2009/0209418 A1	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B01J20/20(2006.01)i, B01D61/04(2006.01)i, B01J20/30(2006.01)i, C01B31/08(2006.01)i, B01D24/46(2006.01)n, B01D37/04(2006.01)n			
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. B01J20/20, B01D61/04, B01J20/30, C01B31/08, B01D24/46, B01D37/04			
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 2010-520806 A（ブリュッヒャー ゲーエムベーハー） 2010.06.17, 特許請求の範囲、[0015][0033][0073][0081][0090] & US 2012/0172216 A1 & WO 2008/110233 A1 & EP 2134464 A1 & CN 101668587 A	1-8 9-12	
X Y	JP 49-29296 A（株式会社クラレ）1974.03.15, 第1頁右欄第3行～第2頁左下欄15行、図1（ファミリーなし）	1-8 9-12	
☒ 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 07.04.2015		国際調査報告の発送日 14.04.2015	
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） 池田 周士郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3468	4Q 3909

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
X Y	JP 2004-345921 A (国立大学法人広島大学) 2004. 12. 09, 特許請求の範囲、[0024][0037]、図2、5 (ファミリーなし)	1-8 9-12
X Y	JP 8-119614 A (三菱化学株式会社) 1996. 05. 14, 特許請求の範囲、[0015][0017][0022] & US 5956225 A	1-8 9-12
X Y	JP 10-202003 A (太陽エンジニアリング株式会社) 1998. 08. 04, 比較例1、2 (ファミリーなし)	1-8 9-12
X Y	JP 49-35292 A (株式会社クラレ) 1974. 04. 01, 実施例、図1 (ファミリーなし)	1-8 9-12
Y	JP 2011-45853 A (荏原エンジニアリングサービス株式会社) 2011. 03. 10, 特許請求の範囲、[0013][0019] (ファミリーなし)	9-12
Y	JP 2001-38107 A (オルガノ株式会社) 2001. 02. 13, 特許請求の範囲、[0034][0035]、図2 (ファミリーなし)	10
Y	JP 2011-189283 A (三浦工業株式会社) 2011. 09. 29, 特許請求の範囲、[0013][0027][0041]、図1 (ファミリーなし)	11
Y	JP 2005-28274 A (三菱重工業株式会社) 2005. 02. 03, [0012]、図1 (ファミリーなし)	12
A	JP 2009-220098 A (学校法人 名古屋電気学園) 2009. 10. 01, 全文、全図 & US 2009/0209418 A1	1-12