

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7610380号
(P7610380)

(45)発行日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(24)登録日 令和6年12月24日(2024.12.24)

(51)国際特許分類		F I	
C 0 2 F	1/44 (2023.01)	C 0 2 F	1/44 J
C 0 2 F	1/32 (2023.01)	C 0 2 F	1/32
C 0 2 F	1/42 (2023.01)	C 0 2 F	1/42 A
C 0 2 F	9/00 (2023.01)	C 0 2 F	1/42 B
B 0 1 D	61/02 (2006.01)	C 0 2 F	9/00
請求項の数 4 (全9頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2020-160888(P2020-160888)	(73)特許権者	000004400
(22)出願日	令和2年9月25日(2020.9.25)		オルガノ株式会社
(65)公開番号	特開2022-53969(P2022-53969A)		東京都江東区新砂1丁目2番8号
(43)公開日	令和4年4月6日(2022.4.6)	(74)代理人	100123788
審査請求日	令和5年6月12日(2023.6.12)		弁理士 宮崎 昭夫
前置審査		(74)代理人	100127454
			弁理士 緒方 雅昭
		(72)発明者	塩谷 惟
			東京都江東区新砂1丁目2番8号 オル
			ガノ株式会社内
		(72)発明者	関根 健文
			東京都江東区新砂1丁目2番8号 オル
			ガノ株式会社内
		(72)発明者	高橋 一重
			東京都江東区新砂1丁目2番8号 オル
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 純水製造装置及び純水製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ホウ素と有機物とを含む被処理水から純水を製造する純水製造装置であって、
前記被処理水が供給される第1の逆浸透膜分離装置と、
前記第1の逆浸透膜分離装置で処理された処理水にpHが7～8.5の範囲となるようにpH調整剤を注入するpH調整剤の注入部と、
前記pH調整剤が注入された処理水が供給される第2の逆浸透膜分離装置と、
前記第2の逆浸透膜分離装置で処理された処理水が供給される紫外線酸化装置と、
前記紫外線酸化装置で処理された処理水が供給され、強酸性陽イオン交換樹脂と強塩基性陰イオン交換樹脂が充填され、ホウ素濃度を1ng/L以下に低減する再生型イオン交換装置と、
前記再生型イオン交換装置における通水方向において前記再生型イオン交換装置の下流に位置し、カチオン交換樹脂のみが充填されたカチオン交換装置と、を備え、
前記注入部はpH調整剤供給部に接続されている純水製造装置。

【請求項2】

前記再生型イオン交換装置は、強酸性陽イオン交換樹脂が充填されたカチオン充填部と、前記強塩基性陰イオン交換樹脂が充填されたアニオン充填部と、を有し、前記アニオン充填部は前記イオン交換装置における通水方向において、前記カチオン充填部の下流に位置する、請求項1に記載の純水製造装置。

【請求項3】

10

ホウ素と有機物とを含む被処理水から純水を製造する純水製造方法であって、

被処理水を、第１の逆浸透膜分離装置、第２の逆浸透膜分離装置、紫外線酸化装置、強酸性陽イオン交換樹脂と強塩基性陰イオン交換樹脂が充填された再生型イオン交換装置、カチオン交換樹脂のみが充填されたカチオン交換装置の順に通水することを有し、

前記第１の逆浸透膜分離装置と前記第２の逆浸透膜分離装置との間で前記被処理水に pH 調整剤が注入されて前記被処理水の pH が 7 ~ 8 . 5 の範囲に調整され、

前記再生型イオン交換装置の処理水のホウ素濃度が 1 ng / L 以下に低減される、純水製造方法。

【請求項 4】

前記再生型イオン交換装置は、強酸性陽イオン交換樹脂が充填されたカチオン充填部と、前記強塩基性陰イオン交換樹脂が充填されたアニオン充填部と、を有し、前記アニオン充填部は前記再生型イオン交換装置における通水方向において、前記カチオン充填部の下流に位置する、請求項 3 に記載の純水製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は純水製造装置と純水製造方法に関し、特に超純水製造装置の 1 次純水製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、超純水の製造には、前処理システム、1 次純水システム、2 次純水システム（サブシステム）で構成される超純水製造装置が用いられている。半導体デバイスをはじめとする電子部品製造の洗浄工程では、多くの超純水が使用されている。半導体の微細化に伴い、半導体製造工程で使用される超純水の更なる高純度化が求められ、特にホウ素濃度と全有機炭素（TOC）の低減が望まれている。特許文献 1 には、第 1 の逆浸透膜分離装置と、アルカリ添加装置と、第 2 の逆浸透膜分離装置と、紫外線酸化装置と、電気脱イオン装置と、が直列に配置された純水製造装置が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2004 - 283710 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に開示された純水製造装置は、ホウ素の除去のために電気脱イオン装置を有している。しかし、電気脱イオン装置ではホウ素を効率的に除去することが難しい。

【0005】

本発明はホウ素と有機物を効率的に除去することができる純水製造装置と純水製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

本発明の、ホウ素と有機物とを含む被処理水から純水を製造する純水製造装置は、被処理水が供給される第 1 の逆浸透膜分離装置と、第 1 の逆浸透膜分離装置で処理された処理水に pH が 7 ~ 8 . 5 の範囲となるように pH 調整剤を注入する pH 調整剤の注入部と、pH 調整剤が注入された処理水が供給される第 2 の逆浸透膜分離装置と、第 2 の逆浸透膜分離装置で処理された処理水が供給される紫外線酸化装置と、紫外線酸化装置で処理された処理水が供給され、強酸性陽イオン交換樹脂と強塩基性陰イオン交換樹脂が充填され、ホウ素濃度を 1 ng / L 以下に低減する再生型イオン交換装置と、再生型イオン交換装置における通水方向において再生型イオン交換装置の下流に位置し、カチオン交換樹脂のみが充填されたカチオン交換装置と、を備え、注入部は pH 調整剤供給部に接続されている。

50

【 0 0 0 7 】

本発明の、ホウ素と有機物とを含む被処理水から純水を製造する純水製造方法は、被処理水を、第 1 の逆浸透膜分離装置、第 2 の逆浸透膜分離装置、紫外線酸化装置、強酸性陽イオン交換樹脂と強塩基性陰イオン交換樹脂が充填された再生型イオン交換装置、カチオン交換樹脂のみが充填されたカチオン交換装置の順に通水することを有し、第 1 の逆浸透膜分離装置と第 2 の逆浸透膜分離装置との間で被処理水に pH 調整剤が注入されて被処理水の pH が 7 ～ 8 . 5 の範囲に調整され、再生型イオン交換装置の処理水のホウ素濃度が 1 n g / L 以下に低減される。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、ホウ素と有機物を効率的に除去することができる純水製造装置と純水製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る純水製造装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、図面を参照して本発明の純水製造装置と純水製造方法の実施形態について説明する。図 1 は本発明の一実施形態に係る純水製造装置 1 の概略構成を示している。純水製造装置 1 は上流側の前処理システム 2 と下流側の 1 次純水製造システム 3 とから構成され、1 次純水製造システム 3 はその下流側で、2 次純水製造システム（図示せず）に接続されている。2 次純水製造システムはサブシステムとも呼ばれ、1 次純水製造システム 3 で製造された純水から超純水を製造する。2 次純水製造システムで製造された超純水はユースポイント（図示せず）に供給される。純水製造装置 1 に供給される原水（以下、被処理水という）はホウ素と有機物を含有している。

【 0 0 1 1 】

純水製造装置 1 は、ろ過器 2 1 と、活性炭塔 2 2 と、第 1 の逆浸透膜分離装置（以下、第 1 の RO 装置 3 1 という）と、第 2 の逆浸透膜分離装置（以下、第 2 の RO 装置 3 2 という）と、紫外線酸化装置 3 3 と、再生型イオン交換装置 3 4 と、カチオン交換装置 3 5 と、を有し、これらは被処理水の流通方向 D に関し上流から下流に向かって、母管 L 1 に沿ってこの順序で直列に配置されている。ろ過器 2 1 と活性炭塔 2 2 は前処理システム 2 を構成し、第 1 の RO 装置 3 1 からカチオン交換装置 3 5 までの装置は 1 次純水製造システム 3 を構成する。純水製造工程では、ろ過器 2 1、活性炭塔 2 2、第 1 の RO 装置 3 1、第 2 の RO 装置 3 2、紫外線酸化装置 3 3、再生型イオン交換装置 3 4、カチオン交換装置 3 5 の順に被処理水が通水され、処理される。図示は省略するが、これらの各装置の間にポンプや他の装置が配置されていてもよい。

【 0 0 1 2 】

1 次純水製造システム 3 は、pH 調整剤を供給する pH 調整剤供給部 3 6 を有している。母管 L 1 には、第 1 の RO 装置 3 1 と第 2 の RO 装置 3 2 との間に、pH 調整剤の注入部 3 7 が設けられており、注入部 3 7 は pH 調整剤供給部 3 6 に接続されている。従って、被処理水には、第 1 の RO 装置 3 1 と第 2 の RO 装置 3 2 との間で、pH 調整剤が注入される。pH 調整剤は pH を増加させるものであってもよいし、低下させるものであってもよい。

【 0 0 1 3 】

被処理水は原水ポンプ（図示せず）で昇圧された後、ろ過器 2 1 で比較的粒径の大きな塵埃等が除去され、活性炭塔 2 2 で高分子有機物などの不純物が除去される。

【 0 0 1 4 】

次に、被処理水は第 1 の RO 装置 3 1 に供給される。第 1 の RO 装置 3 1 は被処理水の大半のイオン成分を除去する。第 1 の RO 装置 3 1 としては、従来公知のものを使用することができる。膜としては、例えば、酢酸セルロース系またはポリアミド系の非対称膜、

10

20

30

40

50

ポリアミド系の活性層を有する複合膜を用いることができる。膜形態としては、平膜、中空糸膜、スパイラル膜などが適用可能である。

【 0 0 1 5 】

第 1 の R O 装置 3 1 で処理され、イオン成分が除去された、第 1 の R O 装置 3 1 の処理水は、p H 調整剤で p H の調整がなされる。本実施形態では、p H 調整剤供給部 3 6 は被処理水の p H を高める（アルカリ側にする）ために設けられている。この目的で、p H 調整剤供給部 3 6 は N a O H などのアルカリ薬剤を母管 L 1 に注入する。被処理水の p H は 7 ~ 8 . 5 、好ましくは 7 . 5 ~ 8 . 0 程度に調整される。p H をこの範囲に限定している理由は後述する。p H 調整剤が注入され、p H が調整された処理水は第 2 の R O 装置 3 2 に供給され、さらにイオン成分、特に炭酸水素イオン (HCO_3^-) が除去される。第 2 の R O 装置 3 2 は、第 1 の R O 装置 3 1 と同じ構成を有している。

10

【 0 0 1 6 】

次に、第 2 の R O 装置 3 2 で処理された、第 2 の R O 装置 3 2 の処理水は紫外線酸化装置 3 3 に供給される。紫外線酸化装置 3 3 は被処理水に紫外線を照射する。紫外線酸化装置 3 3 はステンレス製の反応槽と、反応槽内に設置された管状の紫外線ランプと、を備える。紫外線ランプとしては例えば、254 nm と 185 nm の少なくとも一方の波長を含む紫外線を発生する紫外線ランプ、254 nm と 194 nm と 185 nm の各波長を有する紫外線を発生する低圧紫外線ランプが使用される。被処理水に 185 nm または 254 nm の波長の紫外線が照射されると、ラジカルが生成され、このラジカルにより、有機物の分解が促進される。これによって、T O C の低減効果が得られる。

20

【 0 0 1 7 】

次に、紫外線酸化装置 3 3 で処理された、紫外線酸化装置 3 3 の処理水は再生型イオン交換装置 3 4 に供給され、イオン成分が除去される。この際、前段の設備(第 1 及び第 2 の R O 装置 3 1 , 3 2 など)で除去しきれなかったホウ素は、再生型イオン交換装置 3 4 によってほぼ取りきられる。再生型イオン交換装置 3 4 とは、再生可能なイオン交換樹脂が充填されたイオン交換装置を意味する。イオン交換樹脂に代えて、モノリス状または繊維状のイオン交換体を用いることもできる。再生型イオン交換装置 3 4 は、強酸性陽イオン交換樹脂が充填されたカチオン充填部 3 4 A と、強塩基性陰イオン交換樹脂が充填されたアニオン充填部 3 4 B と、を有している。カチオン充填部 3 4 A とアニオン充填部 3 4 B は、それぞれの樹脂が単独充填された塔として構成することもできるし（2 床 2 塔式）、一つの塔をカチオン充填部 3 4 A とアニオン充填部 3 4 B とに仕切ることによって構成することもできる（複床充填式または 2 床 1 塔式）。いずれの場合も、アニオン充填部 3 4 B は第 2 の R O 装置 3 2 で処理された処理水の通水方向において、カチオン充填部 3 4 A の下流に設けることが好ましい。強酸性陽イオン交換樹脂と強塩基性陰イオン交換樹脂を用いることで、ホウ素以外の様々なイオンを除去することができる。再生型イオン交換装置 3 4 の代わりに非再生型イオン交換装置を用いてもよい。

30

【 0 0 1 8 】

ホウ素は強塩基性陰イオン交換樹脂によって除去される。ホウ素の除去のためにホウ素選択性樹脂を用いることも知られているが、ホウ素選択性樹脂は樹脂からの有機物の溶出が生じやすく、T O C の低減上は不利となることがある。本実施形態では、一般的な強酸性陽イオン交換樹脂と強塩基性陰イオン交換樹脂を用いているため、樹脂からの有機物の溶出を抑えることができる。このため、ホウ素除去性能を確保しつつ、T O C を低減することが可能である。また、強酸性陽イオン交換樹脂は被処理水の p H を下げる作用があり、これによって被処理水の水酸化イオン濃度を下げることができる。水酸化イオンはホウ素イオンと競合して、強塩基性陰イオン交換樹脂がホウ素イオンを除去する効率を低下させる。強酸性陽イオン交換樹脂を強塩基性陰イオン交換樹脂の上流に配置することで、水酸化物イオンの濃度を低減し、ホウ素イオンをより効率的に除去することができる。

40

【 0 0 1 9 】

再生型イオン交換装置 3 4 は他のイオン除去装置、例えば電気式脱イオン水製造装置（E D I）と比べて、ホウ素の除去効率が高い。E D I を用いてホウ素を除去する場合、濃

50

濃縮室のホウ素濃度が高くなるため、濃縮室から脱塩室にホウ素が逆拡散し、E D I 処理水中にホウ素がリークする。このため、E D I でホウ素濃度を 1 ng/L (ppt) 以下に低減することは困難である。これに対して、再生型イオン交換装置 3 4 はホウ素イオンを吸着するため、ホウ素濃度を 1 ng/L 以下に低減することが可能である。

【 0 0 2 0 】

次に、再生型イオン交換装置 3 4 の処理水はカチオン交換装置 3 5 に供給される。カチオン交換装置 3 5 は、通水方向において再生型イオン交換装置 3 4 の下流に位置している。カチオン交換装置 3 5 にはカチオン交換樹脂、好ましくは強酸性陽イオン交換樹脂が充填されている。再生型イオン交換装置 3 4 では、再生剤による再生を行った後に処理水の水質が悪化し、所定の水質に回復するまでに時間を要する場合がある。これは、樹脂に付着した再生剤（再生剤に起因する不純物イオン）が被処理水中に流出するためである。特にアニオン交換樹脂の代表的な再生剤である NaOH は、再生後の洗浄工程での洗浄性が悪く、 Na イオンが残留しやすい。被処理水をカチオン交換装置 3 5 に通水することで、 Na イオンを除去し、樹脂再生後の再生型イオン交換装置 3 4 の立ち上がり時間を短縮することができる。同様の理由で被処理水からアニオンを除去するため、被処理水をアニオン樹脂に通水してもよいが、カチオン交換樹脂の再生剤（例えば HCl ）はアニオン交換樹脂の再生剤と比べて比較的簡単に洗浄できるため、被処理水をアニオン樹脂に通水する必要性は小さい。被処理水の水質によっては、カチオン交換装置 3 5 を省略することもできる。カチオン交換装置 3 5 としては、再生型の樹脂が充填されたカチオンポリッシャ塔を用いることが好ましい。これは、上述のように、カチオン交換樹脂の再生剤は比較的簡単に洗浄できるため、非再生型の樹脂を用いる必要性が小さいためである。しかし、カチオン交換装置 3 5 として非再生型の樹脂を用いることも可能である。

【 0 0 2 1 】

このように、本実施形態では紫外線酸化装置 3 3 と再生型イオン交換装置 3 4 の上流に 2 段の R O 装置 3 1 , 3 2 を設けて、2 つの R O 装置 3 1 , 3 2 の間で被処理水の pH 調整を行っている。この理由は以下の通りである。まず、本実施形態の 1 次純水製造システム 3 では、被処理水のホウ素濃度と T O C を低減するために、再生型イオン交換装置 3 4 と紫外線酸化装置 3 3 を設けている。しかし、被処理水に通常含まれる炭酸 (H_2CO_3) は、強塩基性陰イオン交換樹脂によるホウ素除去の効率を低下させる。また、炭酸は、紫外線酸化装置 3 3 で発生したラジカルを消費する（ラジカルスカベンジャー）ため、T O C 低減効率を低下させる。その対策として、脱気装置（脱炭酸塔、膜脱気装置、真空脱気塔、窒素脱気装置、触媒樹脂脱酸素装置等）を備えることも可能であるが、設備の増加につながる。また、脱気装置は膜の閉塞が生じやすく、メンテナンス上も不利となることがある。

【 0 0 2 2 】

そこで、本実施形態では、紫外線酸化装置 3 3 と再生型イオン交換装置 3 4 の上流に R O 装置 3 1 , 3 2 を設けて、予め炭酸を除去している。R O 装置は既存の純水製造装置 1 でも設けられているため、設備の増加にはつながらない。ただし、R O 装置で炭酸を直接除去することは困難であるため、炭酸をイオン化して、炭酸水素イオン (HCO_3^-) の形で除去する。炭酸と炭酸水素イオンとの間には一般に、 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ の化学平衡が存在しており、pH が低いと HCO_3^- の割合が減り、pH が高いと HCO_3^- の割合が増える。pH を 7 ~ 8.5 に調整することで HCO_3^- の割合が増えるため、炭酸を R O 装置で効率的に除去することができる。pH の下限を 7.0 としているのは、 HCO_3^- の割合を増やして炭酸を効率的に除去するためである。これによってアニオン負荷が低減されるので、強塩基性陰イオン交換樹脂でのホウ素の除去効率が改善され、強塩基性陰イオン交換樹脂の寿命も延びる。pH の上限は炭酸除去の観点からは特に制約されないが、pH が高くなるほど、紫外線酸化装置 3 3 における T O C の分解効率が低下する。このため、pH の上限は 8.5 としている。

【 0 0 2 3 】

第 1 の R O 装置 3 1 と第 2 の R O 装置 3 2 で pH 調整を行う理由は以下の通りである。

仮にpH調整を第1のRO装置31の前段で行うと、第1のRO装置31の入口における被処理水のpHが増加する。被処理水中では $\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ の化学平衡も存在しており、pHが高いと CO_3^{2-} の割合が増える。この結果、 CO_3^{2-} が被処理水中のCaイオンと結合して、スケールの主成分である CaCO_3 が発生しやすくなる。スケールが発生すると、第1及び第2のRO装置31, 32の膜閉塞が生じやすくなる。そのため、本実施形態では、まず第1のRO装置31で硬度成分(Caイオン)を除去している。これによって、第2のRO装置32に供給される被処理水から、スケールの原因物質である硬度成分が除去されるため、スケールを考慮することなくpHを調整することが可能となる。換言すれば、第1のRO装置31と第2のRO装置32は全く異なる目的で設けられている。すなわち、第2のRO装置32はpH調整剤供給部36と協働して、再生型イオン交換装置34のホウ素除去効率と紫外線酸化装置33のTOC低減効率を悪化させる炭酸を除去する。第1のRO装置31は、pH調整によって発生しやすくなるスケールを防止するため、予め硬度成分の除去を行い、それによって、第2のRO装置32におけるスケール発生を抑制している。なお、第1のRO装置31にはpH調整前の被処理水が供給されるため、第1のRO装置31でスケールが発生する可能性も低い。

【0024】

(実施例1)

直列に接続した内径26mm、高さ1mの2つのイオン交換樹脂容器(カラム)にそれぞれ強塩基性陰イオン交換樹脂(アニオン樹脂)と強酸性陽イオン交換樹脂(カチオン樹脂)を充填し、模擬原水を通水した。そして、処理水におけるホウ素濃度が5ng/L(ppb)に達するまでの通液倍量(樹脂の充填体積に対する被処理水の総通液体積の比)を求めた。アニオン樹脂にはAMBERJET ESG4002(OH)(オルガノ株式会社製)を、カチオン樹脂にはAMBERJET ESG1024(H)(オルガノ株式会社製)を用い、各カラムにアニオン樹脂またはカチオン樹脂を314ml充填した。超純水に試薬を添加し、Na濃度36μg/L、ホウ素濃度12μg/L、Si濃度1μg/L、Cl濃度1μg/L、 HCO_3^- 濃度150μg/L、 CO_2 濃度245μg/L、pH7に調整された模擬原水を作成し、上記カラムに流量28.8L/h(線速度LV=55m/h、空間速度SV91.7/h)で通水した。

【0025】

実施例1では上流側のカラムにカチオン樹脂を充填し、下流側のカラムにアニオン樹脂を充填した。比較例1では上流側のカラムにアニオン樹脂を充填し、下流側のカラムにカチオン樹脂を充填した。比較例2では、模擬原水のpHを9.6に調整し、上流側のカラムにカチオン樹脂を充填し、下流側のカラムにアニオン樹脂を充填し、さらに下流側のカラムの下流にカチオン樹脂を充填したカラムを追設し、カチオン樹脂、アニオン樹脂、カチオン樹脂の順で模擬原水を通液した。ホウ素濃度が5ng/L(ppb)に達する通液倍量は、実施例1で8930、比較例1で7350、比較例2で7700であった。これより、アニオン樹脂、カチオン樹脂の順で通水するより、カチオン樹脂、アニオン樹脂の順で通水するほうがホウ素のリークが抑えられ、ホウ素除去効率が改善することが確認された。また、カチオン樹脂、アニオン樹脂の順で通水するほうが樹脂の寿命が伸び、樹脂の再生頻度も低減可能であると考えられる。

【0026】

比較例2では模擬原水のpHが高いため、アニオン樹脂のホウ素除去性能が低下したと考えられる。後述するように、pHがアルカリ側に寄りすぎるのは、TOCの低減上好ましくないが、ホウ素除去効率や樹脂の再生頻度の観点からも好ましくない。

【0027】

(実施例2)

図1に示す1次純水製造システム3と同等の(すなわち、第1のRO装置31~カチオン交換装置35がこの順序で設けられ、第1のRO装置31と第2のRO装置32との間にpH調整剤の注入部37が設けられた)試験装置に模擬原水を通水し、カチオン交換装置35の処理水の水質を測定した。第1及び第2のRO装置31, 32の逆浸透膜には日

東電工（株）製超低压膜ES20を、強塩基性陰イオン交換樹脂にはAMBERJET ESG4002（OH）（オルガノ株式会社製）を、強酸性陽イオン交換樹脂にはAMBERJET ESG1024（H）（オルガノ株式会社製）を用いた。超純水に試薬を添加し、pH6.3、TOC186μg/L、Na濃度6.5μg/L、ホウ素濃度33.8μg/Lに調整された模擬原水を作成した。比較例3では、第2のRO装置32入口でpH調整を行わなかった。従って、第2のRO装置32における模擬原水のpHは5.2である。比較例4では、第2のRO装置32の入口水のpHを10.5に調整した。結果を表1に示す。実施例2、比較例3、4とも炭酸濃度とホウ素濃度は同程度まで低減したが、TOCは実施例2が最も低くなった。比較例3ではpHが低く、第2のRO装置32での炭酸の除去効率が低下する。このため、紫外線酸化装置33に供給される被処理水の炭酸濃度が高いまとなり、紫外線酸化装置33におけるTOC低減効果が低下したと考えられる。比較例4ではpHが高いため、紫外線酸化装置33でのTOC低減効果が低下したと考えられる。これより第1のRO装置31、第2のRO装置32、紫外線酸化装置33、再生型イオン交換装置34にこの順番で通液し、かつ第1のRO装置31と第2のRO装置32の間でpH調整を行うことで、処理水のTOC及びホウ素濃度を効率よく低減できることが確認された。

【0028】

【表1】

【表1】

第2のRO装置 入口pH		第1のRO装置 入口水	第1のRO装置 処理水	第2のRO装置 処理水	カチオン交換装置 処理水	備考
8.0	炭酸濃度	8.1mg/L	7.2mg/L	0.2 mg/L	<0.01 mg/L	実施例2
5.2				7.0 mg/L		比較例3
10.5				0.1 mg/L		比較例4
8.0	TOC	186 μg/L	37 μg/L	9.3μg/L	2.8μg/L	実施例2
5.2					4.0μg/L	比較例3
10.5					6.0μg/L	比較例4
8.0	ホウ素濃度	33.8 μg/L	18 μg/L	12.0μg/L	<1 ng/L	実施例2
5.2						比較例3
10.5				3.6μg/L		比較例4

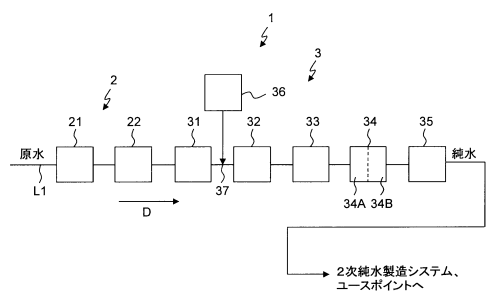
【符号の説明】

【0029】

- 1 純水製造装置
- 2 前処理システム
- 31 次純水製造システム
- 21 ろ過器
- 22 活性炭塔
- 31 第1の逆浸透膜分離装置（第1のRO装置）
- 32 第2の逆浸透膜分離装置（第2のRO装置）
- 33 紫外線酸化装置
- 34 再生型イオン交換装置
- 35 カチオン交換装置
- 36 pH調整剤供給部
- 37 注入部
- D 被処理水の流通方向
- L1 母管

【図面】

【図 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 0 1 D	61/08	(2006.01)	B 0 1 D	61/02	5 0 0
B 0 1 D	61/58	(2006.01)	B 0 1 D	61/08	
B 0 1 J	39/05	(2017.01)	B 0 1 D	61/58	
B 0 1 J	41/05	(2017.01)	B 0 1 J	39/05	
			B 0 1 J	41/05	

ガノ株式会社内

(72)発明者 橋本 浩一郎

東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号 オルガノ株式会社内

審査官 片山 真紀

(56)参考文献

特開 2 0 2 0 - 1 4 6 6 1 9 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 2 8 3 7 1 0 (J P , A)

特開 2 0 1 5 - 0 2 0 1 3 1 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 3 0 1 1 4 6 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C 0 2 F 1 / 3 2、4 2、4 4、9 / 0 0 - 2 0

B 0 1 D 6 1 / 0 0 - 7 1 / 8 2

B 0 1 J 3 9 / 0 0 - 4 9 / 9 0