

明 細 書

発明の名称：超純水製造装置及び超純水製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、超純水製造装置及び超純水製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、超純水の水質への要求が高まるに伴い、特に水中に含まれる微量の有機物を分解除去する方法が検討されている。有機物の分解除去後の水質の指標としては、ＴＯＣ（Total Organic Carbon）が使用され、ＴＯＣが一定基準以下であることが求められている。

[0003] 水中の微量な有機物を分解除去する方法としては、紫外線酸化処理による方法がある。紫外線酸化処理によって、水を酸化分解してＯＨラジカルを生成させ、このＯＨラジカルにより有機物（ＴＯＣ成分）を酸化分解することができる。

[0004] しかしながら、紫外線酸化処理では、水の分解で生成したＯＨラジカル（余剰分）が会合することにより過酸化水素が生成する。過酸化水素は、紫外線酸化装置の後段に設けられたイオン交換樹脂等の樹脂材料を劣化させ、超純水製造装置の性能の低下を招く。また、イオン交換樹脂等の樹脂材料の劣化が原因で新たに樹脂由来の有機物が生成し、超純水の水質が低下する問題が生じる。

[0005] そこで、水中の過酸化水素を除去する方法として、パラジウム（Pd）や白金（Pt）に代表される白金族金属を担体に担持させた白金族金属担持触媒を利用する方法が提案されている。白金族金属担持触媒を用いることにより、 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ で表される反応によって過酸化水素を分解除去できる。

[0006] このような過酸化水素を除去する方法を用いた超純水の製造方法及び製造装置として、特許文献１には、被処理水を紫外線酸化装置で紫外線酸化処理した後、特定の白金系触媒を用いた過酸化水素除去装置により、過酸化水素

を除去処理する超純水の製造方法及び製造設備が開示されている。より詳細には、白金系触媒が、白金系金属のコロイド粒子をアニオン交換樹脂に担持させたものであり、紫外線酸化装置への給水のTOCを5ppb以下とし、紫外線酸化装置への給水の無機炭酸イオン濃度が1ppb未満であり、紫外線酸化装置で処理された処理水の無機炭酸イオン濃度が1ppb以上であることを特徴とする純水製造方法及び装置が記載され、触媒樹脂の劣化を防止（又は抑制）して長期にわたって安定して過酸化水素を分解処理することができる純水製造方法及び装置を提供することを目的とすることが記載されている。

[0007] また、特許文献2には、白金族金属を強塩基性アニオン交換樹脂に担持させた触媒樹脂に過酸化水素を含む被処理水を接触させて、被処理水中の過酸化水素を低減する過酸化水素低減方法及び装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特許第5854163号

特許文献2：特開2010-069460号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献1には、発明の効果として、紫外線酸化装置への給水のTOCを5ppb以下とすることにより、有機酸濃度が低くなり、紫外線酸化装置の後段に設置された過酸化水素除去用白金系触媒の被毒（劣化）が防止され、触媒の寿命を長くすることができることが記載されている。そして、紫外線酸化装置への給水及び流出水の無機炭酸イオン濃度がそれぞれ特定の範囲にあるように紫外線酸化処理条件を設定することにより、CO₂にまで分解される有機物の割合が多くなる（すなわち有機物濃度が低くなる）ことが記載されている。

[0010] しかしながら、特許文献1に記載の方法は、紫外線酸化装置で処理された

処理水の無機炭酸イオン濃度を所定量以上にすることが必須であり、触媒寿命をさらに延長できる余地があった。すなわち、本発明者らは、無機炭酸イオンは白金系触媒担持樹脂の劣化に影響し、無機炭酸イオン濃度が高くなると白金系触媒担持樹脂が劣化し、得られた超純水の水質が低下する問題を見出した。より詳細には、紫外線酸化処理においては、有機物（TOC成分）が酸化分解され、有機酸が生成するが、さらにこの有機酸が酸化分解されて CO_2 が生成し、この CO_2 が処理水に溶解して無機炭酸イオンになり、その結果、処理水中の無機炭酸イオン濃度が増大し、白金系触媒担持樹脂が劣化することを見出した。

- [0011] 本発明の目的は、上記事情に鑑みた課題を解決することにある、すなわち、良好な水質の超純水を長期にわたって安定して供給可能な超純水製造装置及び超純水製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0012] 本発明は、以下の態様を含む。

[1] 一次純水製造装置及び二次純水製造装置を備えた超純水製造装置であって、

前記一次純水製造装置が、第1の紫外線酸化装置を有し、

前記二次純水製造装置が、第2の紫外線酸化装置と、前記第2の紫外線酸化装置の後段に設けられた過酸化水素除去装置とを有し、

前記過酸化水素除去装置は、白金族金属触媒が担持されたイオン交換体を含み、

前記第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値（ TOC_{SUP} ）と前記第2の紫外線酸化装置で処理された処理水のTOC値（ TOC_{TRE} ）との差 ΔTOC （ $\text{TOC}_{\text{SUP}} - \text{TOC}_{\text{TRE}}$ ）が1ppb以下となるように、前記第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量が制御されることを特徴とする超純水製造装置。

[2] 前記第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値（ TOC_{SUP} ）が、 $0 < \text{TOC}_{\text{SUP}} \leq 5 \text{ ppb}$ を満たすように、前記第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量が制御される、[1]に記載の超純水製造装置。

〔３〕前記第１の紫外線酸化装置の紫外線照射量が前記第２の紫外線酸化装置の紫外線照射量よりも大きい、〔１〕又は〔２〕に記載の超純水製造装置。

〔４〕前記第２の紫外線酸化装置で処理された処理水の TOC_{TRE} 値（ TOC_{TRE} ）が 1 ppb 以下になるように、前記第１の紫外線酸化装置の紫外線照射量及び前記第２の紫外線酸化装置の紫外線照射量が制御される、〔１〕から〔３〕のいずれかに記載の超純水製造装置。

〔５〕前記第２の紫外線酸化装置の前段又は／及び後段以降に水質計を有する、〔１〕から〔４〕のいずれかに記載の超純水製造装置。

〔６〕前記第２の紫外線酸化装置の前段に設けられた第１の TOC 計と、前記第２の紫外線酸化装置の後段以降に設けられた第２の TOC 計とを有する、〔１〕から〔５〕のいずれかに記載の超純水製造装置。

〔７〕一次純水製造装置及び二次純水製造装置を備えた超純水製造装置を用いた超純水製造方法であって、

前記一次純水製造装置が、第１の紫外線酸化装置を有し、

前記二次純水製造装置が、第２の紫外線酸化装置と、前記第２の紫外線酸化装置の後段に設けられた過酸化水素除去装置とを有し、

前記過酸化水素除去装置は、白金族金属触媒が担持されたイオン交換体を含み、

前記第２の紫外線酸化装置への供給水の TOC_{SUP} 値（ TOC_{SUP} ）と前記第２の紫外線酸化装置で処理された処理水の TOC_{TRE} 値（ TOC_{TRE} ）との差 ΔTOC （ $\text{TOC}_{\text{SUP}} - \text{TOC}_{\text{TRE}}$ ）が 1 ppb 以下となるように、前記第２の紫外線酸化装置の紫外線照射量を操作することを特徴とする超純水製造方法。

〔８〕前記第２の紫外線酸化装置への供給水の TOC_{SUP} 値（ TOC_{SUP} ）が、 $0 < \text{TOC}_{\text{SUP}} \leq 5\text{ ppb}$ を満たすように、前記第１の紫外線酸化装置の紫外線照射量を操作する、〔７〕に記載の超純水製造方法。

〔９〕前記第１の紫外線酸化装置の紫外線照射量が前記第２の紫外線酸化装置の紫外線照射量よりも大きくなるように操作する、〔７〕又は〔８〕に

記載の超純水製造方法。

〔１０〕前記第２の紫外線酸化装置で処理された処理水のＴＯＣ値（ TOC_{TRE} ）が１ppb以下になるように、前記第１の紫外線酸化装置の紫外線照射量及び前記第２の紫外線酸化装置の紫外線照射量を操作する、〔７〕から〔９〕のいずれかに記載の超純水製造方法。

〔１１〕前記超純水製造装置が、前記第２の紫外線酸化装置の前段又は／及び後段以降に設けられた水質計を有する、〔７〕から〔１０〕のいずれかに記載の超純水製造方法。

〔１２〕前記超純水製造装置が、前記第２の紫外線酸化装置の前段に設けられた第１のＴＯＣ計と、前記第２の紫外線酸化装置の後段以降に設けられた第２のＴＯＣ計とを有する、〔７〕から〔１１〕のいずれかに記載の超純水製造方法。

発明の効果

〔0013〕 本発明によれば、良好な水質の超純水を長期にわたって安定して供給可能な超純水製造装置及び超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

〔0014〕〔図１〕本発明の一実施形態による超純水製造装置の一例の概略構成図である。

〔図２〕過酸化水素除去装置の触媒樹脂のＯＨ型割合と過酸化水素除去性能との相関を示すグラフである。

〔図３〕試験例１において用いた、触媒樹脂を充填したイオン交換樹脂容器（過酸化水素除去装置）の概略構成図である。

発明を実施するための形態

〔0015〕 以下、本発明の好適な実施の形態について説明する。

〔0016〕 本発明の一実施形態による超純水製造装置は、一次純水製造装置（Make-up）と、この一次純水製造装置からの処理水を供給する二次純水製造装置（Polishing）を備える。

前記一次純水製造装置は、第１の紫外線酸化装置を有し、前記二次純水製造装置は第２の紫外線酸化装置と、この第２の紫外線酸化装置の後段に設け

られた過酸化水素除去装置とを有する。

第1及び第2の紫外線酸化装置は、紫外線酸化処理によって水中の微量な有機物（TOC成分）を分解除去する装置である。この紫外線酸化処理においては、水を酸化分解してOHラジカルを生成させ、このOHラジカルにより有機物（TOC成分）を酸化分解する。その際、生成した有機酸がさらに酸化分解してCO₂が生成し、処理水中に無機炭酸イオンが形成されるとともに、一方で余剰のOHラジカルの会合により過酸化水素が生成する。

過酸化水素除去装置は、白金族金属触媒が担持されたイオン交換体（以下、適宜「触媒担持体」という）を備え、過酸化水素を分解除去する触媒装置である。この過酸化水素除去装置（以下、適宜「触媒装置」という）は、紫外線酸化処理によって発生した過酸化水素を触媒の作用により分解除去する装置である。

[0017] このような本実施形態の超純水製造装置は、第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値（TOC_{SUP}）と第2の紫外線酸化装置で処理された処理水のTOC値（TOC_{TRE}）との差 ΔTOC （TOC_{SUP} - TOC_{TRE}）が1ppb以下となるように、第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量が制御される。

ここで、「制御」とは、自動による制御、手動による制御のいずれも含む。

また、第2の紫外線酸化装置への供給水にはTOC成分が含まれ（TOC_{SUP} ≠ 0）、この供給水のTOC_{SUP}と処理水のTOC_{TRE}の関係はTOC_{SUP} > TOC_{TRE}（すなわち0 < ΔTOC ）である。

また、本発明の他の実施形態による超純水製造方法は、このような超純水製造装置を用いた超純水製造方法であって、第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値（TOC_{SUP}）と第2の紫外線酸化装置の処理水のTOC値（TOC_{TRE}）との差 ΔTOC （TOC_{SUP} - TOC_{TRE}）が1ppb以下となるように、第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量を操作する。

ここで、「操作」とは、自動制御による操作、手動による操作のいずれも含む。

また上記の通り、第2の紫外線酸化装置への供給水にはTOC成分が含まれ($\text{TOC}_{\text{SUP}} \neq 0$)、この供給水の TOC_{SUP} と処理水の TOC_{TRE} の関係は $\text{TOC}_{\text{SUP}} > \text{TOC}_{\text{TRE}}$ (すなわち $0 < \Delta \text{TOC}$)である。

[0018] 上記のように第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値(TOC_{SUP})と第2の紫外線酸化装置で処理された処理水のTOC値(TOC_{TRE})との差 ΔTOC ($\text{TOC}_{\text{SUP}} - \text{TOC}_{\text{TRE}}$)が1ppb以下となるように制御又は操作することにより、第2の紫外線酸化装置からの流出水中の無機炭酸イオン濃度を一定量以下に抑えることができるため、後段での無機炭酸イオンによる過酸化水素除去装置の触媒担持体の劣化を抑制でき、純度の高い水質の超純水を安定して供給する(水質の変動が小さくなくように運転する)ことができる。

本発明においては、このように ΔTOC を1ppb以下となるように紫外線照射量を制御又は操作することが必要であり、 ΔTOC を0.5ppb以下とすることが好ましく、0.2ppb未満とすることがより好ましい。

なお、TOC値1ppbは、TOC成分1ppbが全て分解されたとすると、下記に従う場合、無機炭酸イオン濃度5ppbに相当する。

水中の有機成分(TOC成分)が全て分解されたとすると、最終的に水と二酸化炭素に分解され($\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)、生成した二酸化炭素が水に溶解して無機炭酸イオン(HCO_3^- 、 CO_3^{2-})が生じる。生成した二酸化炭素が全て水に溶解し、水に溶解した二酸化炭素の全てが無機炭酸イオンになったとすると、有機成分(TOC成分)の炭素(C)と生成した無機炭酸イオンとの質量比は以下の通り、ほぼ1:5となる。

$$[\text{TOC成分(C)}] : [\text{無機炭酸イオン}(\text{HCO}_3^-)] = 12 : (1 + 12 + 16 \times 3) \div 1 : 5$$

$$[\text{TOC成分(C)}] : [\text{無機炭酸イオン}(\text{CO}_3^{2-})] = 12 : (12 + 16 \times 3) = 1 : 5$$

[0019] 第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値(TOC_{SUP})と第2の紫外線酸化装置で処理された処理水のTOC値(TOC_{TRE})との差 ΔTOC ($\text{TOC}_{\text{SUP}} - \text{TOC}_{\text{TRE}}$)を1ppb以下とする際には、第1の紫外線酸化装置において、

被処理水に対して十分に高い照射量で紫外線酸化処理を行い、後段の第2の紫外線酸化装置へ供給される供給水の TOC_{SUP} 値を十分に低減しておくことが好ましい。

その際は、第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量を第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量よりも大きくすることが好ましい。

通常は、最終的な処理水の TOC 値を小さくするために、後段側の二次純水製造装置の紫外線酸化装置（第2の紫外線酸化装置）の紫外線照射量を大きくして TOC 成分を十分に分解することが行われるが、その際に分解される TOC 成分の量が多いと、無機炭酸イオンの発生量が多くなる。その結果、無機炭酸イオンに起因する問題（過酸化水素除去装置の触媒担持体の劣化）が発生しやすくなる。

そこで本発明においては、前段の一次純水製造装置の紫外線酸化装置（第1の紫外線酸化装置）の紫外線照射量を大きくして予め TOC 値を十分に低減しておき、後段の二次純水製造装置の紫外線酸化装置（第2の紫外線酸化装置）における TOC 成分の分解必要量を低減することが好ましい。これにより、後段の二次純水製造装置における無機炭酸イオンの発生量を抑えることができ、その結果、無機炭酸イオンに起因する過酸化水素除去装置の触媒担持体の劣化を抑制できる。

[0020] 本発明の超純水の製造装置及び製造方法においては、第2の紫外線酸化装置で酸化分解される TOC 成分の量をより十分に低減する観点から、第2の紫外線酸化装置への供給水の TOC 値（ TOC_{SUP} ）が5 ppb以下（ $0 < \text{TOC}_{\text{SUP}} \leq 5 \text{ ppb}$ ）になるように、好ましくは3 ppb以下（ $0 < \text{TOC}_{\text{SUP}} \leq 3 \text{ ppb}$ ）になるように、第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量が制御される（又は操作する）ことが好ましい。

また、最終的な処理水の TOC を十分に低減することに加えて、第2の紫外線酸化装置で酸化分解される TOC 成分の量をより十分に低減する観点から、第2の紫外線酸化装置で処理された処理水の TOC 値（ TOC_{TRE} ）が1 ppb以下になるように、第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量及び第2の紫

外線酸化装置の紫外線照射量が制御される（又は操作する）ことが好ましい。

なお、一次純水製造装置においてT O Cを過剰に低減しても、その後に有機物が処理水に混入してT O Cが増える可能性があり、その増加分は二次純水製造装置において除去できるため、一次純水製造装置においてT O Cを過剰に低減する必要はなく、処理効率の観点から、被処理水中のT O C成分の含有量に応じて適度に減らすことが好ましい。第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量の制御又は操作は、第1の紫外線酸化装置での過剰な紫外線照射を抑える点から、第2の紫外線酸化装置への供給水のT O C値（T O C_{SUP}）が0.3 p p b以上となる紫外線照射量の範囲（0.3 p p b未満にまで低減しない照射量の範囲）で行うことが好ましく、0.5 p p b以上となる紫外線照射量の範囲（0.5 p p b未満にまで低減しない照射量の範囲）で行うことがより好ましく、あるいは1 p p b以上となる紫外線照射量の範囲（1 p p b未満にまで低減しない照射量の範囲）で行うことができる。

[0021] T O Cの測定は、T O C計を第1の紫外線酸化装置と第2の紫外線酸化装置との間、及び第2の紫外線酸化装置の後段以降にそれぞれ設けて行うことができる。これにより、第1の紫外線酸化装置と第2の紫外線酸化装置との間の処理水のT O C、及び第2の紫外線酸化装置の後段以降における処理水のT O Cをそれぞれ測定することができる。

また、T O C計を第1の紫外線酸化装置と第2の紫外線酸化装置との間、及び第2の紫外線酸化装置の後段以降のいずれか一方に設け、第1の紫外線酸化装置と第2の紫外線酸化装置との間の処理水のT O C、及び第2の紫外線酸化装置の後段以降における処理水のT O Cの両方を測定できるように設けてもよい。これにより、一つのT O C計で、両方の処理水のT O Cを測定することができる。

[0022] このように、本発明の超純水製造装置及び超純水製造方法において、T O Cの測定は、第1の紫外線酸化装置と第2の紫外線酸化装置との間の処理水のT O C、及び第2の紫外線酸化装置の後段以降における処理水のT O Cを

、一つ又は二つのＴＯＣ計により測定することができる。

第１の紫外線酸化装置と第２の紫外線酸化装置との間の処理水のＴＯＣの測定については、より精度の高い測定値（ TOC_{SUP} ）を得る点から、第２の紫外線酸化装置へ供給する直前の供給水（すなわち第２の紫外線酸化装置とその直前に配置された処理装置との間の処理水）を測定することが好ましい。

一方、第２の紫外線酸化装置の後段以降における処理水のＴＯＣの測定位置については、後述するように、第２の紫外線酸化装置の後段以降であれば特に制限されないが、設備の簡略化の観点から、二次純水製造装置の最終の処理装置からの処理水のＴＯＣを測定することが好ましい。これにより、 ΔTOC を求めるためのＴＯＣ値（ TOC_{TRE} ）と、超純水製造装置による最終の処理水のＴＯＣ値を同時に得ることができる。

[0023] このように設けたＴＯＣ計により、第１の紫外線酸化装置と第２の紫外線酸化装置との間の処理水のＴＯＣ、及び第２の紫外線酸化装置の後段以降における処理水のＴＯＣをそれぞれ測定し、これらのＴＯＣの測定値に基づいて、第１及び第２の紫外線酸化装置の紫外線照射量を制御（又は操作）することができる。

例えば、第１のＴＯＣ値（ TOC_{SUP} ）として第１の紫外線酸化装置からの流出水のＴＯＣの測定値と第２のＴＯＣ値（ TOC_{TRE} ）として第２の紫外線酸化装置からの流出水のＴＯＣの測定値との差（ ΔTOC ）が１ppb以下となるように第１及び第２の紫外線酸化装置の紫外線照射量を制御（又は操作）することができる。

その際、第１のＴＯＣ値が所定の値以下（例えば５ppb以下）となるように第１の紫外線酸化装置において十分に高い照射量で紫外線酸化処理を行うことにより、後段側の第２の紫外線酸化装置へ供給される供給水中の有機物量を十分に低減できる。また、第２のＴＯＣ値が所定の値以下（例えば１ppb以下）となるように第１及び第２の紫外線酸化装置の紫外線照射量を制御（又は操作）することができる。

[0024] ＴＯＣ計としては、超純水の製造に用いられる通常のＴＯＣ計を使用する

ことができる。例えば、処理水の一部を、測定セルに導いてバルブを閉じ、紫外線照射を行い、完全に酸化が行われて導電率が一定となった時点の導電率と、紫外線照射前の導電率との差をＴＯＣ値に換算することができる完全酸化型のＴＯＣ計を使用することができる。

[0025] 本発明の超純水製造装置には、所望の位置にＴＯＣ計以外の各種の水質計を設けることができる。水質計の測定値に基づいて、水質の管理や、超純水製造装置を構成する各種の処理装置の制御や操作を行うことができる。

例えば、水質計により電気伝導率を測定し、その測定値にもとづいて第１の紫外線酸化装置の紫外線照射量又は／及び第２の紫外線酸化装置の紫外線照射量を操作することができる。その際の水質計は、第１の紫外線酸化装置と第２の紫外線酸化装置との間、及び第２の紫外線酸化装置の後段以降にそれぞれ設けてもよいし、いずれか一方に設けてもよい。一つの水質計で、第１の紫外線酸化装置と第２の紫外線酸化装置との間の処理水の水質、及び第２の紫外線酸化装置の後段以降における処理水の水質の両方を測定することもできる。

[0026] 以下、本発明の超純水製造装置の構成についてさらに説明する。

図１に、本発明の一実施形態による超純水製造装置の構成の一例を示すが、本発明はこの構成に限定されるものではない。

図１に示すように、超純水製造装置は、一次純水製造装置１及び二次純水製造装置２をこの順で備えている。一次純水製造装置１は、第１の紫外線酸化装置１１、イオン交換装置１２、ホウ素選択性樹脂装置１３、脱気装置１４をこの順で備えている。二次純水製造装置２は、第２の紫外線酸化装置２１、過酸化水素除去装置（触媒装置）２２、脱気装置２３、イオン交換装置２４、限外ろ過膜装置２５をこの順で備えている。

[0027] ＴＯＣ計は、前述の通り、第１の紫外線酸化装置１１と第２の紫外線酸化装置２１との間、及び／又は第２の紫外線酸化装置２１の後段以降に設けることができる。図１に示す超純水製造装置においては、第２の紫外線酸化装置２１の前段にＴＯＣ計３１、二次純水製造装置２の最終の処理装置の後段に

TOC計32を設けている。

TOCの測定において、第1のTOC値(TOC_{SUP})として、第2の紫外線酸化装置21への供給水の測定値を用い、第2のTOC値(TOC_{TRE})として、第2の紫外線酸化装置21で処理された処理水の測定値(第2の紫外線酸化装置21からの流出水の測定値又は第2の紫外線酸化装置の後段以降に設けられた各処理装置からの流出水の測定値)を用いることができる。第1のTOC値と第2のTOC値の差を ΔTOC とし、この ΔTOC が1ppb以下となるように、第1及び第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量を制御又は操作することができる。

[0028] 後段側のTOC計の設置位置は、第2の紫外線酸化装置21の後段以降であれば特に制限されないが、設備の簡略化の観点から、図1に示すように、TOC計32を二次純水製造装置2の最終の処理装置の後段に設けることが好ましい。これにより、超純水製造装置による最終の処理水のTOC値を測定できるとともに、この測定値を ΔTOC を求めるための第2のTOC値(TOC_{TRE})として用いることができる。

なお、二次純水製造装置2の第2の紫外線酸化装置21の後段以降においては二次純水製造装置2内の各処理装置や設備におけるTOC溶出は微量のため、TOC計の設置位置による ΔTOC への影響は無視することができる。

また、図1に示す構成では、TOC計を2つ設けているが、前段側のTOC計31を省略し、後段側のTOC計32のみとし、この後段側のTOC計32へ、第2の紫外線酸化装置21への供給水の一部を導入できるように設けることができる。これにより、一つのTOC計で第2の紫外線酸化装置21への供給水のTOCと第2の紫外線酸化装置21による処理後の処理水のTOCを測定することができる。

[0029] なお、図1に示す構成には、前処理装置(前処理システム)が示されていないが、必要に応じて超純水製造装置の構成の一部として設けてもよいし、前処理装置(前処理システム)で予め処理した処理水を超純水製造装置の一

次純水製造装置へ供給してもよい。前処理装置（前処理システム）においては、例えば、凝集、加圧浮上、ろ過等の前処理を行うことができる。

[0030] （一次純水製造装置）

本実施形態の超純水製造装置の一次純水製造装置は、第1の紫外線酸化装置を有し、さらにイオン交換装置（例えば再生型イオン交換装置）、ホウ素選択性樹脂装置、脱気装置（例えば膜脱気装置）、逆浸透膜装置（RO装置）などの超純水製造装置に通常使用される処理装置を適宜選択して備えることができる。

例えば、前述の図1に示すように、一次純水製造装置1は、第1の紫外線酸化装置11、イオン交換装置12（例えば再生型イオン交換樹脂）、ホウ素選択性樹脂装置13、及び脱気装置14（例えば膜脱気装置）をこの順で接続した構成を有することができる。

第1の紫外線酸化装置11で有機物が酸化分解され、イオン交換装置12で水中の不純物イオンが除去され、ホウ素選択性樹脂装置13で水中のホウ素が除去され、脱気装置14で水中の溶存酸素等のガスが除去される。必要に応じてホウ素選択性樹脂装置13を省略してもよい。また、逆浸透膜装置をさらに設けて、水中の無機物、有機物、微粒子、微生物等の除去を行ってもよい。

[0031] （二次純水製造装置）

本実施形態の超純水製造装置の二次純水製造装置は、第2の紫外線酸化装置とその後段に過酸化水素除去装置（触媒装置）を有し、さらに脱気装置（例えば膜脱気装置）、イオン交換装置（例えばカートリッジポリッシャー等の非再生型イオン交換装置）、限外ろ過膜装置（UF）などの超純水製造装置に通常使用される処理装置を適宜選択して備えることができる。

例えば、前述の図1に示すように、二次純水製造装置2は、第2の紫外線酸化装置21、過酸化水素除去装置22、脱気装置23（例えば膜脱気装置）、イオン交換装置24（例えば非再生型イオン交換装置）、及び限外ろ過膜装置25をこの順で接続した構成を有することができる。必要に応じて脱

気装置 2 3 とイオン交換装置 2 4 の配列順は逆にしてもよい。また、二次純水製造装置 2 の前段には、一次純水製造装置 1 で処理された処理水を一時的に貯蔵するためのタンクを設けてもよい。

第 2 の紫外線酸化装置 2 1 で有機物が酸化分解され、過酸化水素除去装置 2 2 で、前段の第 2 の紫外線酸化装置 2 1 で発生した過酸化水素が分解され、脱気装置 2 3 で水中の溶存酸素等のガスが除去され、イオン交換装置 2 4 で水中の不純物イオンが除去され、限外ろ過膜装置 2 5 でイオン交換樹脂などから生じる微粒子が除去される。

過酸化水素除去装置 2 2 の後段以降においては、必要に応じて上記装置のいずれかを省略してもよいが、脱気装置（例えば膜脱気装置）2 3 及びイオン交換装置 2 4（例えば非再生型イオン交換装置）の少なくとも一方を設け、過酸化水素除去装置による処理水に脱気処理及びイオン交換処理の少なくとも一方を行うことが好ましい。

[0032]（過酸化水素除去装置（触媒装置））

二次純水製造装置に設けられる過酸化水素除去装置は、前段の紫外線酸化装置で発生した過酸化水素を分解するための触媒装置であり、白金族金属触媒が担持されたイオン交換体（触媒担持体）を含む。

白金族金属触媒としては、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金等の触媒金属が挙げられ、1 種を単独で又は 2 種以上を組み合わせる用いることができ、2 種以上の合金として用いることもできる。これらの触媒金属なかでも、白金、パラジウム、白金とパラジウムとの合金が好ましく、これらの単独又は 2 種以上を組み合わせる用いることができる。特にパラジウムは触媒活性に優れ、比較的安価に入手できる点で好ましい。

白金族金属触媒の担体としては、例えば、マグネシア、チタニア、アルミナ、シリカーアルミナ、ジルコニア等の金属酸化物、活性炭、ゼオライト、ケイソウ土、イオン交換体（イオン交換樹脂、モノリス状有機多孔質アニオン交換体等）などが挙げられるが、これらの中でも、イオン交換体を使用す

ることが好ましい。イオン交換体としてはイオン交換樹脂が好ましく、本発明の実施形態における白金族金属触媒が担持されたイオン交換体は、白金族金属触媒が担持されたイオン交換樹脂（以下、適宜「触媒樹脂」という）であることが好ましい。イオン交換体としてはアニオン交換体が好ましく、アニオン交換体としてはアニオン交換樹脂が好ましく、中でも強塩基性アニオン交換樹脂が特に好ましい。白金族金属触媒の担体の形状は、特に制限はなく、粒状、及びペレット状のいずれも使用できる。白金族金属触媒の担体としてアニオン交換樹脂等のイオン交換樹脂を使用する場合は、ゲル状の樹脂（ゲル型樹脂）を使用することができる。

このような触媒担持体に、過酸化水素を含む被処理水を接触させることにより、被処理水中の過酸化水素は、 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ の反応により分解される。

[0033] このような白金族金属触媒が担持されたイオン交換体（触媒担持体）としては、例えば特開2010-069460号公報に開示されている触媒樹脂を好適に使用することができる。

具体的には、白金族金属触媒が担持された強塩基性アニオン交換樹脂であって、強塩基性アニオン交換樹脂の総交換容量の70%以上、好ましくは90%以上、より好ましくは95%以上がOH型である触媒樹脂を好適に使用することができる。

この強塩基性アニオン交換樹脂への白金族金属触媒（触媒金属）の担持量は、 $10\text{mg}-\text{触媒}/\text{L}-\text{R} \sim 500\text{mg}-\text{触媒}/\text{L}-\text{R}$ 、好ましくは $10\text{mg}-\text{触媒}/\text{L}-\text{R} \sim 170\text{mg}-\text{触媒}/\text{L}-\text{R}$ 、より好ましくは $10\text{mg}-\text{触媒}/\text{L}-\text{R} \sim 50\text{mg}-\text{触媒}/\text{L}-\text{R}$ の範囲にある。なお、RはOH型基準のアニオン交換樹脂の略号であり、「 $\text{mg}-\text{触媒}/\text{L}-\text{R}$ 」は、OH型基準のアニオン交換樹脂1L当たりの触媒の質量（mg）を意味する。

前記強塩基性アニオン交換樹脂は、過酸化水素分解効率の点から、ゲル状であることが好ましい。

また、前記触媒樹脂は、前記強塩基性アニオン交換樹脂に白金族金属のイ

オン溶液を通液した後、ホルマリン等の還元剤を通液して、白金族金属触媒（触媒金属）を前記強塩基性アニオン交換樹脂に担持させたものを用いることができる。

この触媒樹脂には、被処理水を通水空間速度 $SV\ 30\sim2000\ h^{-1}$ の範囲で接触させることが好ましく、 $SV\ 200\sim2000\ h^{-1}$ の範囲で接触させることがより好ましい。

過酸化水素除去装置には、水素供給装置を設けて被処理水中に水素を供給してもよい。これにより、被処理水中の過酸化水素の分解を行うとともに、過酸化水素の分解により生じる酸素等のガス成分を脱気処理により除去しやすくなる。

[0034]（紫外線酸化装置）

本発明に用いる第1の紫外線酸化装置及び第2の紫外線酸化装置としては、超純水の製造装置に通常使用されている紫外線酸化装置を用いることができる。

紫外線酸化装置は、被処理水に少なくとも $100\sim200\ nm$ 付近の波長の紫外線を照射可能な紫外線ランプを備え、被処理水中の有機物が酸化分解できるものであれば特に限定されるものではない。

紫外線酸化装置は、被処理水中の有機物を分解する点から、 $185\ nm$ 付近の波長の紫外線を照射可能な紫外線ランプを備えたものであることが好ましい。紫外線ランプとしては、特に限定されないが、低圧水銀ランプが好ましい。また、紫外線酸化装置には、流通型や浸漬型があるが、処理効率の点から流通型が好ましい。

[0035] 第1及び第2の紫外線酸化装置は、前述の測定値である第1のTOC値（ TOC_{SUP} ）及び第2のTOC値（ TOC_{TRE} ）に応じて紫外線照射量が制御できる（または操作できる）ように構成されている。

本発明の実施形態による超純水製造装置は、第2の紫外線酸化装置に付帯する紫外線照射量制御装置を有することができ、この紫外線照射量制御装置は、入力されたTOC値に基づいて、第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量

を制御（または操作）できるように構成されている。具体的には、この紫外線照射量制御装置は、第1のTOC値（ TOC_{SUP} ）及び第2のTOC値（ TOC_{TRE} ）が入力され、その差 ΔTOC （ $\text{TOC}_{\text{SUP}} - \text{TOC}_{\text{TRE}}$ ）が1ppb以下となるように第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量を制御（または操作）できるように構成されている。この紫外線照射量制御装置は、さらに第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量を制御（または操作）できるように構成されていてもよい。

第1のTOC値（ TOC_{SUP} ）が増大した際に、第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量を単に大きくすることによって、超純水製造装置から得られる超純水のTOCを低減しようとする、 ΔTOC が1ppbを超える場合があるため、第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量を、 ΔTOC が1ppb以下に維持されるように制御（又は操作）する必要がある。その際、第2の紫外線照射酸化装置の紫外線照射量を制御（又は操作）するとともに、第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量を大きくして第1のTOC値（ TOC_{SUP} ）を低下させてもよい。

[0036] 上記の紫外線照射量制御装置は、第1のTOC値（ TOC_{SUP} ）が所定の値以下（例えば5ppb以下）になるように第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量を制御（または操作）できるように構成されていてもよい。第1の紫外線酸化装置に付帯する別体の紫外線照射量制御装置を設けて、この制御装置が、入力された第1のTOC値（ TOC_{SUP} ）が所定の値以下（例えば5ppb以下）になるように第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量を制御（または操作）できるように構成されてもよい。これらの構成によれば、第1のTOC値（ TOC_{SUP} ）が増大して所定の値（例えば5ppb）を超えそうな際に、第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量を大きくして第1のTOC値（ TOC_{SUP} ）が所定の値以下（例えば5ppb以下）となるように制御（または操作）できる。

[0037] また、上記の紫外線照射量制御装置は、第2のTOC値（ TOC_{TRE} ）が所定の値以下（例えば1ppb以下）になるように第1及び／又は第2の紫外線

酸化装置の紫外線照射量を制御（または操作）できるように構成されていてもよい。この構成によれば、第2のTOC値（ TOC_{TRE} ）が増大して所定の値（例えば1 ppb）を超えそうな際に、第1の紫外線酸化装置及び／又は第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量を大きくして第2のTOC値（ TOC_{TRE} ）が所定の値以下（例えば1 ppb以下）となるように制御（または操作）できる。ただし、第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量は前述の通り、 ΔTOC が1 ppb以下に維持されるように制御（又は操作）される。

[0038] 紫外線照射量制御装置による紫外線酸化装置の紫外線照射量の制御方法としては、例えば、紫外線照射量制御装置が紫外線酸化装置に備えられた複数の紫外線ランプの点灯本数を制御する方法、紫外線照射量制御装置が紫外線酸化装置に備えられた複数の紫外線ランプの点灯位置（複数の紫外線ランプのうち、どの位置の紫外線ランプを点灯又は消灯するか）を制御する方法、紫外線照射量制御装置が紫外線酸化装置に備えられた複数の紫外線ランプに通電される電流値を制御する方法等がある。当該方法以外にも、紫外線照射量の制御に関する公知の方法を適宜採用することができる。

[0039] 紫外線酸化装置の紫外線照射により水が分解して生成したOHラジカルの大部分は、有機物の分解に使用されるが、余剰のOHラジカル同士は結合して過酸化水素を形成する。この過酸化水素は、後段の過酸化水素除去装置（触媒装置）において分解、除去される。一方、紫外線酸化装置によって、被処理水に含まれていた有機物（TOC成分）は、有機酸、さらに CO_2 まで酸化分解され、水中において炭酸が形成され、結果、得られた処理水は無機炭酸イオンを含有する。この無機炭酸イオンは、過酸化水素除去装置の触媒担持体を劣化させる問題がある。

本発明の実施形態によれば、第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値（ TOC_{SUP} ）と第2の紫外線酸化装置で処理された処理水のTOC値（ TOC_{TRE} ）との差 ΔTOC （ $\text{TOC}_{\text{SUP}} - \text{TOC}_{\text{TRE}}$ ）が1 ppb以下となるように、第1及び第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量を制御又は操作することにより、第2の紫外線酸化装置で酸化分解されるTOC成分の量を所定量以下にす

ることができる。これにより、第2の紫外線酸化装置からの流出水中の無機炭酸イオン濃度を所定量以下に抑えることができるため、後段での無機炭酸イオンによる過酸化水素除去装置の触媒担持体の劣化を抑制でき、純度の高い水質の超純水を安定して供給する（水質の変動が小さくなくように運転する）ことができる。

[0040]（膜式脱気装置）

膜式脱気装置は、気体分離膜で仕切られた一方の室に過酸化水素除去装置からの処理水を流すとともに、他方の室を減圧することにより、気体分離膜を通して処理水中に含まれるガスを他方の室に移行させて除去する装置である。気体分離膜としては、例えばテトラフルオロエチレン系、ポリオレフィン系等の疎水性の高分子膜を中空糸膜状等の形状に形成したもの等を用いることができる。

過酸化水素除去装置からの処理水中に含まれるガスを除去する装置としては、他の脱気装置として、例えば真空脱気装置、加熱脱気装置等を用いることができるが、このような他の脱気装置を用いた場合、これらの装置から水中に不純物が混入したり、装置の充填物から水中に不純物が溶出したりする虞がある。これに対し、膜式脱気装置は、このような水中への不純物の混入や溶出の問題は生じないため、脱気装置として特に好ましい。

[0041]（非再生型イオン交換装置）

非再生型イオン交換装置（カートリッジポリッシャー）としては、過酸化水素除去装置からの処理水中のカチオン、アニオン等の不純物を除去するものであれば特に制限されるものではないが、例えば、強酸性カチオン交換樹脂と強塩基性アニオン交換樹脂との混床によるイオン交換装置（混床1塔式）、強塩基性アニオン交換樹脂の単床によるイオン交換装置（単床1塔式）、強塩基性アニオン交換樹脂の単床層を入口側、強酸性カチオン交換樹脂と強塩基性アニオン交換樹脂との混床層を出口側に設けた複層式イオン交換装置（複層1塔式）、及び強塩基性アニオン交換樹脂の単床による樹脂塔を前段側、強酸性カチオン交換樹脂と強塩基性アニオン交換樹脂との混床による

樹脂塔を後段側に設けたイオン交換装置（２塔式）等が挙げられる。これらのうち、装置内のいずれの位置においても処理水のｐＨの変化が少なく、効率良くイオン交換ができる点で、混床１塔式イオン交換装置を用いることが好ましい。

[0042] 以上に説明した本発明の実施形態の超純水製造装置及び超純水製造方法によれば、紫外線酸化装置において発生する過酸化水素を、後段の触媒装置において触媒担持体の劣化を抑えながら除去することができ、長期間、良好な水質の超純水を安定して供給可能な超純水製造装置及び超純水製造方法を提供することができる。

本発明の実施形態による超純水製造装置及び超純水製造方法は、有機物、過酸化水素、溶存ガス、イオン性物質及び微粒子等の不純物が除去された高純度の超純水を供給することができ、このような超純水は、電子部品や、電子部品の製造器具の洗浄に好適である。

実施例

[0043] <触媒樹脂のＯＨ型割合と過酸化水素除去性能との相関の確認試験>

以下の試験例１の通り、過酸化水素を含む被処理水を触媒装置（過酸化水素除去装置）に通水する試験を行い、その試験結果から、触媒樹脂のＯＨ型割合と過酸化水素除去性能との相関を確認した。

[0044] （試験例１）

触媒樹脂を充填する容器として、図３に示すように底面にメッシュ３２が設けられた内径３１ｍｍ、高さ１ｍのイオン交換樹脂容器（カラム）３０を準備した。メッシュ３２は、容器３０の底面の処理水の出口を覆うように配置され、容器内に充填された触媒樹脂が容器外に流出することを防ぎながら通水できるようにするフィルターの役割を担っている。次いで、触媒樹脂３１を高さ（層高）が１０ｃｍとなるように充填した。このように触媒樹脂３１が充填された容器を触媒装置（過酸化水素除去装置）として用いて試験を行った。

容器３０に充填された触媒樹脂３１としては、ＣＯ₃型の触媒樹脂とＯＨ型

の触媒樹脂を異なる質量比（ CO_3 型／ OH 型＝ $30/70$ 、 $50/50$ 、 $70/30$ 、 $90/10$ ）で積層したもの、及び CO_3 型の触媒樹脂の単層（ CO_3 型／ OH 型＝ $100/0$ ）を準備した。 OH 型の触媒樹脂は、オルガノ株式会社製のPdが担持された強塩基性アニオン交換樹脂（製品名：ORLITE（登録商標）HR43-HG）を使用した。 CO_3 型の触媒樹脂は、前記の OH 型の触媒樹脂に炭酸水を通水することによって炭酸型（ CO_3 型）にしたものを使用した。通水時の入口と出口の比抵抗値が同じになった時点で完全に炭酸型（ CO_3 型）になったと判断した。これらの触媒樹脂をそれぞれ前述のように容器（カラム）30に充填して触媒装置を準備した。

[0045] 次に、 H_2O_2 濃度が 35ppb （ $\mu\text{g/L}$ ）の被処理水を用意し、LV425の通水速度で触媒装置に通水し（容器30の上部から被処理水を供給し、容器30の底部から処理水を流出させ）、通水開始から1時間後の流出水（処理水）の H_2O_2 濃度をフェノールフタリンを用いた比色分析により測定した。試験例1の結果を図2に示す（曲線が試験例1の結果を示す）。

図2は、通水後のイオン交換樹脂の OH 型割合と過酸化水素除去性能の相関性を示している。図2の縦軸は、処理水の H_2O_2 濃度（ $\mu\text{g/L}$ ）を示し、横軸（下側の横軸）は、触媒樹脂の OH 型割合（Pd（ OH ）割合（％））を示し、上側の横軸は、触媒樹脂の CO_3 型割合（Pd（ CO_3 ）割合（％））を示す。

図2が示すように、 OH 型割合（Pd（ OH ）割合）が低いほど（すなわち CO_3 型割合が高いほど）、処理水中の H_2O_2 濃度が高く、過酸化水素除去性能が低いことが分かる。

[0046] ＜無機炭酸イオンによる触媒樹脂劣化及び紫外線照射条件（ ΔTOC が 1ppb 以下）の確認試験＞

以下の試験例2の通り、過酸化水素および炭酸（無機炭酸イオン）を含む被処理水を触媒装置（過酸化水素除去装置）に通水する試験を行い、触媒樹脂が劣化することを確認した。

また、この試験の結果から、触媒装置の前段の紫外線酸化装置（第2の紫

外線酸化装置)におけるTOC成分の分解量(Δ TOCに相当)が1ppb以下であれば、後段の触媒装置の触媒樹脂の劣化を十分に抑えることができることを確認した。

[0047] (試験例2)

上記の試験例1に対してさらにスケールアップした実機を用いて試験を行った。

内径320mmのFRP(Fiberglass Reinforced Plastics)製のタンクに、非再生型イオン交換樹脂を80cmの高さ、触媒樹脂を10cmの高さとなるように、この順で充填した。タンクの底部には、充填されたイオン交換樹脂の流出を防ぎながら通水できるようにストレーナが設けられている。この非再生型イオン交換樹脂としては、オルガノ株式会社製の精製イオン交換樹脂(製品名:ESP-2)を使用し、この触媒樹脂としては、オルガノ株式会社製のPdが担持された強塩基性アニオン交換樹脂(製品名:ORLITE(登録商標)HR43-HG)を使用した。

タンクの上部から被処理水を供給し、触媒樹脂、非再生型イオン交換樹脂の順で通水し、タンクの底部から処理水を流出させた。被処理水(供給水)の炭酸濃度は5ppb($\mu\text{g/L}$)、 H_2O_2 濃度は35ppb($\mu\text{g/L}$)とし、流量は3.4 m^3/h とした。

定期的に、タンクからの流出水(処理水)の H_2O_2 濃度をフェノールフタリンを用いた比色分析により測定し、また、その測定時の触媒樹脂について、被処理水(供給水)の炭酸濃度と通水量、触媒樹脂の交換容量などに基づいて、 H_2O_2 濃度測定時の触媒樹脂中のOH型割合(Pd(OH)割合)を算出した。なお、算出値と実測値にズレがないか確認するために、1点にて触媒樹脂のOH型割合を実測してズレがないことを確認した。その際の触媒樹脂のOH型割合の測定は滴定法により行った。この滴定法による測定においては、採取し分割した各試料樹脂に硝酸ナトリウム溶液、塩酸、アンモニアをそれぞれ流し、OH形、 CO_3^{2-} 形、 Cl^- 形のイオン交換容量を個別に測定し、これらのイオン交換容量の合計(総イオン交換容量)に対する各イオン

形のイオン交換容量の割合（％）を算出し、得られた値に基づいて試料樹脂のOH型割合を求めた。

試験例2の結果を図2に示す（折れ線が試験例2の結果を示す）。

[0048] 図2は、通水後の触媒樹脂中のOH型割合（Pd（OH）割合）と処理水の H_2O_2 濃度の関係を示す。図2の縦軸は、処理水の H_2O_2 濃度（ $\mu g/L$ ）を示し、下側の横軸は、触媒樹脂のOH型割合（Pd（OH）割合（％））を示し、上側の横軸は、触媒樹脂のOHが無機炭酸イオンで置換された樹脂の割合（ CO_3 型割合：Pd（ CO_3 ）割合（％））を示す。

図2が示すように、触媒樹脂のOH型割合（Pd（OH）割合（％））が低くなる（Pd（ CO_3 ）割合が高くなる）につれて、すなわち触媒樹脂の劣化がすすむにつれて、処理水中の H_2O_2 濃度が高くなることが分かる。

[0049] また、炭酸濃度5ppb（ $\mu g/L$ ）の被処理水を8ヶ月通水した時点まで H_2O_2 濃度は1ppb（ $\mu g/L$ ）以下であり、その時点のPd（OH）割合は60％であった。

このことから、被処理水の炭酸濃度が5ppb以下であれば、長期間、 H_2O_2 濃度を十分に低減できる、すなわち触媒樹脂の劣化を十分に抑えることができることが分かる。

ここで、前述の通り、TOC値と無機炭酸イオン濃度との比（TOC値：無機炭酸イオン濃度）は1：5であることから、炭酸濃度の5ppb（解離した無機炭酸イオン濃度の最大値に相当）はTOC値1ppbに相当する。したがって、触媒装置の前段の紫外線酸化装置におけるTOC成分の分解量（ ΔTOC に相当）が1ppb以下であれば、後段の触媒装置の劣化を十分に抑えることができるといえる。

符号の説明

- [0050]
- 1 一次純水製造装置
 - 2 二次純水製造装置
 - 11 第1の紫外線酸化装置
 - 12 イオン交換装置

- 1 3 ホウ素選択性樹脂装置
- 1 4 脱気装置
- 2 1 第2の紫外線酸化装置
- 2 2 過酸化水素除去装置（触媒装置）
- 2 3 脱気装置
- 2 4 イオン交換装置
- 2 5 限外ろ過膜装置
- 3 0 イオン交換樹脂容器（カラム）
- 3 1 触媒樹脂
- 3 2 メッシュ

請求の範囲

- [請求項1] 一次純水製造装置及び二次純水製造装置を備えた超純水製造装置であって、
- 前記一次純水製造装置が、第1の紫外線酸化装置を有し、
- 前記二次純水製造装置が、第2の紫外線酸化装置と、前記第2の紫外線酸化装置の後段に設けられた過酸化水素除去装置とを有し、
- 前記過酸化水素除去装置は、白金族金属触媒が担持されたイオン交換体を含み、
- 前記第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値(TOC_{SUP})と前記第2の紫外線酸化装置で処理された処理水のTOC値(TOC_{TRE})との差 ΔTOC ($\text{TOC}_{\text{SUP}} - \text{TOC}_{\text{TRE}}$)が1ppb以下となるように、前記第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量が制御されることを特徴とする超純水製造装置。
- [請求項2] 前記第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値(TOC_{SUP})が、 $0 < \text{TOC}_{\text{SUP}} \leq 5 \text{ppb}$ を満たすように、前記第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量が制御される、請求項1に記載の超純水製造装置。
- [請求項3] 前記第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量が前記第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量よりも大きい、請求項1に記載の超純水製造装置。
- [請求項4] 前記第2の紫外線酸化装置で処理された処理水のTOC値(TOC_{TRE})が1ppb以下になるように、前記第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量及び前記第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量が制御される、請求項1に記載の超純水製造装置。
- [請求項5] 前記第2の紫外線酸化装置の前段又は／及び後段以降に設けられた水質計を有する、請求項1に記載の超純水製造装置。
- [請求項6] 前記第2の紫外線酸化装置の前段に設けられた第1のTOC計と、前記第2の紫外線酸化装置の後段以降に設けられた第2のTOC計とを有する、請求項1に記載の超純水製造装置。

- [請求項7] 一次純水製造装置及び二次純水製造装置を備えた超純水製造装置を用いた超純水製造方法であって、
- 前記一次純水製造装置が、第1の紫外線酸化装置を有し、
- 前記二次純水製造装置が、第2の紫外線酸化装置と、前記第2の紫外線酸化装置の後段に設けられた過酸化水素除去装置とを有し、
- 前記過酸化水素除去装置は、白金族金属触媒が担持されたイオン交換体を含み、
- 前記第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値(TOC_{SUP})と前記第2の紫外線酸化装置で処理された処理水のTOC値(TOC_{TRE})との差 ΔTOC ($TOC_{SUP} - TOC_{TRE}$)が1ppb以下となるように、前記第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量を操作することを特徴とする超純水製造方法。
- [請求項8] 前記第2の紫外線酸化装置への供給水のTOC値(TOC_{SUP})が、 $0 < TOC_{SUP} \leq 5 \text{ ppb}$ を満たすように、前記第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量を操作する、請求項7に記載の超純水製造方法。
- [請求項9] 前記第1の紫外線酸化装置の紫外線照射量が前記第2の紫外線酸化装置の紫外線照射量よりも大きくなるように操作する、請求項7に記載の超純水製造方法。
- [請求項10] 前記超純水製造装置が、前記第2の紫外線酸化装置の前段に設けられた第1のTOC計と、前記第2の紫外線酸化装置の後段以降に設けられた第2のTOC計とを有する、請求項7に記載の超純水製造方法。
- 。