

明 細 書

発明の名称： 温超純水製造装置

技術分野

[0001] 本発明は超純水製造装置に係り、特にサブシステム（二次純水製造装置）からの超純水を熱交換器で加熱して温超純水としてユースポイントへ供給する温超純水製造装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体洗浄用水として用いられている超純水は、前処理システム、一次純水製造装置、サブシステム（二次純水製造装置）を有する超純水製造装置で原水（工業用水、市水、井水等）を処理することにより製造される。

[0003] 凝集、加圧浮上（沈殿）、濾過（膜濾過）装置などよりなる前処理システムでは、原水中の懸濁物質やコロイド物質の除去を行う。また、この過程では高分子系有機物、疎水性有機物などの除去も可能である。

[0004] 一次純水装置は、熱交換器、逆浸透膜処理装置（RO装置）、イオン交換装置（混床式又は4床5塔式など）、イオン交換装置、及び脱気装置等を備える。一次純水製造装置では、原水中のイオンや有機成分の除去を行う。なお、水は温度が高い程、粘性が低下し、RO膜の透過性が向上する。このため、逆浸透膜処理装置の前段に熱交換器が設置され、逆浸透膜処理装置への供給水の温度が所定温度以上となるように水を加熱する。逆浸透膜処理装置では、塩類を除去すると共に、イオン性、TOCを除去する。イオン交換装置では、塩類、無機系炭素（IC）を除去すると共にイオン交換樹脂によって吸着又はイオン交換されるTOC成分の除去を行う。脱気装置では無機系炭素（IC）、溶存酸素の除去を行う。

[0005] 一次純水製造装置で製造された一次純水は、サブシステムへ送水される。このサブシステムは、サブタンク（純水タンク）、低圧紫外線酸化装置（UV装置）、イオン交換装置等を備えている。低圧紫外線酸化装置では、低圧紫外線ランプより出される185nmの紫外線によりTOCを有機酸、さら

には CO_2 まで分解する。分解により生成した有機物及び CO_2 は後段のイオン交換装置で除去される。

- [0006] サブシステムからの超純水は、熱交換器で $70\sim 80^\circ\text{C}$ 程度に加熱され、ユースポイントに供給される。
- [0007] 図2は、特許文献1に記載の超純水製造装置を示す系統図である。なお、以下の説明では水温を例示しているが、各水温は一例であり、本発明を何ら限定するものではない。
- [0008] 一次純水装置からの約 25°C の一次純水は、配管1、サブタンク2、配管3を介してサブシステム4に導入され、約 $20\sim 30^\circ\text{C}$ の超純水が製造される。製造された超純水は、配管5、第1熱交換器6、配管9及び第2熱交換器10の順に流れ、第1熱交換器6によって $30\sim 50^\circ\text{C}$ 、例えば約 42°C に加熱され、第2熱交換器10によって $65^\circ\text{C}\sim 85^\circ\text{C}$ 、例えば約 75°C に加熱され、温超純水として配管11、UF膜分離装置12及び配管13によりユースポイント14へ送水される。UF膜分離装置12はユースポイントの直前に設置されている。
- [0009] 第1熱交換器6の熱源流体流路へは、配管7を介してユースポイントからの約 75°C の戻り温超純水（戻り水）が導入される。この戻り温超純水は、第1熱交換器6でサブシステム4からの超純水と熱交換して約 40°C に降温した後、配管8によって、サブタンク2に送られる。なお、UF膜分離装置12の濃縮水は、配管15を介して配管7に導入される。
- [0010] 第2熱交換器10の熱源流体流路には、蒸気又は温水が供給される。

先行技術文献

特許文献

- [0011] 特許文献1：特開2018-43229号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] 上記従来の温超純水製造装置にあっては、サブシステム4からの超純水の

温度はほぼ一定であるが、第1熱交換器6から第2熱交換器10に送られる超純水の温度が変動し、この結果、配管11, 13によってユースポイント14に送水される温超純水の温度が大幅に変動し、温度保証値を逸脱することがある。この主な原因は、ユースポイント14からの戻り超純水量が大きく変動することにより、第1熱交換器6から配管9に流出する超純水の温度に大きな変動が生じ、この結果、第2熱交換器10から配管11に流出する超純水の温度が変動するためである。なお、第2熱交換器10の熱源流体として蒸気を用いる場合は、熱伝達率が高いことにより温度応答性が良すぎて超純水の温度がハンチングを起こすことがある。また、第2熱交換器10の熱源流体として温水を用いる場合は、熱伝達率が低いことにより温度応答遅延が発生し、超純水の温度が温度保証値を逸脱することがある。

- [0013] 本発明は、ユースポイントに送水される温超純水の温度変動幅を小さくすることができる温超純水製造装置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

- [0014] 本発明の一態様の温超純水製造装置は、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部と、該超純水製造部からユースポイントに超純水を供給する超純水供給管路と、この超純水供給管路に設けられた、ユースポイントでの使用されなかった戻り水が戻り水ラインを介して熱源水として熱源流体流路に供給される第1熱交換器と、該第1熱交換器の熱源流体流路を通過した該戻り水を該超純水製造部に返送する戻り水返送配管と、該第1熱交換器で加熱された超純水をさらに加熱する加熱手段とを有し、該加熱手段で加熱された超純水がユースポイントに供給される温超純水製造装置において、前記戻り水ラインの途中に温純水を補給する温純水補給機構を備えたことを特徴とする。
- [0015] 本発明の一態様では、前記戻り水ラインに貯留タンクが設けられており、この貯留タンクに前記温純水補給機構を備える。
- [0016] 本発明の一態様では、前記加熱手段は、蒸気又は温水を熱源とする第2熱交換器である。

- [0017] 本発明の一態様では、前記温純水補給機構が、純水供給源に連通した純水供給管路と、前記純水供給管路に設けられた第3熱交換器とを備える。
- [0018] 本発明の一態様では、前記貯留タンク内の貯留水の温度を測定する温度センサと、該温度センサの検出温度が所定温度となるように該温純水補給機構を制御する制御手段を有する。
- [0019] 本発明の一態様では、前記制御手段は、前記貯留タンク内の貯留水の水位が所定範囲となるように前記温純水補給機構からの温純水の補給量を制御する。
- [0020] 本発明の一態様では、前記貯留タンク内の貯留水を定流量にて前記第1熱交換器の熱源流体流路に送水する送水手段を有する。
- [0021] 本発明の一態様では、前記第1熱交換器の熱源流体流路からの戻り水返送配管に、戻り水を冷却するための冷却手段を備える。

発明の効果

- [0022] 本発明の超純水製造装置では、戻り水ラインに貯留タンクを設け、この貯留タンクに温純水を補給するように構成したので、ユースポイントからの戻り超純水流量が変動しても、第1熱交換器の熱源流体流路へはほぼ一定温度の水がほぼ一定流量にて通水される。二次純水製造装置で製造される超純水の温度はほぼ一定であり、またその製造量もほぼ一定である。この結果、第1熱交換器から第2熱交換器等の加熱手段へ送水される超純水の温度はほぼ一定となるので、該加熱手段からユースポイントに送水される超純水温度も、ほぼ一定となり、目標温度からの乖離は極めて小さいものとなる。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]実施の形態に係る超純水製造装置の系統図である。
- [図2]従来例に係る超純水製造装置の系統図である。

発明を実施するための形態

- [0024] 本発明の超純水製造装置は、一次純水製造装置及びサブシステム（二次純水製造装置）を有する超純水製造部と、製造された超純水を加熱する加熱手段を備える。

- [0025] この一次純水製造装置の前段には、通常の場合、前処理装置が設けられる。前処理装置では、原水の濾過、凝集沈殿、精密濾過膜などによる前処理が施され、主に懸濁物質が除去される。この前処理によって通常、水中の微粒子数は 10^3 個/mL以下となる。
- [0026] 一次純水製造装置は、逆浸透（RO）膜分離装置、脱気装置、再生型イオン交換装置（混床式又は4床5塔式など）、電気脱イオン装置、紫外線（UV）照射酸化装置等の酸化装置などを備え、前処理水中の大半の電解質、微粒子、生菌等の除去を行うものである。一次純水製造装置は、例えば、熱交換器、RO膜分離装置、混床式イオン交換装置、及び脱気装置で構成される。
- [0027] サブシステムは、サブタンク、給水ポンプ、冷却用熱交換器、低圧紫外線酸化装置、非再生型混床式イオン交換装置、限外濾過（UF）膜分離装置又は精密濾過（MF）膜分離装置等の膜濾過装置で構成されるが、更に膜脱気装置、RO膜分離装置、電気脱イオン装置等の脱塩装置が設けられている場合もある。サブシステムでは、低圧紫外線酸化装置によって水中のTOCを紫外線により酸化分解し、酸化分解生成物をイオン交換によって除去する。
- [0028] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は実施の形態に係る温超純水製造装置を示す系統図であり、図2と同一部分に同一符号が付されている。なお、以下の説明では水温を例示しているが、各水温は一例であり、本発明を何ら限定するものではない。
- [0029] この実施の形態においても約25℃の一次純水は、配管1、サブタンク2、配管3を介してサブシステム4に導入され、約30℃の超純水が製造される。製造された超純水は、配管5、第1熱交換器6、配管9及び第2熱交換器10の順に流れ、第1熱交換器6によって約42℃に加熱され、第2熱交換器10によって約75℃に加熱され、温超純水として配管11、UF膜分離装置12及び配管13を介してユースポイント14へ送水される。UF膜分離装置12はユースポイント14の直前に設置されている。
- [0030] 第1熱交換器6の熱源流体流路へは、貯留タンク16からポンプ17及び

配管 18 を介して 65 ～ 85℃、例えば約 75℃ の温水が導入される。この温水は、第 1 熱交換器 6 でサブシステム 4 からの超純水と熱交換して約 40℃ に降温した後、配管 8a, 8b によって、サブタンク 2 に送られる。

[0031] 第 2 熱交換器 10 の熱源流体流路には、蒸気又は温水がバルブ 10a を介して流通される。バルブ 10a は、配管 11 に設けられた温度センサ 11a で検出される超純水温度が所定温度（この実施の形態では 75 ± 1℃）となるように制御される。

[0032] この実施の形態では、ユースポイント 14 からの戻り超純水は、戻り水ラインを構成する配管 7 を介して貯留タンク 16 に導入される。なお、配管 7 に配管 15 の末端が接続されており、UF 膜分離装置 12 からの濃縮水が合流する。

[0033] 貯留タンク 16 へは、温純水補給機構によって温純水が補給される。すなわち、一次純水源からの一次純水が配管 20 から第 3 熱交換器 21 に通水されて加熱された後、バルブ 23 を備えた配管 22 を介して流入する。第 3 熱交換器 21 の熱源流体流路にはボイラ等からの蒸気又は温水がバルブ 21a を介して供給される。なお、該一次純水源は、超純水製造部を構成する一次純水装置と兼用されてもよく、別々とされてもよい。

[0034] 貯留タンク 16 には温度センサ 24 及び水位センサ 25 が設けられており、温度センサ 24 及び水位センサ 25 の検出信号が制御器 26 に送信される。制御器 26 は、温度センサ 24 で検出される水温が所定温度（65 ～ 85℃ の範囲における設定温度、この実施の形態では約 75℃）となり、水位センサ 25 で検出される水位が所定水位となるように、バルブ 21a, 23 の開度を制御する。

[0035] 貯留タンク 16 内で配管 7 からの戻り超純水と配管 22 からの温一次純水とが混合されて、所定温度となった水（温水）がポンプ 17 及び配管 18 を介して第 1 熱交換器 6 の熱源流体流路に定量的に供給される。

[0036] 第 1 熱交換器 6 の熱源流体流路からの流出水は、戻り水返送配管を構成する配管 8a から第 4 熱交換器 30 に通水されて冷却された後、配管 8b を介

してサブタンク 2 に導入される。第 4 熱交換器 30 の熱源流体流路には、冷却塔等からの冷水がバルブ 30 a を介して流通される。配管 8 b に温度センサ 31 が設けられており、温度センサ 31 で検出される水温が所定温度となるように第 4 熱交換器 30 への冷水供給量が制御される。

[0037] 図 1 の温超純水製造装置において、ユースポイント 14 での最大の超純水使用量を W (ton/Hr) とした場合、ユースポイント 14 での実際の超純水使用量は、 W の 0 ~ 100 % の範囲で変動する。通常はユースポイント 14 へ W よりも多い量、例えば W の 120 ~ 200 %、本実施形態では 180 % の水量にて超純水を供給し、未使用超純水を配管 7 へ流出させる。

[0038] また、UF 膜分離装置 12 では、 W の 10 % 程度を濃縮水（膜非透過水）として配管 15 へ流出させ、残部をユースポイント 14 へ送水する。

[0039] そのため、サブシステム 4 では、 W の約 190 % ($180 + 10 = 190$ %) の水量にて超純水を製造し、配管 5 へ送り出す。

[0040] 前述の通り、ユースポイント 14 へは W の 180 % の流量にて超純水が供給され、ユースポイント 14 での実際の超純水使用量は W の 0 ~ 100 % の間で変動するので、ユースポイント 14 から配管 7 へ流れる戻り超純水流量は W の 80 ~ 180 % の範囲で変動する。配管 7 には配管 15 を介して UF 膜分離装置 13 から 10 % $\times W$ の膜非透過水が合流するので、配管 7 から貯留タンク 16 に流入する超純水流量は W の 90 ~ 190 % の範囲で変動する。

[0041] この実施の形態では、貯留タンク 16 から第 1 熱交換器 6 の熱源流体流路への給水流量を W の 190 % とする。配管 7 から貯留タンク 16 への流入流量は W の 90 ~ 190 % の間で変動するので、該流入流量が 190 % を下回る a % となったときには、 $(190 - a) \% \times W$ の流量にて配管 22 から加熱一次純水を貯留タンク 16 へ補給する。この際、貯留タンク 16 内の水位が所定範囲となるように、かつ、貯留タンク 16 内の水温が所定範囲となるようにバルブ 21 a, 23 の開度が制御される。

[0042] このようにして、ユースポイント 14 からの戻り超純水流量が変動しても

、第1熱交換器6の熱源流体流路へはほぼ一定温度の水がほぼ一定流量にて通水される。サブシステム4で製造される超純水の温度はほぼ一定であり、またその製造量もほぼ一定である。この結果、第1熱交換器6から第2熱交換器10へ送水される超純水の温度はほぼ一定となるので、第2熱交換器10からユースポイント14に送水される超純水温度も、ほぼ一定となり、目標温度（この場合75℃）からの乖離は極めて小さいものとなる。

[0043] 上記説明では、サブシステム4で製造される超純水の温度及び流量はほぼ一定であるとしたが、この温度又は流量の変動幅が大きいときには、配管5を流れる超純水の温度及び流量をセンサで検知し、それに応じて第1熱交換器6の熱源流体流路への供給温水の温度又は流量を制御してもよい。

[0044] 本発明では、配管7から貯留タンク16に流入しようとする戻り超純水の一部、又は、貯留タンク16内の貯留水の一部を、第1熱交換器6を迂回してサブタンク2に戻すバイパスラインを設けてもよい。また、本発明では、配管7から貯留タンク16に流入しようとする戻り超純水の一部、又は、貯留タンク16内の貯留水の一部を、温超純水製造装置外に排出する排出ラインを設けてもよい。

[0045] 上記実施の形態は本発明の一例であり、本発明は図示以外の形態とされてもよい

。例えば、配管11にUF膜分離装置12以外の機器が設けられてもよい。また、バルブ23は、開度制御可能なコントロール弁であってもよいが、Open/Closeの自動弁としてその開閉制御で流量を調整するようにしてもよい。

[0046] 本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更が可能であることは当業者に明らかである。

本出願は、2021年12月3日付で出願された日本特許出願2021-197028に基づいており、その全体が引用により援用される。

符号の説明

[0047] 2 サブタンク

4 サブシステム

6, 10, 21, 30 熱交換器

14 ユースポイント

16 貯留タンク

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部と、
該超純水製造部からユースポイントに超純水を供給する超純水供給管路と、
この超純水供給管路に設けられた、ユースポイントでの使用されなかった戻り水が戻り水ラインを介して熱源水として熱源流体流路に供給される第1熱交換器と、
該第1熱交換器の熱源流体流路を通過した該戻り水を該超純水製造部に返送する戻り水返送配管と、
該第1熱交換器で加熱された超純水をさらに加熱する加熱手段とを有し、該加熱手段で加熱された超純水がユースポイントに供給される温超純水製造装置において、
前記戻り水ラインの途中に温純水を補給する温純水補給機構を備えたことを特徴とする温超純水製造装置。
- [請求項2] 前記戻り水ラインに貯留タンクが設けられており、この貯留タンクに前記温純水補給機構を備えることを特徴とする請求項1に記載の温超純水製造装置。
- [請求項3] 前記加熱手段は、蒸気又は温水を熱源とする第2熱交換器である、請求項1又は2に記載の温超純水製造装置。
- [請求項4] 前記温純水補給機構が、純水供給源に連通した純水供給管路と、前記純水供給管路に設けられた第3熱交換器とを備える、請求項1～3のいずれかに記載の温超純水製造装置。
- [請求項5] 前記貯留タンク内の貯留水の温度を測定する温度センサと、該温度センサの検出温度が所定温度となるように該温純水補給機構を制御する制御手段を有する、請求項2～4のいずれかに記載の温超純水製造装置。
- [請求項6] 前記制御手段は、前記貯留タンク内の貯留水の水位が所定範囲となるように前記温純水補給機構からの温純水の補給量を制御する、請求

項 5 に記載の温超純水製造装置。

[請求項7] 前記貯留タンク内の貯留水を定流量にて前記第 1 熱交換器の熱源流体流路に送水する送水手段を有する、請求項 5 又は 6 に記載の温超純水製造装置。

[請求項8] 前記第 1 熱交換器の熱源流体流路からの戻り水返送配管に、戻り水を冷却するための冷却手段を備えた、請求項 1 ～ 7 のいずれかの温超純水製造装置。