

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6778210号
(P6778210)

(45) 発行日 令和2年10月28日 (2020. 10. 28)

(24) 登録日 令和2年10月13日 (2020. 10. 13)

(51) Int. Cl.	F I
CO2F 1/72 (2006.01)	CO2F 1/72 1 O 1
CO2F 1/70 (2006.01)	CO2F 1/70 Z
CO2F 1/32 (2006.01)	CO2F 1/32
BO1D 61/02 (2006.01)	BO1D 61/02
BO1D 61/14 (2006.01)	BO1D 61/14

請求項の数 29 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-548940 (P2017-548940)	(73) 特許権者	513180152
(86) (22) 出願日	平成28年5月4日 (2016. 5. 4)		エヴォクア ウォーター テクノロジーズ
(65) 公表番号	特表2018-518352 (P2018-518352A)		エルエルシー
(43) 公表日	平成30年7月12日 (2018. 7. 12)		Evoqua Water Techno
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/030708		logies LLC
(87) 国際公開番号	W02016/179241		アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 15
(87) 国際公開日	平成28年11月10日 (2016. 11. 10)		222 ピッツバーグ シックス ス アベ
審査請求日	平成31年2月22日 (2019. 2. 22)		ニュー 210 スイート 3300
(31) 優先権主張番号	62/156, 487	(74) 代理人	100147485
(32) 優先日	平成27年5月4日 (2015. 5. 4)		弁理士 杉村 憲司
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	230118913
(31) 優先権主張番号	62/160, 128		弁理士 杉村 光嗣
(32) 優先日	平成27年5月12日 (2015. 5. 12)	(74) 代理人	100179903
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 福井 敏夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 柔軟なランプ構成を備えた超純水提供システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学線主反応器と、

前記化学線主反応器に少なくとも1つの過硫酸塩前駆物質化合物を導入するように配置された過硫酸塩前駆物質化合物の供給源と、

前記化学線主反応器の上流に配置された全有機炭素 (TOC) 濃度センサと、

前記化学線主反応器の下流に配置された過硫酸塩濃度センサと、

前記化学線主反応器内に配置された、連続的に可変の強度を有する化学線供給源と、

前記化学線供給源に動作可能に結合された電力出力を有する共振タンク回路を含み、そして、前記 TOC 濃度センサと前記過硫酸塩濃度センサの少なくとも1つからの少なくとも1つの入力信号にตอบสนองして前記共振タンク回路に供給される駆動電圧の周波数を調整することにより、前記化学線供給源の強度を連続的可変に制御するように動作可能な電子パラスト回路と、

を含むことを特徴とする、水処理するシステム。

【請求項 2】

前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の上流に配置された逆浸透ユニットを含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の下流に配置された化学線副反応器を含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 4】

前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の下流に配置された微粒子フィルタを含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 5】

前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の下流に配置された限外濾過装置を含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 6】

前記システムは、さらに、熱交換器、脱気装置、微粒子フィルタ、イオン浄化装置及びイオン交換塔から成る群から選ばれる少なくとも 1 つの単位操作部を含む、請求項 1 記載のシステム。

10

【請求項 7】

前記イオン交換塔は前記 T O C 濃度センサの上流に配置される、請求項 6 記載のシステム。

【請求項 8】

前記システムは、さらに、逆浸透フィルタ、電気透析装置、電気消イオン装置、蒸留装置、イオン交換塔及びそれらの組合せから成る群から選ばれる 1 つ以上の単位操作部を含む水供給源が前記化学線主反応器の上流に配置されている、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 9】

前記水供給源からの水は 2 5 p p b 未満の T O C を含む、請求項 8 記載のシステム。

【請求項 1 0】

20

前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の下流に配置された T O C 濃度センサを含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 1 1】

前記コントローラは、さらに、前記過硫酸塩前駆物質化合物が前記化学線主反応器内に導入される比率を調整する制御信号を生成するように動作し得る、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 1 2】

前記化学線主反応器はダブルサイド電気接続部を有する紫外線ランプを含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 1 3】

30

前記ダブルサイド電気接続部を有する紫外線ランプは、前記ランプの第 1 の端上の電極への第 1 の電気接続部と、前記ランプの第 1 の端上の第 2 の電極への第 2 の電気接続部と、前記ランプの第 2 の端上の第 2 の電極への第 3 の電気接続部とを含む、請求項 1 2 記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記システムは、さらに、

前記化学線主反応器より下流に、少なくとも 1 つの還元剤を導入するように配置された還元剤源、及び

前記少なくとも一つの還元剤の添加箇所の下流に配置された還元剤濃度センサを含み、

前記コントローラは、さらに、前記還元剤濃度センサからの入力信号を受信し、前記化学線主反応器内の前記化学線の連続的に可変の強度を前記還元剤濃度センサからの入力信号に少なくとも部分的に基づいて調整する制御信号を生成するように構成される、請求項 1 記載のシステム。

40

【請求項 1 5】

前記コントローラは、さらに、前記還元剤が前記システムに導入される比率を調整する制御信号を生成するよう動作する、請求項 1 4 記載のシステム。

【請求項 1 6】

水を処理する方法であって、前記方法は、

被処理水を供給すること、

前記被処理水の全有機炭素 (T O C) 値を測定すること、

50

前記被処理水の前記測定 T O C 値の 1 つの入力信号に少なくとも部分的に基づいて前記被処理水に過硫酸塩アニオンを導入すること、

過硫酸塩アニオンを含有する前記水に主反応器に導入すること、

照射された水流を生成するために前記主反応器内で前記水中の前記過硫酸塩アニオンに紫外光を照射すること、及び

紫外線光源に動作可能に結合された電力出力を有する共振タンク回路を含み。かつ、T O C 濃度センサ及び過硫酸塩濃度センサを構成する群から選択された入力信号のうちの少なくとも 1 つに応答して、共振タンク回路に供給される駆動電圧の周波数を調整することにより、紫外光の連続的可変の強度を制御する、電子バラスト回路を使用して、前記紫外光の強度を連続的可変に調光すること、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 17】

前記方法は、さらに、前記照射された水に前記主反応器の下流に配置された副反応器内で紫外光を照射することを含む、請求項 16 記載の方法。

【請求項 18】

前記方法は、さらに、前記水から溶解固形物及び溶解ガスを除去することを含む、請求項 16 記載の方法。

【請求項 19】

前記方法は、さらに、前記被処理水を前記反応器容器に供給する前に処理することを含む、請求項 16 記載の方法。

【請求項 20】

前記方法は、さらに、前記照射された水に還元剤を導入することを含む、請求項 16 記載の方法。

【請求項 21】

前記方法は、さらに、前記照射された水の還元剤濃度値を測定することを含む、請求項 20 記載の方法。

【請求項 22】

前記方法は、さらに、前記測定された還元剤濃度値に基づいて前記還元剤を前記照射された水に導入することを含む、請求項 21 記載の方法。

【請求項 23】

前記還元剤は二酸化硫黄である、請求項 20 記載の方法。

【請求項 24】

前記被処理水を供給するとは、25 p p b 未満の T O C 値を有する流入水を供給することであり、前記水を処理するとは、前記水の T O C 値を 1 p p b 未満に減少させることである、請求項 16 記載の方法。

【請求項 25】

前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の下流に配置された還元剤の供給源を導入することを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 26】

前記還元剤は二酸化硫黄である、請求項 25 記載のシステム。

【請求項 27】

前記システムは、さらに、前記紫外線ランプのための電力制御回路を含み、前記電力制御回路は、前記電力制御回路への信号入力の前記周波数に응答して、前記紫外線ランプに提供される電力を連続的に変化させるように構成される構成要素を含む、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 28】

前記電子バラスト回路は、前記共振タンク回路に供給される前記駆動電圧の周波数を調整することにより、前記化学線供給源に提供される電力を制御するように動作可能である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 29】

前記システムは、さらに、前記化学線供給源が所望の電力及び強度レベルで動作するように、前記化学線供給源に供給される電流を測定および調整するように構成されたコントローラを含む、請求項1に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、35 U. S. C. § 119 (e) の下で、2015年5月4日に出願された「FLEXIBLE ELECTRICAL LAMP CONFIGURATION FOR AN ADVANCED OXIDATION PROCESS」と題する米国仮出願第62/156, 487号に対する優先権及び2015年5月12日に出願された「VARIABLE INTENSITY LAMP CONFIGURATION FOR AN ADVANCED OXIDATION PROCESS」と題する米国仮出願第62/160, 128号に対する優先権を主張するものであり、これらの各出願は参考として本明細書にそのまま援用される。

【背景技術】

【0002】

本明細書に開示する態様及び実施の形態は、超純水を提供するシステムおよび方法、特に、半導体デバイスまたは半導体デバイスの構成要素の製造中に使用し得る超純水の汚染レベルを低下または維持するシステムおよび方法に関する。

【発明の概要】

【0003】

1つ以上の態様は、水を処理するためのシステムに関する。このシステムは、化学線主反応器と、前記化学線主反応器に少なくとも1つの過硫酸塩前駆物質化合物を導入するために配置された過硫酸塩前駆物質化合物の供給源と、前記化学線主反応器の上流に配置された全有機炭素(TOC)濃度センサと、前記化学線主反応器の下流に配置された過硫酸塩濃度センサと、前記TOC濃度センサと前記過硫酸塩濃度センサの少なくとも1つからの少なくとも1つの入力信号を受信するように動作可能に結合され、前記化学線主反応器内の化学線の連続的に可変の強度を前記少なくとも1つの入力信号に少なくとも部分的に基づいて調整する制御信号を生成するコントローラと、を含む。

【0004】

幾つかの実施の形態において、前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の上流に配置された逆浸透ユニットを含む。

【0005】

幾つかの実施の形態において、前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の下流に配置された化学線副反応器を含む。

【0006】

幾つかの実施の形態において、前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の下流に配置された微粒子フィルタを含む。

【0007】

幾つかの実施の形態において、前記システムは、さらに、前記化学線主反応器より下流に配置された限外濾過装置を含む。

【0008】

幾つかの実施の形態において、前記システムは、さらに、熱交換器、脱気装置、微粒子フィルタ、イオン浄化装置及びイオン交換塔から成る群から選ばれる少なくとも1つの単位操作部を含む。

【0009】

幾つかの実施の形態において、前記イオン交換塔は前記TOC濃度センサの上流に配置される。

【0010】

10

20

30

40

50

幾つかの実施の形態において、前記システムは、さらに、逆浸透フィルタ、電気透析装置、電気消イオン装置、蒸留装置、イオン交換塔及びそれらの組合せから成る群から選ばれる1つ以上の単位操作部を含む水供給源が前記化学線主反応器の上流に配置される。

【0011】

幾つかの実施の形態において、前記水供給源からの水は約25ppb未満のTOCを含む。

【0012】

幾つかの実施の形態において、前記システムは、さらに、前記化学線主反応器の下流に配置されたTOC濃度センサを含む。

【0013】

幾つかの実施の形態において、前記還元剤は二酸化硫黄である。

【0014】

幾つかの実施の形態において、前記コントローラは、さらに、前記過硫酸塩前駆物質化合物が前記化学線主反応器内に導入される比率を調整する制御信号を発生するように動作し得る。

【0015】

幾つかの実施の形態において、前記化学線主反応器はダブルサイド電気接続部を有する紫外線ランプを含む。

【0016】

幾つかの実施の形態において、前記ダブルサイド電気接続部を有する紫外線ランプは、前記ランプの第1の端上の電極への第1の電気接続部と、前記ランプの第1の端上の第2の電極への第2の電気接続部と、前記ランプの第2の端上の第2の電極への第3の電気接続部とを含む。

【0017】

幾つかの実施の形態において、前記システムは、さらに、前記化学線主反応器より下流に、少なくとも1つの還元剤を導入するように配置された還元剤源と、前記少なくとも一つの還元剤の添加箇所の下流に配置された還元剤濃度センサとを含む。前記コントローラは、さらに、前記還元剤濃度センサからの入力信号を受信し、前記化学線主反応器内の前記化学線の連続的に可変の強度を前記還元剤濃度センサからの入力信号に少なくとも部分的に基づいて調整する制御信号を生成するように構成される

【0018】

幾つかの実施の形態において、前記コントローラは、さらに、前記還元剤が前記システムに導入される比率を調整する制御信号を生成するよう動作する。

【0019】

別の態様によれば、水を処理する方法が提供される。前記方法は、被処理水を供給すること、前記被処理水の全有機炭素(TOC)値を測定すること、前記被処理水の前記測定TOC値の1つの入力信号に少なくとも部分的に基づいて前記被処理水に過硫酸塩アニオンを導入すること、過硫酸塩アニオンを含有する前記水に主反応器に導入すること、照射された水流を生成するために前記主反応器内で前記水中の前記過硫酸塩アニオンに紫外光を照射すること、及び前記紫外光の連続的に可変の強度を、前記被処理水のTOC値、前記反応器の下流の水の過硫酸塩値、及び過硫酸塩アニオンの導入率のうちの少なくとも1つに部分的に基づいて調整すること、を含む。

【0020】

幾つかの実施の形態において、前記方法は、さらに、前記照射された水に前記主反応器の下流に配置された副反応器内で紫外光を照射することを含む。

【0021】

幾つかの実施の形態において、前記方法は、さらに、前記水から溶解固形物及び溶解ガスを除去することを含む。

【0022】

幾つかの実施の形態において、前記方法は、さらに、前記被処理水を前記反応器容器に

10

20

30

40

50

供給する前に処理することを含む。

【0023】

幾つかの実施の形態において、前記方法は、さらに、前記照射された水に還元剤を導入することを含む。

【0024】

幾つかの実施の形態において、前記方法は、さらに、前記照射された水の還元剤濃度値を測定することを含む。

【0025】

幾つかの実施の形態において、前記方法は、さらに、記測定された還元剤濃度値に基づいて前記還元剤を前記照射された水に前導入することを含む。

10

【0026】

幾つかの実施の形態において、前記還元剤は二酸化硫黄である。

【0027】

幾つかの実施の形態において、前記被処理水を供給するとは、25ppb未満のTOC値を有する流入水を供給することであり、前記水を処理するとは、前記水のTOC値を1ppb未満に減少させることである。

【0028】

別の態様によれば、半導体製造ユニットに超純水を供給する方法が提供される。前記方法は、約25ppb未満のTOC値を有する流入水を供給すること、前記水内に少なくとも1つの遊離基前駆物質化合物を導入すること、前記少なくとも1つの遊離基前駆物質化合物を連続的に可変のUV放射パワー出力を有するUV放射源からのUV放射に曝して前記少なくとも1つの遊離基前駆物質化合物を少なくとも1つの遊離基スカベンジング出力に変換すること、前記水からあらゆる粒子の少なくとも一部分を除去して超純水を生成すること、及び前記超純水の少なくとも一部分を前記半導体製造ユニットに供給すること、を含む。

20

【0029】

幾つかの実施の形態において、前記方法は、さらに、前記少なくとも1つの前記物質化合物の導入率を前記流入水の前記TOC値に少なくとも部分的に基づいて調整することを含む。

【0030】

幾つかの実施の形態において、前記方法は、さらに、前記UV放射パワー出力を前記流入水の前記TOC値に少なくとも部分的に基づいて調整することを含む。

30

【0031】

添付図面は一定の縮尺で示されていない。図面において、同一もしくはほぼ同一の各構成要素は様々な図において同一の番号で示されている。明瞭のために、すべての図においてすべての構成要素に番号が付されているわけではない。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】 1つ以上の実施の形態によるシステムを示す概略図である。

【図2】 1つ以上の実施の形態によるシステムを示す概略図である。

40

【図3】 1つ以上の実施の形態による容器を示す概略図である。

【図4】 1つ以上の実施の形態による容器を示す概略図である。

【図5】 1つ以上の実施の形態によるセンサおよびコントローラシステムを示す概略図である。

【図6】 1つ以上の実施の形態を実行し得るロセッサまたは制御システムを示す概略図である。

【図7】 1つ以上の実施の形態によるシステムの実施の形態における連続可変出力紫外線ランプを制御する回路を示す。

【図8】 1つ以上の実施の形態によるシステムの実施の形態における連続可変出力信号凱旋ランプの点火及び点灯と関連する電氣的パラメータを示す。

50

【図 9 A】 1 つ以上の実施の形態によるシステムの実施の形態で使用されるダブルサイド電気接続型ランプの一実施の形態を示す。

【図 9 B】 1 つ以上の実施の形態によるシステムの実施の形態で使用されるダブルサイド電気接続型ランプの別の実施の形態を示す。

【図 9 C】 1 つ以上の実施の形態によるシステムの実施の形態で使用されるダブルサイド電気接続型ランプの別の実施の形態を示す。

【図 9 D】 1 つ以上の実施の形態によるシステムの実施の形態で使用されるダブルサイド電気接続型ランプの別の実施の形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0033】

10

詳細な説明

1 つ以上の態様は、水処理または浄化システムおよび技術を対象にすることができる。様々なシステムおよび技術は、通常、プロセス流体または流れから望ましくない種を除去する 1 つ以上の単位操作を利用もしくは備える。プロセス流中の通常望ましくないまたは好ましくない様々な目標種または化合物の濃度またはレベルの非選択的または選択的な除去または減少を促進するために、複数の単位操作を直列または並列のフロー配列で、または直列および並列配列の組合せで利用してよい。さらに、これらのシステムおよび技術は、システムの一単位操作から発生した種または副産物種の濃度の調整を促進するために 1 つ以上の単位操作を利用してよい。幾つかの態様は、場合によっては、低レベルの不純物または汚染物を有すると特徴づけられ得る水を処理または浄化する技術およびシステムまたはその構成要素を対象にすることができる。幾つかの有利な態様は、超純水を提供するシステムおよび技術を対象にすることができる。特に有利な態様は、半導体プロセッシングまたは製造操作で使用する超純水を提供するシステムおよび技術を対象にすることができる。幾つかの態様及び実施の形態は、水または超純水を含む水回路の水または超純水特性を維持するように、水または超純水循環システムに補給水を提供するシステムおよび技術を提供する。これらのシステムおよび技術は、場合によっては、補給水または流入水または超純水を、処理水または超純水と混合してよい。さらに別の態様は、水処理または浄化システムとともに使用するのに適した制御システムおよび技術を対象にすることができる。さらに別の態様は、超純水を提供することによって半導体製造処理を促進する制御システムおよび技術を対象にすることができる。実際、発明の幾つかの態様は、フィードフォワードまたはフィードバック手法またはその両方を利用することによって水または超純水処理または浄化を促進する制御システムおよび技術を対象にしてもよい。さらに別の態様は、水または超純水または液体流内の目標種または化合物のレベルまたは濃度を測定するための技術を対象にしてもよい。測定技術は、超純水の提供を促進する制御システムおよび技術を利用してよい。

20

30

【0034】

少なくとも 1 つの態様によれば、幾つかの実施の形態は水処理システムを含むことができる。このシステムおよび技術は、上流プロセスの副産物の濃度を除去または少なくとも低減する単位操作部を備えた 1 つ以上の補助的なプロセストレインとともに、超純水を利用して遊離基スカベンジングに寄与する状態を生成する第 1 のプロセストレインを含んでもよい。この水処理システムは、1 つ以上の上流プロセスからの副産物を含み得る少なくとも 1 つの水供給源に流体接続された少なくとも 1 つの遊離基スカベンジングシステムを含んでもよい。ある態様では、少なくとも 1 つの水供給源は、純水、または超純水、および好適には少なくとも 15 メガオーム・センチメートルの抵抗率を有する水であってよい。この水処理システムは、少なくとも 1 つの遊離基スカベンジングシステムの下流に流体接続された少なくとも 1 つの微粒子除去システムと、少なくとも 1 つの微粒子除去システムの下流に流体接続された少なくとも 1 つの超純水分配システムとを含んでもよく、またこれらに流体接続されてもよい。さらに、この水処理システムは概して、少なくとも 1 つの超純水分配システムを遊離基スカベンジングシステムのうちの少なくとも 1 つに流体接続する少なくとも 1 つの水戻しシステムも含む。遊離基スカベンジングシステムは、場合

40

50

によっては、本質的に少なくとも1つの前駆物質化合物の少なくとも1つの供給源で構成されても、または好適にはそれを含んでもよい。通常、少なくとも1つの前駆物質化合物の少なくとも1つの供給源は、少なくとも1つの遊離基前駆物質化合物を少なくとも1つの水供給源からの水の少なくとも一部に導入するように配置または構成配置されてもよい。遊離基スカベンジングシステムは、さらに、少なくとも1つの前駆物質化合物を水中の少なくとも1つの遊離基スカベンジング種に初期化または変換することもできる少なくとも1つの別の代替装置を備えたまたは備えない、少なくとも1つの化学線供給源で本質的に構成されてもまたはそれを含んでもよい。さらに他の場合には、微粒子除去システムは、少なくとも1つの限外濾過装置を含んでもよい。通常、少なくとも1つの限外濾過装置は、少なくとも1つの化学線供給源または少なくとも1つの遊離基初期化装置の下流、および好適には少なくとも1つの超純水分配システムの上流に流体接続される。

10

【0035】

少なくとも1つの別の態様によれば、幾つかの実施の形態は、半導体製造ユニットに超純水を提供するためのシステムを含むことができる。このシステムは、少なくとも1つの化学線反応器に流体接続された1つ以上の水供給源を含むことができる。少なくとも1つの反応器は、好適には、水供給源からの水を照射するように構成されている。このシステムは、さらに、1つ以上の前駆物質化合物供給源を含むことができる。1つ以上の前駆物質化合物供給源は、1つ以上の水供給源からの水に1つ以上の遊離基前駆物質化合物を導入するように配置することができる。

20

【0036】

化学線反応器は、遊離基前駆物質化合物により吸収されたとき遊離基前駆物質化合物から遊離基を生じせしめる紫外線を発生する1つ又は複数の紫外線（UV）ランプを含む反応器であってよい。遊離基は水中に溶解した有機炭素種、例えばトリクロロメタン又は尿素を酸化してより望ましい化学種、例えば二酸化炭素及び水にする。流体、例えば水から望ましくない種、例えば有機炭素種を除去する処理プロセスは、本明細書では促進酸化プロセス（AOP）又は遊離基スカベンジングプロセスと称される。これらの用語は同意語として使用される。

【0037】

このシステムは、1つ以上の化学線反応器のうちの少なくとも1つの下流、および好適には超純水分配システムの上流に流体接続された少なくとも1つの微粒子フィルタを含んでもよい。超純水分配システムは、幾つかの有利な実施の形態では、半導体製造ユニットに流体接続される。水供給源は、通常、約25ppb未満の全有機炭素（TOC）値を有する水を提供する。この超純水提供システムは、さらに、超純水分配システムを、通常はその出口を、水供給源、化学線反応器および微粒子フィルタのうちの少なくとも1つに流体接続するリサイクルラインを含んでもよい。

30

【0038】

幾つかの態様によれば、幾つかの実施の形態は、半導体製造ユニットに超純水を提供する方法を含むことができる。この方法は、約25ppb未満のTOC値を有する流入水を供給し、この水に少なくとも1つの遊離基前駆物質化合物を導入し、少なくとも1つの遊離基前駆物質化合物を少なくとも1つの遊離基スカベンジング種に変換する、1つ以上の操作を含んでもよい。この方法は、さらに、超純水を生成するために水からあらゆる微粒子の少なくとも一部を除去し、超純水の少なくとも一部を半導体製造ユニットに分配する、1つ以上の操作を含んでもよい。

40

【0039】

別の態様によれば、幾つかの実施の形態は、命令を構成するコンピュータ読取可能信号が記憶されたコンピュータ読取可能媒体を含むことができ、前記命令は、少なくとも1つのプロセッサによって実行されると、少なくとも1つのプロセッサに、流入水への少なくとも1つの遊離基前駆物質化合物の添加を調整する方法を実行するよう命令する。流入水は、場合により、純水または超純水とし得るが、好適には、約25ppb未満のTOC値を有する水である。少なくとも1つのプロセッサで実行可能な方法は、流入水のTOC値

50

に少なくとも部分的に基づいて1つ以上の駆動信号を発生し、1つ以上の駆動信号を少なくとも1つの前駆物質化合物の少なくとも1つの供給源に送信する、1つ以上の操作を含んでよく、前記少なくとも1つの供給源は、少なくとも1つの前駆物質化合物を流入水に導入するように配置される。

【0040】

別の態様によれば、発明の幾つかの実施の形態は、水処理システムを含むことができる。このシステムは、化学線主反応器を含むことができる。このシステムは、さらに、少なくとも1つの過硫酸塩前駆物質化合物を化学線主反応器へ導入するために配置された過硫酸塩前駆物質化合物の供給源を含むことができる。このシステムは、さらに、化学線主反応器の上流に配置された、全有機炭素（TOC）濃度センサなどの1つ以上のセンサを含むことができる。このシステムは、さらに、化学線主反応器の下流に配置された過硫酸塩濃度センサを含むことができる。このシステムは、さらに、還元剤の供給源を含むことができる。還元剤は、化学線主反応器の下流に少なくとも1つの還元剤を導入するように配置することができる。還元剤濃度センサを設けることもできる。還元剤濃度センサは、少なくとも1つの還元剤の導入箇所の下流に配置することができる。コントローラを設けることもできる。コントローラは、TOC濃度センサ、過硫酸塩濃度センサ、および還元剤濃度センサのうちの少なくとも1つから少なくとも1つの入力信号を受け取るように動作可能に結合することができる。コントローラは、過硫酸塩前駆物質化合物が化学線主反応器に導入される比率、化学線主反応器における化学線の強度、および還元剤がシステムに導入される比率のうちの少なくとも1つを調整することができる。

【0041】

さらに別の態様によれば、水を処理する方法が提供される。この方法は、被処理水を供給する操作を含むことができる。この方法は、被処理水のTOC値を測定し、被処理水の測定されたTOC値の少なくとも1つの入力信号に少なくとも部分的に基づいて、被処理水に過硫酸塩アニオンを導入する操作も含むことができる。この方法は、主反応器に過硫酸塩アニオンを含有する水を導入し、照射された水流を生成するために、水中の過硫酸塩アニオンを反応器内で紫外光に曝す操作を含むこともできる。この方法は、さらに、被処理水のTOC値、反応器の下流の水の過硫酸塩値、および過硫酸塩アニオンの添加率から成る群から選択される入力信号のうちの少なくとも1つに少なくとも部分的に基づいて紫外光の強度を調整する操作を含むことができる。還元剤を、照射された水に導入することができる。

【0042】

さらに別の態様によれば、液体流中の化合物の濃度を測定する方法が提供される。この方法は、液体流の第1の導電率を測定し、液体流の少なくとも一部を照射する操作を含むことができる。この方法は、さらに、照射後に液体流の第2の導電率を測定し、第1の導電率測定と第2の導電率測定に少なくとも部分的に基づいて化合物の濃度を計算する操作を含むことができる。ある実施の形態では、化合物は過硫酸塩または二酸化硫黄であってよい。

【0043】

さらに別の態様によれば、液体流への二酸化硫黄の導入を制御する方法が提供される。このシステムは、液体流と流体接続した過硫酸塩濃度センサを含むことができる。このシステムは、さらに、二酸化硫黄の供給源を含むことができる。二酸化硫黄供給源は、過硫酸塩濃度センサの下流の液体流に二酸化硫黄を導入するように配置することができる。このシステムは、さらに、液体流と流体接続されかつ二酸化硫黄の供給源の下流に配置された二酸化硫黄濃度センサを含むことができる。このシステムは、さらに、コントローラを含むことができる。コントローラは、過硫酸塩濃度センサおよび二酸化硫黄濃度センサのうちのいずれか一方からの少なくとも1つの入力信号に基づいて、液体流に導入される二酸化硫黄の添加率および量のうちの少なくとも一つを調整する制御信号を発生するように構成することができる。

【0044】

発明のさらに別の態様によれば、化学線反応器が提供される。化学線反応器は、容器と、容器内に第1のチューブの配列を含むことができる。第1のチューブの配列は、第1セットの平行なチューブと、第2セットの平行なチューブとを含むことができる。各チューブは、少なくとも1つの紫外線ランプを含むことができ、第1セットの平行なチューブのそれぞれは、第2セットのチューブの長手方向軸線に対して直角の長手方向軸線を有するように配置されている。

【0045】

いずれも1つ以上の態様と関連し得る1つ以上の実施の形態において、本明細書に開示されるシステムおよび技術は、システムの少なくとも1つの単位操作部または構成要素の少なくとも1つの動作パラメータ、状態または条件、またはプロセス流の1つ以上の特性または物理的特性を調整または調整するまたはその調整または調整を容易にする1つ以上のサブシステムを利用することができる。このような調整および調整機能を容易にするために、1つ以上の実施の形態は、1つ以上の構成要素またはプロセスのステータス、状態または条件を提供するコントローラおよび表示装置を利用することができる。例えば、少なくとも1つのセンサを、例えば供給源からの水、遊離基スカベンジングシステムに入るまたはそれから出る水、微粒子除去システムに入るまたはそれから出る水、化学線反応器または1つ以上のその他の下流のプロセスに入るまたはそれから出る水、の強度特性または広範囲な特性の表示を提供するために利用することができる。すなわち、特に有利な実施の形態によれば、発明のシステムおよび技術は、例えばシステムの単位操作部のいずれかに入るまたはそれから出る水の状態、条件、特性または品質の表示を提供する、組成分析器、または導電率セルなどの、1つ以上のセンサまたはその他の表示装置を含んでもよい。

【0046】

図1は、1つ以上の態様によるシステム100を概略的に具体化したものである。システム100は、超純水とみなせる水を含む水を提供する水処理または浄化システムの代表例とすることができる。幾つかの特に有利な実施の形態では、システム100は、半導体製造設備で使用するのに適した超純水を提供するかまたは超純水品質を少なくとも維持する浄化システムを目的とするものまたはその代表例とすることができる。さらに別の態様は、1つ以上の半導体製造ユニット（図示せず）に処理された超純水を提供するために、超純水を利用すると考えられるシステムを含む。従って、幾つかの態様によれば、システム100は、1つ以上の水源110からの補給水または流入水に存在し得る1つ以上の不純物または汚染物の濃度、含有率またはレベルを低減し、処理水を、超純水を利用するシステムに提供する、水処理システムとすることができる。

【0047】

例示的に示したように、システム100は、1つ以上の第2もしくは副処理トレインまたはシステム102に結合された1つ以上の第1もしくは主処理トレインまたはシステム101を含むことができる。システム100は、少なくとも1つの副処理システムに、かつ幾つかのさらに有利な構成においては少なくとも1つの主処理システムに流体接続された、少なくとも1つの水分配システム103をさらに含んでよい。別の有利な実施の形態は、主処理システム、副処理システムおよび水分配システムのうちの少なくとも1つにおいて少なくとも1つの流れ方向制御装置を含む構成にしてもよい。流れ方向制御装置の非限定的な例は、逆止弁および堰を含む。

【0048】

好適には、水源110は、低レベルの不純物から成る、低レベルの不純物から実質的に成るまたは低レベルの不純物を含む水を提供する。より好適には、水源110からの水は、尿素として、約25 ppb未満またはさらに低い約20 ppb未満の全有機炭素値またはレベルと、少なくとも約15メガオーム・センチメートルまたはさらに少なくとも約18メガオーム・センチメートルの抵抗率とから成る群から選択される少なくとも1つの特性を有する、超純水から成る、超純水から実質的に成るまたは超純水を含む。第1もしくは主処理システム101は、さらに、反応器120に流体接続された、少なくとも1つの

前駆物質処理化合物源 1 2 2 を含むことができる。

【0049】

水源 1 1 0 からシステム 1 0 0 に導入される水は、通常、または好適には、低レベルの不純物を有することで特徴付けることができる。例えば、幾つかの実施の形態は、逆浸透、電気透析、電気脱イオン化、蒸留、イオン交換、またはこのような操作の組合せを利用する 1 つ以上の処理トレイン（図示せず）によって前もって処理または浄化された純水、超純水またはそれらの組合せを利用する。前述のように、有利な実施の形態は、通常、少なくとも約 1 5 メガオーム・センチメートル、好適には少なくとも約 1 8 メガオーム・センチメートルの低い電導率または高い抵抗率、および／または例えば、通常は尿素またはその他の炭素化合物または代理物として、約 5 0 p p b 未満、好適には約 2 5 p p b 未満の低い全有機炭素レベルとを有する、水源 1 1 0 からの流入超純水を含む。幾つかの実施の形態では、流入水は、1 p p b 程度に低くてもよい。別の実施の形態では、流入水は、0. 5 p p b 程度に低くてもよい。さらに別の実施の形態において、流入水の抵抗率は、約 1 メガオーム・センチメートルであってもよい。

10

【0050】

幾つかの特定の実施の形態において、第 1 の処理システム 1 0 1 は、少なくとも 1 つの遊離基スカベンジングシステムを特徴とするまたは含むことができる。遊離基スカベンジングシステム 1 0 1 は、少なくとも 1 つの水源 1 1 0 に流体接続された、照射反応器などの、少なくとも 1 つの遊離基スカベンジャ反応器 1 2 0 を含むことができる。反応器 1 2 0 は、栓流反応器または連続攪拌タンク反応器、またはそれらの組合せとすることができる。ある実施の形態において、反応器内のランプによる照射の、短絡などの低照射強度領域又は遮光領域の可能性を防止するために栓流反応器を使用することができる。栓流反応器は、平行な非乱流流路を有する、反応器を通る流体の層流路を促進する条件下で動作する反応器と定義することができる。反応器 1 2 0 は、通常、反応器内を流れる水中の遊離基種が、不純物、通常は有機炭素ベース不純物のうちの少なくとも 1 つを除去する、劣化させる、またはそれを不活性化合物、水から除去し得る 1 つ以上の化合物、または少なくとも 1 つの不純物に対してより容易に除去し得るものに変換することができるよう十分な滞在時間を提供するように寸法決めされる。

20

【0051】

加えて、反応器は、反応器における十分なまたは望ましい滞在時間を提供するために、システムの予測される流量に基づいて寸法決めすることができる。ある実施の形態において、システムを通る水の流量は、システムの下流における処理水の需要、またはシステムの上流において利用される水の流量、またはそれら両方に基づくことができる。ある例では、システム又は各反応器を通る水の流量は約 1 ガロン／分（g p m）～2 0 0 g p m とし得る。特定の例では、その流量は約 4 0 0 g p m～約 1 3 0 0 g p m とし得る。別の特定の例では、その流量は約 4 0 0 g p m～約 1 9 0 0 g p m とし得る。反応器およびシステムの他の単位操作部および機器、例えばポンプおよび流れ弁などは、約 4 0 0 g p m～約 1 9 0 0 g p m の流量の変動もしくは変化を許容するように選択および寸法決めすることができる。

30

【0052】

遊離基スカベンジングシステムにおいて、水中の有機化合物は 1 つ以上の遊離基種によって二酸化炭素に酸化することができ、この二酸化炭素は 1 つ以上の下流の単位操作部において除去することができる。反応器 1 2 0 は、1 つ以上の前駆物質化合物を 1 つ以上の遊離基スカベンジング種に変換する少なくとも 1 つの遊離基活性化装置を含むことができる。例えば、反応器 1 2 0 は、水に化学線を照射するか他の方法で供給して前駆物質化合物を 1 つ以上の遊離基種に分割するために、1 つ以上の反応チャンバ内に 1 つ以上のランプを含むことができる。

40

【0053】

反応器は、チャンバの間の 1 つ以上のバッフルによって 2 つのチャンバに分割することができる。バッフルは、例えばチャンバ内において、反応器に混合または乱流を提供する

50

か、混合を防止するか、反応器の内部を通る層状の平行な流路を促進するために使用することができる。幾つかの実施の形態において、反応器入口は、第1のチャンバと流体接続しており、反応器出口は、第2のチャンバと流体接続している。

【0054】

幾つかの実施の形態において、約185 nm、220 nmおよび/または254 nmの光、または約185 nm～約254 nmの範囲の光によって、様々なパワーレベルで、それぞれのチャンバ内の水を照射するように配置された少なくとも1つの紫外線（UV）ランプを有する少なくとも3つの反応器チャンバが、反応器120内に直列に配列される。185 nmまたは220 nmの短波長はAOPプロセスに好適であることは理解されよう。それは、これらの波長のUV光は有機汚染物を酸化する処理で使用される遊離基前駆物質から遊離基を生成するのに十分な光子エネルギーを有するためである。対照的に、UV光を用いて微生物を殺すまたは不活性化する殺菌処理は低圧ランプで発生される254 nm波長のUV光で有効に処理することができる。殺菌システムは、通常、185 nmまたは220 nmの短波長で十分な強度のUV光を提供し得る高価な中圧または高圧UVランプを使用しない。

10

【0055】

直列配列の反応器のセットを並列に配列してよい。例えば、直列配列の反応器の第1のセットを直列配列の反応器の第2のセットに対して並列に配置してよく、全部で6つの反応器に対して各セットは3つの反応器を有してよい。各セットの反応器のうちのいずれか1つ以上を常に動作させてよい。幾つかの実施の形態では、全ての反応器を動作させてよく、別の実施の形態では、反応器の1つのセットのみを動作させてよい。

20

【0056】

遊離基スカベンジングシステムの構成要素としての化学線照射システムの市販されているシステムは、例えば、AQUAFINE^(R) UVシステムのような、イリノイ州ナパービルのQuantrolからのもの、およびケンタッキー州アーランガーのAquionics Incorporatedからのものを含む。

【0057】

上述のように、本明細書に開示される態様及び実施の形態は、1つの前駆物質化合物に限定されず、複数の前駆物質化合物を利用してよい。幾つかの実施の形態では、前駆物質化合物は、望ましくない種を劣化させるために使用されてよい。別の実施の形態では、前駆物質化合物は、望ましくない化合物を、イオン化された種、または弱く帯電された種などの、除去可能な構成物質に変換するために使用されてよい。複数の前駆物質化合物は、複数の遊離基種を発生するために利用されてよい。この相補的構成は、第1の遊離基スカベンジング種が選択的に第1のタイプの望ましくない化合物を劣化し、第2の遊離基種が選択的に他の望ましくない化合物を劣化する状態において有利である。代わりに、第1の変換種または第1の遊離基種に容易に変換され得る第1の前駆物質化合物を利用してよい。次いで、第1の遊離基種は、第2の前駆物質化合物を第2の変換種または第2の遊離基種に変換することができる。この反応の縦続するセットはまた、第1の遊離基種が第1のタイプの望ましくない化合物を劣化または変換し、かつ第2の遊離基種が選択的に他の望ましくない化合物を劣化または変換する状態において、または第2の前駆物質化合物の第2の遊離基種への変換または活性化が不所望に高いエネルギーレベルを要求する場合に、有利である。複数のスカベンジング種を提供するために複数の化合物を使用してよい。

30

40

【0058】

1つ以上の前駆物質化合物は、遊離基スカベンジング種に変換し得るまたはその変換を促進する任意の化合物とし得る。非限定的な例は、アルカリおよびアルカリ金属過硫酸塩および過硫酸アンモニウムまたは過硫酸アンモニウム、過酸化水素、アルカリおよびアルカリ金属過酸化物などの過酸化物塩、アルカリおよびアルカリ金属過ホウ酸塩などの過ホウ酸塩、アルカリおよびアルカリ金属ペルオキシジスルフェートおよびペルオキシ二硫酸アンモニウムなどのペルオキシ二硫酸塩、ペルオキシ二硫酸、ペルオキシ一硫酸またはカルー酸などの酸、オゾン、およびピラニア溶液などのそれらの組合せを含む。1つ以上の

50

前駆物質化合物の量は、汚染物のタイプに応じて変化させることができる。前駆物質化合物は、半導体製造処理において有利であり得る過硫酸アンモニウムから成るまたは実質的に過硫酸アンモニウムから成るものとし得る。なぜならば、過硫酸アンモニウムは、このような処理の汚染物であると考えられない副産物を提供する傾向があるためであり、また過硫酸アンモニウムは、容易に除去し得ないナトリウム種を生成する恐れがあるおよび／または半導体デバイスを不所望に汚染する恐れがある過硫酸ナトリウムを含む前駆物質化合物とは対照的に、例えばイオン交換システムによって容易に除去することができるからである。

【0059】

幾つかの場合、システム100は、反応器120の下流に、少なくとも1つの脱気装置160と、必要に応じ、少なくとも1つの粒子フィルタを含むことができる。ある場合には、システム100は、さらに、水からあらゆるイオン種または荷電種の少なくとも一部分を除去する少なくとも1つの装置を含むことができる。例えば、システム100は、スカベンジングシステム101または粒子除去システム102の一方または両方に、イオン交換媒体のベッド、または電気透析装置または電気脱イオン化装置などの、電氣的に駆動されるイオン浄化装置を含むことができる。特に有利な構成において、システム100は、システム100を通る水の流路に沿って互いにそれぞれ直列に配置された、イオン交換樹脂ベッドを有する第1の主または先行イオン交換塔140Lと、同様にイオン交換樹脂ベッドを有する第2の遅行またはポリッシュイオン交換塔140Pとを含むことができる。イオン交換塔は、アニオン交換媒体とカチオン交換媒体の混合ベッドを含んでよい。しかしながら、他の構成を利用してよい。例えば、先行イオン交換塔140Lは、直列に配置された層もしくは塔を含み、第1の層もしくは塔は主にアニオン交換媒体を含んでよく、第2の塔は主にカチオン交換媒体を含んでよい。同様に、ポリッシュ塔140Pもアニオン交換媒体とカチオン交換媒体の混合ベッドを含み得るが、ポリッシュ塔140Pは、1つのタイプの交換媒体の直列に配置された層または塔を含んでもよく、第1の塔は主にアニオン交換媒体を含んでよく、第2の塔は主にカチオン交換媒体を含んでよい。第1および第2の層又は塔のいずれも、140Lまたは140Pを含む単一容器内に配置され、塔内に収容された媒体の積層ベッドとして実施してよい。イオン交換塔140Lおよび140Pにおけるイオン交換媒体は任意の適切な樹脂、例えば水源110からの水中の硫酸塩種、二酸化炭素、およびアンモニアまたはアンモニウムおよびあらゆるその他の望ましくない種または汚染物、または遊離基スカベンジングプロセスの副産物を除去する樹脂であってよい。イオン交換塔は、アニオン樹脂とカチオン樹脂を含む、混床イオン交換塔であってよい。

【0060】

利用し得る市販の媒体またはイオン交換樹脂は、ペンシルベニア州ウォーレンデールのSiemens Water Technologies Corp.からのNR30 MEG PPQ、USFTMMEG PPQおよびUSFTM NANO樹脂、およびミシガン州ミッドランドのThe Dow Chemical CompanyからのDOWEX^(R)を含むが、これらに限定されない。

【0061】

幾つかの別の実施の形態では、第2の処理システム102は、特定の除去システムを含むことができ、また特定の除去システムとして特徴付けることができる。例えば、システム100は、さらに、少なくとも1つの粒子フィルタ150を含むことができる。フィルタ150は、通常、少なくとも目標サイズの粒子を除去もしくは捕捉するフィルタ膜を有する。例えば、フィルタ150は、分配システム103に接続された使用箇所のサービス要件に応じて、少なくとも約10ミクロン、ある場合には、少なくとも約1ミクロン、さらに別の場合には、少なくとも約0.05ミクロン、さらに別の場合には、少なくとも約0.02ミクロンの平均直径を有する粒子の全てまたは少なくとも大部分を捕捉するフィルタリング媒体または1つ以上の膜を用いて構成することができる。フィルタ150は、約0.01ミクロンよりも大きな粒子を保持する膜を備えたカートリッジフィルタを含んでもよい。

10

20

30

40

50

【0062】

粒子フィルタ（図示せず）は、必要に応じ、供給源122からの1つ以上の前駆物質化合物とともに導入された粒子を除去するために利用されてよい。フィルタ150のようなこのフィルタは、0.02ミクロンよりも大きな粒子を除去してもよい。

【0063】

ある場合には、粒子除去システム102は、1つ以上の限外濾過装置172および174を含んでよく、それぞれの限外濾過装置は、望ましくないサイズ特性を有する粒子が製品水とともに水分配システムに流入するのを防止する膜を有する。好適には、少なくとも2つの限外濾過装置が、例えば約0.1ミクロンより大きい、ある場合には0.05ミクロンより大きい、さらに他の場合には0.02ミクロンよりも大きな粒子の除去を容易にするために直列に配置される。例えば、限外濾過装置172および174は、0.05ミクロンよりも大きな粒子の目標濃度もしくは所望の濃度を、使用箇所への製品水の1リットル当たり約100個未満のレベルに減じるもしくは提供する膜を備えてよい。限外濾過装置172および174の構成および配列は、目標粒子濃度と、超純水製品における粒子のサイズとに依存する。発明の幾つかの実施の形態では、フィルタ172は、少なくとも、目標サイズの粒子の大部分を除去し、フィルタ174は、水分配システム103への粒子の濃度が、目標もしくは所望の粒子濃度よりも低いまたはそれに等しいレベルであることを保証するために、ポリッシュとして機能する。このような構成において、フィルタ172からのリテンテート水流は、通常、捕捉された粒子の大部分を含み、排出または廃棄するか、他のプロセスで使うことができる。しかしながら、好適には、リテンテート水流の少なくとも一部分は、粒子の少なくとも一部分を捕捉する膜または媒体を有する粒子フィルタ180に導入され、粒子の大部分が除去されたその透過水流は、システム100の上流の単位操作部へ向けられ、これらに限定されないが、例えば、分配システム103から戻るもしくは循環する未使用の超純水製品、遊離基スカベンジングシステム101に導入される水源110からの流入水、反応器120、フィルタ150、脱気装置160、先行イオン交換カラム140Lまたはポリッシュイオン交換カラム140Pからの少なくとも部分的に処理された水、またはそれらの組合せと混合することができる。フィルタ150のように、フィルタ180は、あるサイズの粒子状物質のレベルを特定のもしくは目標レベルに除去もしくは低減するように構成してよい。

【0064】

脱気装置160は、水に溶解されたあらゆるガス、または前駆物質化合物のその他の気体副産物の濃度を低減する、膜コンタクタもしくは任意の単位操作部を含むことができる。好適には、脱気装置は、水中の溶解酸素含有量、溶解窒素含有量、および溶解二酸化炭素含有量のいずれも低減する。通常、脱気装置160は、水からの溶解ガスの除去を促進する、接触膜および真空源162を利用する。ここで利用し得る脱気装置の非限定的な例として、ノースカロライナ州シャーロットのMembrana社からのLIQUI-CEL^(R)として市販されているものが含まれる。

【0065】

使用箇所に提供される水の少なくとも1つの示強性または示量的特性を調整するために他の補助的な単位操作部を利用してもよく、その単位操作部は半導体製造ユニットであってよい。例えば、少なくとも1つの半導体製造ユニットに供給可能な超純水の少なくとも一部の温度を低下させるために、冷却器130などの熱交換器を超純水分配システム103の上流に配置してよい。例示されているように、冷却器130は、反応器120の下流で、かつ脱気装置160の上流に配置される。しかしながら、本明細書に開示された態様及び実施の形態は例示された配列に限定されず、1つ以上の熱交換器を例えば、粒子除去システム102の下流でかつ水分配システム103の上流において超純水製品と熱伝達させてよい。実際には、複数の熱交換器を利用してよい。例えば、ヒータなどの第1の熱交換器が、前駆物質化合物の1つ以上の遊離基スカベンジング種への変換またはその開始を助けるために、少なくとも1つの遊離基前駆物質化合物を有する水を加熱し、冷却器などの第2の熱交換器が、水分配システムを通じて供給する前に、処理された超純水を冷却し

てよい。

【0066】

さらに別の補助的なシステムは、例えば、水をシステム100に循環させるための動力を提供する1つ以上のポンプ166を含む。ポンプ166は、容積式ポンプまたは遠心ポンプであってよい。好適には、ポンプ166は、製品水の汚染特性に不所望に寄与しない構成要素よりなる。

【0067】

水分配システム103は、入口ポートと、1つ以上の半導体製造ユニットなどの、1つ以上の使用箇所（図示せず）に流体接続されかつ1つ以上の使用箇所に超純水製品を提供する少なくとも1つの出口ポートと、を有する。

10

【0068】

ある場合には、例えば、水分配システムは、遊離基スカベンジングシステム101、粒子除去システム102またはその両方に流体接続された入口ポートと、少なくとも1つの使用箇所に流体接続された少なくとも1つの製品出口と、未使用製品水を遊離基スカベンジングシステムおよび粒子除去システムのうちの一方または両方へまたはシステム100内のいずれかの箇所へリサイクルするために1つ以上の循環システム178および179に流体接続された少なくとも1つの戻し出口ポートと、を有するマニホールド190を備える。

【0069】

図2は、1つ以上の態様によるシステム200を概略的に具体化している。システム200は、超純水とみなせる水を含む水を提供する水処理または浄化システムを代表するものとし得る。幾つかの特に有利な実施の形態において、システム200は、半導体製造設備に適した超純水を提供するまたは少なくとも超純水品質を維持する浄化システムを対象とするまたはその代表例とし得る。さらに別の態様は、処理された超純水を1つ以上の半導体製造ユニット（図示せず）に提供するように超純水を利用すると考えられるシステム200を含む。さらに別の態様において、システム200は、図1のシステム100で処理するのに適した超純水を提供する浄化システム、または超純水を提供することができるシステムの少なくとも一部を対象とするまたはその代表例とし得る。従って、幾つかの態様によれば、システム200は、1つ以上の水源210からの補給水または流入水に存在し得る1つ以上の不純物または汚染物の濃度、含有量もしくはレベルを低減し、かつ超純水を利用するシステムに処理水を提供する水処理システムとし得る。

20

30

【0070】

システム100のように、処理システム200は、1つ以上の目標種の少なくとも一部を、脱気システム、粒子除去システム、イオン捕捉、捕集または交換システムなどの、しかりながらこれらに限定されない、任意の1つ以上の分離単位操作部において除去することができる種に変換するサブシステムまたは構成要素を備えることができる。

【0071】

例示的に示されるように、システム200は、一連の単位操作部212、214および216を備えることができる。水源210からの被処理水は、必要に応じ、水流から粒子を除去するために逆浸透ユニットに導入することができる。前駆物質化合物の供給源216からの前駆物質化合物は逆浸透ユニット212からの濾液214に導入することができる。前駆物質化合物が加えられた濾液流は遊離基スカベンジングシステム218に導入することができる。遊離基スカベンジングシステム218は、少なくとも1つの水源210に流体接続された少なくとも1つの遊離基スカベンジャ反応器もしくは化学線放射反応器を備えることができる。

40

【0072】

遊離基スカベンジングシステム218は、1つ以上の反応器もしくは容器を備えることができ、反応器もしくは容器のそれぞれは、直列にまたは並列に配置することができる。ある実施の形態では、直列に配置された反応器の複数のセットを並列に配置することができる。例えば、直列の反応器の第1のセットもしくはトレインは、反応器の別のセットも

50

しくはトレインと並列に配置しても、直列に配置してもよく、各セットは3つの反応器を有し、遊離基スカベンジングシステム218内に全部で6つの反応器を有してよい。各セットの反応器のいずれか1つ以上をいつでも動作させてよい。ある実施の形態では、全ての反応器を動作させてよいのに対して、別の実施の形態では、反応器の1つのセットのみを動作させてよい。遊離基スカベンジングシステム218は化学線主反応器とみなしてもよい。

【0073】

反応器は、栓流反応器または連続攪拌タンク反応器、またはそれらの組合せとしてよい。ある実施の形態では、栓流反応器は、反応器内のランプによる照明の、短絡などの遮光または低照射強度領域の可能性を防止または低減するために使用することができる。反応器120は、通常、反応器内を流れる水中の遊離基種が、不純物、通常は有機炭素ベース不純物、の少なくとも1つを除去する、劣化させる、もしくはそれらを不活性化化合物、水から除去し得る1つ以上の化合物、または少なくとも1つの不純物に対してより容易に除去し得るものに変換することができるように、十分な滞在時間を提供するように寸法決めされる。加えて、反応器は、反応器内の十分な滞在時間を提供するために、システムの予測される流量に基づいてサイズ決めすることができる。加えて、反応器は、反応器内の十分なまたは望ましい滞在時間を提供するために、システムの予測される流量に基づいて寸法決めすることができる。幾つかの実施の形態において、システムを通る水の流量は、システムの下流における処理水の需要、またはシステムの上流において利用される水の流量、またはそれら両方に基づくことができる。ある例では、システム又は各反応器を通る水の流量は約1ガロン/分(gpm)～200gpmとし得る。特定の例では、その流量は約400gpm～約1300gpmとし得る。別の特定の例では、その流量は約400gpm～約1900gpmとし得る。反応器およびシステムの他の単位操作部および機器、例えばポンプおよび流れ弁などは、約400gpm～約1900gpmの流量の変動もしくは変化を許容するように選択および寸法決めすることができる。

【0074】

遊離基スカベンジングシステムにおいて、水中の有機化合物は、1つ以上の遊離基種によって二酸化炭素に酸化させることができ、この二酸化炭素は、1つ以上の下流の単位操作部において除去することができる。反応器は、さらに、1つ以上の前駆物質化合物を1つ以上の遊離基スカベンジング種に変換する少なくとも1つの遊離基活性化装置を備えることができる。例えば、反応器は、水に化学線を照射もしくは他の方法で供給し、1つ以上の前駆物質化合物を1つ以上の遊離基種に変換または分割するために、1つ以上の反応チャンバ内に1つ以上のランプを含むことができる。

【0075】

従って、反応器は、不純物、通常は有機炭素ベース不純物、の少なくとも1つを除去する、劣化させる、もしくは不活性のイオン化された、またはそれらを他の除去可能な化合物、水から除去し得る1つ以上の化合物、または少なくとも1つの不純物に対してより容易に除去することができるものに変換するために必要な紫外線ランプの数に基づいてサイズ決めすることができる。必要なランプの数は、ランプ強度、およびランプによって放射される紫外光のスペクトル波長などのランプ性能特性に少なくとも部分的に基づき得る。必要なランプの数は、流入水流中の予測されるTOC濃度もしくは量および供給流または反応器に加えられる過硫酸塩の量の少なくとも1つに少なくとも部分的に基づき得る。

【0076】

照射された水流220は、遊離基スカベンジングシステム218から流出し、必要に応じ、同様に1つ以上の化学線反応器221を含むことができる副照射システムに導入することができる。化学線副反応器221は、それぞれが1つ以上の紫外線ランプを含む1つ以上の容器を備えることができる。システム218と同様に、各容器は、直列または並列に配置してよい。ある実施の形態では、直列に配置された副反応器の複数のセットを並列に配置してよい。例えば、直列に配置された副反応器の2つ以上のセットを並列に配置してよく、直列に配置された副反応器の各セットは2つ以上の反応器を含んでよい。各セッ

トの副反応器のいずれか1つ以上をいつでも動作させてよい。ある実施の形態では、全ての副反応器を動作させてよいが、他の実施の形態では、副反応器のうちの1つのセットのみを動作させてよい。ある実施の形態では、紫外線ランプは、約185nm～約254nmの範囲の波長の紫外光を放射してよい。

【0077】

システム200は、還元剤源224を有することができ、この還元剤源224は、二酸化硫黄などの1つ以上の中和剤または還元剤を、例えば添加箇所230において、照射された水流222に導入することができる。中和剤または還元剤は、照射された水流222中の残留前駆物質化合物またはその誘導体のいずれかを、所望のレベルに還元または中和することができる任意の化合物または種としてよい。

10

【0078】

水流226は1つ以上の下流のプロセス228に導入することができ、所望の用途、例えば半導体製造プロセスにおいて超純水として利用することができる。

【0079】

ある有利な実施の形態では、システム200は、さらに、微粒子フィルタのような、溶解されていないいかなる材料もさらに除去する1つ以上のユニット操作部を含んでよい。限外濾過装置などの微粒子フィルタを化学線主反応器218の下流に配置してよい。

【0080】

別の有利な実施の形態は、システム内に少なくとも1つの流れ方向制御装置を含む構成を含んでよい。方向流れ制御装置の非限定的な例としては、逆止弁および堰が含まれる。

20

【0081】

いずれの供給源110および210も、低レベルの不純物から成る、低レベルの不純物から実質的に成る、または低レベルの不純物を含む水を提供することができる。より好適には、供給源110または210からの水は、尿素として、約25ppb未満またはさらに低い約20ppb未満の全有機炭素値またはレベルと、少なくとも約15メガオーム・センチメートルまたはさらに少なくとも約18メガオーム・センチメートルの抵抗率とから成る群から選択される少なくとも1つの特性を有する超純水から成る、その水から実質的に成る、または、その水を含む。遊離基スカベンジングシステム101は、さらに、反応器120に流体接続された少なくとも1つの前駆物質化合物源122を備えることができる。

30

【0082】

供給源110および供給源210からシステム100および／またはシステム200に導入される水は、通常、またはさらに好適には、低レベルの不純物を有するものとして特徴付けることができる。例えば、幾つかの実施の形態は、逆浸透、電気透析、電気イオン消失、蒸留、イオン交換、またはこのような操作の組合せを利用するものなどの1つ以上の処理トレイン（図示せず）によって前もって処理または浄化された純水または超純水またはその混合物を利用する。前述のように、有利な実施の形態は、少なくとも約15メガオーム・センチメートル、好適には少なくとも約18メガオーム・センチメートルの低い導電率もしくは高い抵抗率を有する、および／または例えば、通常尿素または他の炭素化合物またはその代理物として、約50ppb未満、好適には約25ppb未満の低い全有機炭素レベルのような、低レベルの汚染物を有する、例えば供給源110および／または供給源210からの流入超純水を利用する。

40

【0083】

反応器に収容された流体を照明もしくは照射するために、反応器内で1つ以上のランプを利用することができる。特定の実施の形態は、複数のランプを有する反応器を用いることができ、各ランプは1つまたは複数の照明期間の間、1つ以上の照明強度で流体を照射するように配置もしくは位置決めするのが有利である。別の態様は、反応器のいずれかにおいて1つ以上のランプを、複数の同時照明強度を収容または容易にする構成で利用することができる。

【0084】

50

紫外線ランプは、化学線を水に所望通りに照射または提供するように、遊離基スカベンジングシステムの1つ以上の反応器内に配置もしくは分布するのが有利である。ある実施の形態では、反応器の全域に化学線を均一に分布するように、ランプを1つ以上の反応器内に分布することが望ましい。システム218および反応器221のいずれにおいても、遊離基スカベンジングシステムの紫外線ランプは、様々な強度または様々なパワーレベルで照明を提供するように調整することができる。例えば、減光モード、定格モードおよび増強モードなどの複数の照明モード、例えば低モード、中モードまたは高モード、で動作するように調整できる紫外線ランプを使用することができる。

【0085】

本明細書に開示のシステムおよび反応器のいずれにおいても、遊離基スカベンジングシステムの紫外線ランプの出力はパワーレベルの範囲に亘って連続的に調整又は調光することができる。紫外線ランプの出力は、必要以上の紫外線を発生することなく、本明細書に開示のシステムおよび反応器内で処理中の流体、例えば水から所望量のTOCを除去するのに十分なパワーを供給するように調整することができる。紫外線ランプのパワー出力のこのような制御は、過剰の未利用UV放射が発生されないように紫外線ランプの出力及び電力消費を低減することによって運転コストを減少する。

【0086】

UVランプの可用寿命はUVランプの全パワー出力に関連する。例えば、4.9kWの公称電力定格の一種のUVランプは、4.9kWでの動作時に約4000時間の寿命を、3.5kWでの動作時に約6500時間の寿命を、5.8kWでの動作時に約1000時間の寿命を示す。従って、本明細書に開示のシステムおよび反応器内で処理中の流体、例えば水から所望量のTOCを除去するのに十分なパワーレベルに満たないパワーレベルでUVランプを動作させると、UVランプの寿命を延ばすことができ、さらにUVランプの交換頻度及び時間の経過に伴い消費されるUVランプの数及び関連するUVランプ及び労働コストを低減することができる。

【0087】

AOPシステムを連続的に調光可能な又は調整可能なパワーUVランプで動作させることは、追加の理由のために異なるUVランプを選択的にオン又はオフすることによって処理中の流体に供給される全UVパワーを調整するシステムと比べて、運転コストを低減することができる。AOPシステムで使用されるようなハイパワーUVランプに対する各オン-オフサイクルはランプ寿命を約50時間だけ減少する可能性があることが認識された。従って、ランプをオフ及びオンするよりもランプを調光する方がランプ寿命を増加し、交換コストを低減する。

【0088】

連続的に調光可能な又は調整可能なパワーUVランプの使用は、異なるUVランプを選択的にオン又はオフすることによって処理中の流体に供給される全UVパワーを調整するシステムよりもTOCの変化に対して良い応答時間をもたらすことができる。AOPプロセスで使用される典型的なUVランプはオフ状態から定格UV線量を出力する状態へ遷移するのに5分を要し得る。比較すると、本明細書に開示の連続的に調整可能なUVランプシステムはほぼ瞬間的に出力UV線強度を調整することができる。本明細書に開示の処理システムは、UV線を受ける前又は後の流体(例えば水)中のTOCレベルの測定値を処理システムのUVランプのパワー出力を連続的に調整するよう動作する制御システムに約1分、2分、3分、4分、又は5分の測定周波数で提供するフィードバック及び／又はフィードフォワードシステムと結合され、流入液のTOC濃度の変化に対して既知のシステムより大幅に速い応答をもたらすことができる。本明細書に開示のシステムにおいては、処理反応器のUVパワー強度が流入液のTOC濃度の変化にตอบสนองして高速に調整され、処理された流体の所望のTOCレベルを避けることができ、且つ運転コストを低減する必要がないときにはUVランプパワーを低減することができる。

【0089】

幾つかの実施の形態では、本明細書に開示のシステムで使用されるUVランプは、約4

10

20

30

40

50

． 5 k W ～ 4 ． 9 k W の公称電力定格を有し、約 2 ． 5 k W ～ 約 5 ． 8 k W の範囲内の電力で動作するように連続的に調整可能なものとし得る。異なる実施の形態では、異なる公称電力定格を有し、異なる電力範囲に亘って動作するように連続的に調整し得るランプを使用してよい。

【 0 0 9 0 】

本明細書に開示のシステムで使用される U V ランプに供給される電力を連続的に制御するために使用し得る回路の一例が図 7 に示されている。図 7 に示す電子バラスト回路ブロック図は、A C 線間入力電圧（例えば、1 2 0 V A C / 6 0 H z ）、回路発生スイッチングノイズをブロックする E M I （電磁妨害）フィルタブロック回路、整流器及び平滑キャパシタ、制御 I C 及び D C - A C 変換用ハーフブリッジインバータ、及びランプを点灯し点灯する共振タンクを含む。調光のための追加の回路ブロックも示され、この回路ブロックはランプを制御するフィードバック回路を含む。

10

【 0 0 9 1 】

ランプはフィラメントを予熱する電流、点火のための高電圧及び点灯中の高周波数 A C 電流を必要とする。これらの要件を満たすために、電子バラスト回路は最初に入力部で低周波数の A C - D C 変換を実行し、次に出力部で高周波数の D A - A C 変換を実行する。

【 0 0 9 2 】

A C 幹線電圧は全波整流され、キャパシタをピーク充電して平滑 D C バス電圧を生成する。D C バス電圧は、その後標準のハーフブリッジスイッチング回路によって 5 0 % のデューティサイクルの高周波数 A C 方形波電圧に変換される。この高周波数 A C 方形波電圧はその後共振タンク回路を駆動し、フィルタ処理されて正弦波電流及び電圧をランプに生じさせる。

20

【 0 0 9 3 】

予備点火中、共振タンク回路は高い Q 値を有する直列 L C 回路である。共振回路の Q 値（品質係数）は共振回路の「優秀性」又は品質の尺度である。この性能指数が高い値であることは帯域幅がより狭いことに相当し、多くの用途において望ましい。より正式には、Q は回路リアクタンスに蓄積される電力と回路抵抗で消費される電力の比である。点火後及び点灯中、タンク回路は直列 L 、並列 R C 回路であり、Q 値はランプの調光レベルに応じて高値と低値の間のどこかの値になる。

【 0 0 9 4 】

U V ランプが最初にターンオンするとき、制御 I C はハーフブリッジ周波数を最大周波数から高 Q バラスト出力段の共振周波数に向けて掃引する。ランプフィラメントは、周波数が減少し、ランプ電圧及び負荷電流が増加するにつれて予備加熱される。図 8 を参照されたい。

30

【 0 0 9 5 】

周波数はランプ電圧がランプ点火閾電圧を越えてランプが点火するまで減少し続ける。ランプが点火すると、ランプ電流はランプが所望の電力及び強度レベルで動作するように制御される。

【 0 0 9 6 】

U V ランプを調光するために、ハーフブリッジの周波数を増加し、共振タンク回路の利得を減少させ、よってランプ電流を減少させる。その後、ランプ電流を測定し、ハーフブリッジ動作周波数を連続的に調整することによって電流を調光基準レベルに調整するために閉ループフィードバック回路が使用される。

40

【 0 0 9 7 】

調光は手動によって又は 0 - 1 0 V D C のような低制御電圧によって制御することができる。この制御電圧は、U V ランプの強度を A O P 供給液の T O C 又は排水の T O C の変化に応答して制御するために、連続的に調光可能な U V ランプを含む化学線反応器の上流及び／又は下流の全有機炭素（T O C）モニタによって発生させることができる。

【 0 0 9 8 】

幾つかの実施の形態では、A O P システム又は反応器の異なる部分内の異なるランプを

50

個別に制御して、異なる電力レベルで動作させる及び／又は異なる強度のUV線を発生させることができる。例えば、図3に示すような反応器300内のUVランプのサブセットは第1の電力レベルで動作させるが、UVランプの異なるサブセットは異なる電力レベルで動作させることができる。反応容器300内のランプの複数のサブセットの各々は異なる電力レベルで動作させることができる。直列及び／又は並列に動作する複数の反応器を含むシステムにおいて、異なる反応器は異なる電力レベルで動作する及び／又は異なる強度のUV線を発生するUVランプを含むことができる。例えば、幾つかの実施の形態では、1つ以上の中間TOCセンサを1つ以上の上流反応器と1つ以上の下流反応器との間に配置することができる。上流反応器内の処理が処理を受けている流体（例えば水）中のTOCレベルを大きく低減し、所望のTOCレベルを有する処理水を生成するためにごく僅かなTOC破壊のみが下流反応器内でさらに必要とされる場合には、必要なUV強度のみを提供するように上流及び／又は下流反応器内のUVランプ電力レベルを減少させることができる。幾つかの実施の形態では、上流反応器内のUVランプの電力レベルは固定にし、下流反応器の電力レベルは上流反応器から出る照射された水のTOC測定値に基づいて連続的に調整可能にすることができる。同様に、中間TOCセンサが、上流反応器から出る照射された水のTOCが不所望に又は予測不能に高いことを示す場合には、下流反応器内のUVランプの電力レベルを適切なレベルに増加して上流反応器からの照射された水中のTOCの所望量を破壊することができる。

10

【0099】

図7に示す調光回路は例示を目的としているにすぎない。本明細書に開示の態様及び実施の形態は使用する調光バラストのタイプ又は使用する特定の電子回路によって制限されない。

20

【0100】

1つ以上のランプは、反応器内の1つ以上のスリーブ又はチューブ内に収容することによって1つ以上の化学線反応器内に配置することができる。チューブはランプを所定の位置に保持することができ、ランプを反応器内の水から保護することができる。チューブは、反応器内の化学線および水または水の成分によって実質的に劣化されないが放射線を透過する任意の材料から形成されてよい。チューブは円形の横面積を有するものであってよい。ある実施の形態では、チューブは円筒状で、その構成材料は石英であってよい。各チューブは、1つ以上の他のチューブと同じまたは異なる形状またはサイズであってよい。チューブは様々な構成で反応器内に配置してよく、例えば、スリーブは、反応器の全長または全幅またはその一部にわたって延在してよい。チューブは、反応器の内部体積を横切って延在してよい。

30

【0101】

市販の紫外線ランプおよび／または石英スリーブは、ニュージャージー州フェアフィールドのHanovia Specialty Lighting、ウィスコンシン州ビーバーダムのEngineered Treatment Systems, LLC、およびドイツ国ハナウのHeraeus Noblelight GmbHから入手することができる。選択された石英材料は、少なくとも部分的に、プロセスで使用される特定の波長に基づくものとし得る。石英材料は、1つ以上の波長における紫外線ランプのエネルギー要件を最小限にするように選択してよい。石英の組成は、反応器内の水への紫外光の所望のまたは適切な透過率を提供するようにおよび／または水への紫外光の所望のまたは十分なレベルの透過率を維持するように選択することができる。ある実施の形態では、透過率は、所定の期間に亘って、少なくとも約50%としてよい。例えば、透過率は、所定の期間に亘って、約80%以上として。ある実施の形態では、透過率は、約6ヶ月から約1年に亘って、約80%～90%の範囲としてよい。ある実施の形態において、透過率は、約2年までの間、約80%～90%の範囲としてよい。

40

【0102】

反応器の内容物がスリーブもしくはチューブに入り込まないように、チューブを各端で封止することができる。反応器の使用ずっとチューブが所定の位置にとどまるようにチューブを反応器内に固定してもよい。ある実施の形態では、チューブは反応器の壁部に固定

50

される。適切な機械的技術、または対象物を互いに固定するためのその他の慣用技術の使用によりチューブを壁に固定してもよい。チューブの固定に使用される材料は好適には不活性であり、反応器の動作を妨害しないもしくは水の純度に不利な影響を与えない、または汚染物を水へ解放しない材料である。

【0103】

ランプは反応器内に互いに平行になるように配置することができる。ランプは反応器内に互いに様々な角度で配置することもできる。例えば、ある実施の形態では、ランプは、約90°の角度をなす経路もしくは被覆領域を照明するために、互いにほぼ直交するまたは直角になるように配置することができる。ランプは、このようなやり方で、垂直軸線または水平軸線、またはこれらの間の任意の軸線において約90°の角度を成すように配置することができる。

10

【0104】

ある実施の形態では、反応器は、第1セットの平行なチューブおよび第2セットの平行なチューブを有するチューブの配列を反応器もしくは容器内に含むことができる。各チューブは、少なくとも1つの紫外線ランプを含んでよく、第1セットの平行なチューブのそれぞれは、第2セットの平行なチューブに対して所望の角度に配置してよい。その角度は、ある実施の形態において約90°であってよい。第1の配列および第2の配列のいずれか一方または両方のチューブは、反応器の内部体積を横切って延在してよい。第1セットおよび第2セットのチューブは反応器内のほぼ同じ高さに配置することができる。

20

【0105】

別の構成は、反応器内のそれぞれの占有領域もしくは被覆領域において均一なレベルの強度を提供するように配置されたチューブおよび／またはランプを含んでよい。別の構成は、内部に1つ以上のランプを有する等間隔に配置されたチューブを含んでもよい。

【0106】

反応器は、反応器もしくは容器内に配置された1つ以上のチューブの配列を含んでもよい。チューブの第2の配列は、第3セットの平行なチューブと、第3セットの平行なチューブに対して直交する第4セットの平行なチューブを含んでよく、各チューブは少なくとも1つの紫外線ランプを含んでよい。第4セットの平行なチューブは、第2セットの平行なチューブと第1セットの平行なチューブの少なくとも一方に対して直角にしてもよい。

30

【0107】

ある実施の形態では、反応器もしくは容器内の各配列は、反応器内の別の配列から所定の距離もしくは高さに配置してよい。一組の2つの配列間の所定の距離は、同じであっても、異なってもよい。

【0108】

UVランプの光強度は時間とともに減少し、ランプの光出力が許容レベル以下に低下したときランプを交換することが望まれるため、UVランプへの機械的アクセスは重要である。UVランプを利用するチャンバ又は反応器は、通常、ランプを給電する電気リード線へのアクセスを与えるために、シングルサイド配置又はダブルサイド配置のいずれかを有する。ランプはこれらの配置のいずれかになる。シングルサイドランプはランプ内部を貫通して戻り片側端部から出る配線を有し得る。シングルサイドチャンバは概して、チャンバの両端へのアクセスが壁のためにできない場合又はアクセスが過度に制限される場合に設置される。ダブルサイドランプは一端に入る配線と他端から出る配線を有し、チャンバはチャンバの両側にランプを設置するため及び電気リードを通すためのアクセスポートを有する。

40

【0109】

リードの向きだけが変化したほぼ同一のランプの製造コストは製造単位の数に比例する。従って、いずれの向きにも組み込める単一部品を製造する場合、それによって価額、貯蔵量、貯蔵スペース、リードタイムの問題を軽減し、品質制御を簡略化することができる。

【0110】

50

一実施の形態では、ダブルサイド電気接続部を有するUVランプをAOP反応器に使用する。ダブルサイド電気接続ランプを全ての反応器チャンバ内で使用するために、電源を紫外線ランプのいずれかの端に接続するための電気導体、例えばジャンパ、スイッチ、又はショート、をランプ又はリード自体に設置して電源及び／又はグラウンドをランプの一端又は両端に接続する。加えて又は代わりに、電源をランプに接続する電気導体はランプの外部に設置してもよい。本明細書に開示する態様及び実施の形態はランプの電気接続部の位置又はタイプに限定されない。両側電気接続UVランプの使用は反応器チャンバを特定の向きにする必要性を簡略化する。所要の電圧及びアンペア数に適する限り、任意の電気スイッチ、ジャンパ又はショートを使用することができる。このようなランプ構成によれば、片側でのみアクセスが可能な場合に、両側構成のタンク又はチャンバ又は反応器を設置することができる。リードの長さが問題となるランプ給給電用のパネル設置もこの構成によって解消される。これにより設置がより柔軟で修理がより容易な装置がもたらされる。

10

【0111】

図9Aは、本明細書に開示した様々なシステムと関連して使用し得る、低圧ダブルサイド電気接続ランプ700の1つの実施の形態を示す。幾つかの実施の形態では、ランプ700は約100℃の定格動作温度を有する低圧UVランプである。ランプ700は図に示されるようにダブルエンド構成の石英スリーブ705内に収容され、ランプ700へのアクセスが石英スリーブ705の両端で与えられる。ランプ700は電気接点710a、710b及び710cを有する。電気接点710aはランプ700の第1端面上の電極715aに電氣的に結合される。電気接点710bはランプの第2端面上の電極715bに電氣的に結合される。電気接点710cは、ランプ700の本体内部を貫通する導体720、例えばワイヤ、を介してランプの第2端面上の電極715bに電氣的に接続される。従って、接点710a及び710bに又は接点710a及び710cに電力を供給することによって電極715a、715bに電力を供給することができる。

20

【0112】

図9Bは、デュアルエンドエントリ構成のスリーブ705内に組み込まれたランプ700を示し、ランプ700への電気接続は電気接点710a及び710bとそれぞれ電気接触する電気導体725a、725bを介してなされる。図9Cはシングルエンドエントリ構成のスリーブ705内に組み込まれたランプ700を示し、スリーブ705は1つの閉端と、ランプ700へのアクセスを可能にするただ一つの端を有する。図9cではランプ700への電気接続は電気接点710a及び710bとそれぞれ電気接触する電気導体725a及び725bを介してなされる。電極715a、715b及び導体720は明瞭のため図9B及び9Cから省略されている。

30

【0113】

図9Dはシングルエンドエントリ構成のスリーブ705内に組み込まれたランプ700の代替実施の形態を示す。この実施の形態では、電気接点710aへの電気導体725aの電気接触が第1の端部でなされる。電気接点710bへの電気導体725bの電気接触が、スリーブ705内でランプ700の本体の外部に配置された導体730、例えばワイヤ又はレール、によって第1の端部でなされる。図9Dの実施の形態は約700℃～約900℃の温度で動作する中圧UVランプに適切であるが、図9Aに示す内部導体は所望の信頼度を提供しない可能性がある。

40

【0114】

図3は、システム100またはシステム200またはその両方で使用し得る反応器容器300の断面図を示す。反応器容器300は、通常、入口310と、出口320と、反応器容器300を上部チャンバ325と下部チャンバ330とに分割するバッフル315とを備える。反応器容器300は、入口310を通じて導入された水を容器全体に分配するように構成することができるマニホールド305を備えてもよい。ある実施の形態では、マニホールド305は、水を容器全体に均等に分配するように構成することができる。例えば、マニホールド305は、反応器が栓流反応器として動作するように、水を容器全体に均等

50

に分配するように構成することができる。

【0115】

幾つかの実施の形態では、反応器容器は、反応器容器を3つ以上のチャンバに分割するように、2つ以上のパッフル315を備えてもよい。パッフル315は、反応器に混合もしくは乱流を提供するために用いてもよい。ある実施の形態では、図3に示したように、反応器入口310は下部チャンバ330と流体連通しており、反応器出口320は上部チャンバ325と流体連通している。

【0116】

幾つかの実施の形態では、反応器120内に少なくとも3つの反応器チャンバが直列に配置され、各反応器チャンバは、所望のもしくは様々な電力レベルで、約185nm～約254nmの範囲の、約220nm、及び/又は254nmの光によってそれぞれのチャンバ内の水を照射するように配置された少なくとも1つの紫外線(UV)ランプを有する。

10

【0117】

反応器容器は、チューブ、例えばチューブ335a～335cおよび340a～340c内に設置された複数の紫外線ランプを備えることもできる。発明の1つの実施の形態では、図3に示したように、反応器容器300は、第1セットの平行なチューブ(チューブ335a～335c)と、第2セットの平行なチューブ(図示せず)とを有する。第1セットの平行なチューブの各セットは、第2セットに対してほぼ直交し、第1の配列345を形成する。チューブ335a～335cと、第2セットの平行なチューブとは、互いに反応器容器300内のほぼ同じ高さに配置される。

20

【0118】

さらに、反応器容器は、第3セットの平行なチューブおよび第4セットの平行なチューブを備えることができる。第1セットの平行なチューブの各セットは、第2セットに対してほぼ直交し、例えば第2の配列350を形成する。例示的に示したように、チューブ340a～340cと、第2セットの平行なチューブとは、互いに反応器容器300内のほぼ同じ高さに配置される。図3に示したように、第1の配列345は、第2の配列350から所定の距離に位置させることができる。加えて、容器300は、第3の配列355および第4の配列360を備えることができ、各配列は、選択的に、第1の配列340および第2の配列345と同様の構成を有する。

30

【0119】

別の実施の形態では、第1のチューブ335bを第2のチューブ340bに対して直角に配置して第1の配列を形成してよい。加えて、一組のチューブ、チューブ365aおよびチューブ365bを、他の一組のチューブ、チューブ370aおよびチューブ370bに対して直角に配置して第2の配列を形成してよい。ランプ414、420、422および424を含む第2の配列のランプの位置が図4Aに示されている。第1の配列のランプ426および428と第2の配列のランプ414、420、422および424とを含む、第1の配列および第2の配列におけるランプの位置が図4Bに示されている。

【0120】

ランプは、寸法、強度、およびランプに供給される電力などのランプの様々な特性に応じて、光パターンを発生し得る。ランプによって発生される光パターンは、ランプが光を放射する空間の全体積である。ある実施の形態では、光パターンもしくは照明体積は、ランプが化学線を照射または供給し、1つ以上の遊離基種への前駆物質化合物の分割もしくは変換を可能にする空間の面積または体積として定義される。

40

【0121】

反応器400の典型的な断面図を示す図4Aおよび図4Bに示したように、第1セットのチューブ410a～410cは互いに平行に配置されており、第2セットのチューブ412a～412cは互いに平行に配置されている。図示したように、第1セットのチューブ410a～410cは、第2セットのチューブ412a～412cに対して直角に配置される。ランプ414などのランプは、チューブ410a～410cおよび412a～4

50

1 2 c 内に分散されており、点灯時に光パターン 4 1 6 を発生し得る。

【0 1 2 2】

1 つ以上の紫外線ランプ、もしくは一組のランプは、照明ベクトルに平行の化学線を投射することを特徴とし得る。照明ベクトルは、1 つ以上のランプが化学線を放射する方向として定義することができる。典型的な実施の形態では、図 4 A に示したように、ランプ 4 2 0 および 4 2 2 を含む第 1 セットのランプは、照明ベクトル 4 1 8 に平行な化学線を投射するように配置される。

【0 1 2 3】

各々が第 1 の照明ベクトルに平行な化学線を投射するように配置された第 1 セットの紫外線ランプを励起することができる。各々が第 2 の照明ベクトルに平行な化学線を投射するように配置された第 2 セットの紫外線ランプも励起することができる。照明の方向と、第 1 のセットの紫外線ランプおよび第 2 のセットの紫外線ランプの少なくとも一つの強度とのうちの少なくとも一つを調整することができる。各セットの紫外線ランプは、1 つ以上の紫外線ランプを含むことができる。

【0 1 2 4】

使用されるまたは励起されるランプの数および使用されるランプの配置は、システムの特定の動作条件または要求に基づいて選択することができる。例えば、特定のプロセスのために使用されるランプの数は、システムの特性または測定されたまたは計算されたパラメータに基づいて選択および制御することができる。例えば、流入水または処理水の測定パラメータは、T O C 濃度、温度および流量のうちのいずれ 1 つ以上を含むことができる。励起ランプ数もシステムに加えられる過硫酸塩の濃度または量に基づいて選択および制御することができる。例えば、被処理水の流量が、特定のしきい値、例えば 1 3 0 0 g p m の公称または設計流量以下である場合に、特定の配置の 1 2 個のランプを使用することができるのに対し、被処理水の流量がしきい値を超える場合には、より多くのランプを使用することができる。例えば、流量が 1 3 0 0 g p m から選択されたより高いしきい値に増加する場合に、追加のランプを励起することができる。例えば、被処理水の流量が 1 9 0 0 g p m に達した場合に、2 4 個のランプを使用してよい。従って、水の流量によって、各反応器内のどのランプおよび／またはいくつのランプを励起するかを部分的に決定することができる。

【0 1 2 5】

ある実施の形態では、紫外線ランプを 1 つ以上の照明強度レベルで動作させることができる。例えば、使用される 1 つ以上のランプは、減光モード、定格モードおよび増強モードのような複数の照明モード、例えば低モード、中モードまたは高モードで動作するように調整することができる。1 つ以上のランプの照明強度は、システムの特性または測定されたまたは計算されたパラメータ、例えば T O C 濃度、温度および流量などの、流入水または処理水の測定パラメータに基づいて調整および制御することができる。1 つ以上のランプの照明強度は、システムに加えられる過硫酸塩の濃度または量に基づいて調整および制御することもできる。例えば、1 つ以上のランプは、第 1 の T O C 濃度のようなシステムの測定パラメータの所定のしきい値まで、減光モードで使用することができる。測定されたまたは計算された T O C 濃度が、しきい値より高い第 2 の T O C 濃度に達するか、それよりも高くなるとき、1 つ以上のランプを定格モードに調整することができる。測定されたまたは計算された T O C 濃度が第 2 のしきい値に達するか、それよりも高くなるとき、1 つ以上のランプをさらに増強モードに調整することができる。

【0 1 2 6】

ランプおよび照明強度を、同じまたは異なる測定パラメータおよび値を調整のためのしきい値として用いて、一緒にまたは別々に制御してもよい。

【0 1 2 7】

ある実施の形態では、反応器は、第 1 のランプ配置および第 1 のランプ強度を示す第 1 のモードで動作することができる。反応器は、システムの 1 つ以上のパラメータの特定の範囲にわたって、またはそのパラメータの選択された又は所望の値まで、第 1 のモードで

動作することができる。例えば、反応器は、T O C 濃度、過硫酸塩の添加量および／または添加率、流入水の流量もしくは反応器を通過する水の流量のうちの1つ以上の特定の範囲にわたって、またはその量の第1のしきい値のような選択されたまたは所望の値まで、第1のモードで動作することができる。前記パラメータのうちの1つ以上の選択されたまたは所望の値、又は第1のしきい値以上では、反応器は、第2のランプ配置および第2のランプ強度のうちの少なくとも1つを示す第2のモードで動作することができる。反応器はシステムの1つ以上のパラメータの特定の範囲亘って、又はそのパラメータの第2の閾値のような選択された又は所望の値まで、第2のモードで動作することができる。第2のしきい値以上では、反応器は、第3のランプ配置および第3のランプ強度のうちの少なくとも1つを示す第3のモードで動作することができる。

10

【0128】

システムは、1つ以上の選択されたまたは所望のしきい値に基づいて、第3のモードから第2のモードへの、または第2のモードから第1のモードへの調整を可能にするように動作することができる。システムは、1つ以上のしきい値レベルが選択されるかシステムに入力されるように動作することができ、システムは、1つ以上の動作モードで動作することができる。

【0129】

幾つかの特定の実施の形態では、例えば、第1のモードは、システムの設計流量容量の30%未満で、または流入水の目標T O C 濃度の30%未満で、または反応器に加えることができる過硫酸塩の最大添加量もしくは添加率の30%未満で動作するシステムを示してよい。第2のモードは、システムの設計流量容量の30%～100%で、または流入水の目標T O C 濃度の30%～100%で、または反応器に加えることができる過硫酸塩の最大添加量もしくは添加率の30%～100%で動作するシステムを示してよい。第3のモードは、システムの設計流量容量の100%超で、または流入水の目標T O C 濃度の100%超で、または反応器に加えることができる過硫酸塩の最大添加量または添加率の100%超で動作するシステムを示してよい。

20

【0130】

T O C 測定は、システム、例えばシステム100またはシステム200を通る水の流路に沿った1つ以上の箇所において行うことができる。T O C 測定は、化学線反応器にまたは水流に前駆物質化合物を加える前に行うことができる。ある実施の形態において、T O C 測定は、水サンプルからT O C 測定を妨げる恐れがあるイオン化合物を除去するために混床イオン交換塔に通して処理された水試料に対して行われる。混床イオン交換塔はアニオン樹脂およびカチオン樹脂を含み、水から樹脂へのイオン種の移転を可能にし、それによって水からこれらの種の少なくとも一部を除去することができる。水からイオン種を除去することにより、T O C 測定をより正確に行うことができる。特定の例において、混床イオン交換塔は、逆浸透ユニットの下流でかつ化学線反応器の上流に配置されてよい。混床イオン交換塔は、ペンシルベニア州ウォーレンデルのSiemens Water Technologies Corp. から市販されているUSFTM NANO樹脂を利用してよい。

30

【0131】

T O C 測定は、化学線主反応器218の下流または化学線副反応器221の下流において行うこともできる。

40

【0132】

幾つかの態様では、被処理水または処理中の水に含まれる化合物の測定を行うことができる。これは、水の特性を測定することを含んでよい。測定は、水中の第1の種を目標種に変換すること、または水の特性を変化させ、水の特性を再測定することを含んでよい。ある例では、目標種は硫酸イオンとし得る。化合物の測定は、例えば1 ppmのレベルまで行うことができる。幾つかの例において、化合物の測定は、例えば100 ppb未満、1 ppb未満または0.5 ppb未満のレベルまで行うことができる。

【0133】

ある実施の形態では、水中の化合物の測定は、水または液体流の第1の導電率を測定す

50

ること、水または液体流の少なくとも一部を照射すること、照射後の水または液体流の第2の導電率を測定すること、および第1の導電率測定および第2の導電率測定に少なくとも部分的に基づいて化合物の濃度を計算することを含むことができる。測定される化合物は過硫酸塩であってよい。水または液体流を照射することは、過硫酸塩を含む化合物の少なくとも一部を硫酸イオンに変換することを含んでよい。測定される化合物は、二酸化硫黄などの還元剤であってよい。水または液体流を照射することは、二酸化硫黄を含む化合物の少なくとも一部を硫酸イオンに変換することを含んでよい。水中の化合物の測定は、例えばシステム100またはシステム200において、処理中の水流に行うことができ、またシステム100またはシステム200において処理中の水の副流に行うことができる。

10

【0134】

図2に示したように、センサ207を使用し、水または液体流中の化合物の量を、例えば濃度または導電率測定によって測定することができる。幾つかの実施の形態では、容器220の出力水流の第1の導電率を測定することができる。この水流を紫外光によって照射し、水流の第2の導電率を測定することができる。第1の導電率測定と第2の導電率測定とを比較することにより、水流における過硫酸塩の濃度または量を決定することができる。幾つかの実施の形態において、紫外光を利用する代わりに触媒を使用してもよい。

【0135】

同様に、センサ208を使用し、水または液体流中の還元剤の量を測定することができる。還元剤源224からの還元剤の添加箇所230より下流の水流の第1の導電率を、センサ208を使用して測定することができる。この水流を紫外光で照射し、その後水流の第2の導電率を特定することができる。第1の導電率測定と第2の導電率測定とを比較することによって、水流中の還元剤の濃度もしくは量を決定することができる。ある実施の形態では、紫外光を使用する代わりに触媒を使用してもよい。

20

【0136】

センサ207およびセンサ208を利用する1つの実施の形態が図5に示されている。化学線主反応器または副放射反応器からの出力であってよい水流520は、センサ507によって測定することができる。センサ507は、水流520の第1の導電率を測定することができる。次いで、この水流を紫外光によって照射し、水流520の第2の導電率を測定することができる。コントローラ532を使用し、第1の導電率測定と第2の導電率測定とを比較することによって水流中の過硫酸塩の濃度または量を決定することができる。

30

【0137】

同様に、センサ508を使用して、水または液体流526中の二酸化硫黄などの還元剤の量を測定することができる。還元剤の添加箇所530の下流の水流526の第1の導電率を、センサ508を使用して測定することができる。センサは紫外光で水流526を照射し、その後水流526の第2の導電率を測定することができる。コントローラ532を使用し、第1の導電率測定と第2の導電率測定とを比較することによって、水流中の還元剤の濃度または量を決定することができる。

40

【0138】

水流520中の過硫酸塩の計算された濃度もしくは量および水流526中の還元剤の計算された濃度もしくは量の少なくとも一つは、水流522に加えられる還元剤の添加率または量を制御するためにコントローラ532によって利用することができる。発明の1つの実施の形態において、センサ507を使用して測定された過硫酸塩の計算された濃度に基づいて最小限の還元剤を提供するために、還元剤の添加率または量が制御される。センサ508を使用して測定された還元剤の計算された濃度に基づいて最小限の還元剤を提供するために、還元剤の添加率または量を制御することもできる。

【0139】

ある実施の形態において、例えば水流222または522中の過硫酸塩 (S_2O_8) 濃度は、以下の式に基づいて計算することができる：

50

$$S_2O_8 \text{ (ppb)} = [\text{導電率セル 2 (}\mu\text{S)} - \text{導電率セル 1 (}\mu\text{S)}] \times \gamma$$

ここで、 γ は、例えば硫酸塩の導電率および過硫酸塩の導電率に基づいて決定される定数である。

【0140】

図5は、センサ507および508の各々が2つの導電率セルを備えることを示すが、センサ507および508の各々は、水試料の第1の導電率を測定し、水試料を照射し、かつ水試料の第2の導電率を測定する1つの導電率セルを備えることも想定される。過硫酸塩濃度を決定するために上記の式を使用することができ、この式において、「導電率セル2」は、水の第2の測定導電率を表し、「導電率セル1」は、水の第1の測定導電率を表す。

10

【0141】

ある実施の形態において、化学線反応器から出る照射された水中の残留過硫酸塩を目標レベルに還元もしくは中和することが望ましい。これは、化学線主反応器より下流に付加的な紫外線ランプまたは化学線ランプを含めることによって達成することができ、これは、残留過硫酸塩を還元し、TOCを低減するのに役立ち得る。例えば、図2は、残留過硫酸塩を還元し、水中のTOCを低減するのに役立つ追加の化学線副反応器220を含んでいる。

【0142】

触媒または還元剤を利用するなどの技術は、水流中の残留過硫酸塩を還元または中和するために使用することができる。還元剤は、重亜硫酸塩および二酸化硫黄を含んでよい。還元剤は、過硫酸塩および還元剤の測定値、またはシステムのその他の特徴または特性に基づいて水流に添加することができる。添加率はプロセス中にシステム変化の要求に応じて調整することができる。

20

【0143】

システム100および200は、さらに、1つ以上の制御システムまたはコントローラ105および232を備えることができる。制御システム105および232は、通常、処理システム100および200のプロセスの流れ、構成要素またはサブシステムのうちの少なくとも1つの、少なくとも1つの特性、特徴、状態または条件を示すまたは表す信号を供給するように構成および配置された1つ以上のセンサまたは入力装置に接続される。例えば、制御システム105は、供給源110およびセンサ106、107および108のうちのいずれか1つ以上からの入力信号を受け取るように動作可能に結合することができる。制御システム232は、供給源210およびセンサ206、207、208および209のうちのいずれか1つ以上からの入力信号を受け取るように動作可能に結合することができる。入力信号は、供給源110からの水またはシステム内の水流のあらゆる示強性またはあらゆる示量性を表すことができる。例えば、入力信号は、図1のイオン交換塔140Lおよびイオン交換塔140Pからの処理された超純水のあらゆる示強性またはあらゆる示量性を表すことができる。入力信号は、逆浸透ユニット212からの、化学線副反応器220からの、または還元剤の添加箇所230の後の、処理された超純水のあらゆる示強性またはあらゆる示量性も表し得る。例えば、供給源110または供給源210からの1つ以上の入力信号は、流入水または補給水の、抵抗率または導電率、流量、TOC値、温度、圧力、金属の濃度、細菌のレベルまたは量、溶存酸素含有量および／または溶存窒素含有量の指示を提供することができる。入力装置またはセンサ106、107および108、ならびに206、207、208および209は同様に、システム100またはシステム200を通る少なくとも部分的に処理された水のこれらの指示のいずれか1つ以上を提供してよい。特に、これらのセンサのうちのいずれか1つは、少なくとも部分的に処理された水または超純水中の温度、導電率、または特定の化合物または種の濃度の指示を提供してよい。センサ106、107および108ならびに206、207、208および209のみが特に示されているが、システム100および200において追加のセンサ、例えば1つ以上の温度センサ、導電率センサまたは抵抗率センサなどを利用してよい。

30

40

50

【0144】

制御システム105および232は、任意の1つ以上の入力信号を受け取り、処理システム100および200の任意の1つ以上の単位操作部またはサブシステムへの1つ以上の駆動信号、出力信号および制御信号を生成するように構成することができる。例示したように、制御システム105および232は、例えば、供給源110および／または210からのまたはシステムの別の位置からの水の流量、TOCレベル、またはそれら両方の指示を受け取ることができる。次いで、制御システム105および232は、必要であれば、反応器120または反応器218に進入する水流に導入される前駆物質化合物の添加率を調整するために、駆動信号を発生し、この駆動信号を前駆物質化合物の供給源122または供給源216に送信することができる。1つの実施の形態では、制御システム232は、例えば、センサ207およびセンサ208からの水中の特定の化合物もしくは種の濃度の指示を受け取ることができる。次いで、制御システム232は、必要であれば、添加箇所230において水流に導入される還元剤の添加率を調整するために、駆動信号を発生し、この駆動信号を還元剤の供給源224に送信することができる。駆動信号は、通常、1つ以上の入力信号と目標または所定の値または設定値とに基づく。例えば、供給源110または供給源210からの流入水のTOC値の指示を提供する入力信号が、目標TOCまたは許容TOC値の範囲、すなわち公差範囲を超える場合、駆動信号を生成して供給源122または供給源216からの前駆物質化合物の添加量または添加率を増大することができる。特定の目標値は、通常は、現場選択され、据え付けごとに異なる可能性があり、下流の使用箇所要求に依存し得る。この構成は、汚染物を積極的に除去することによって望ましくない特性の水の提供を独創的に回避するとともに、システムの滞留時間または遅れ応答時間を補償することも回避し、これはシステムを貫流する水および／または分析の所要時間の結果であり得る。

10

20

【0145】

幾つかの実施の形態では、制御システム105および232は、例えば、流量、TOC濃度またはレベル、および／または過硫酸塩の添加量または添加率の指示を受け取り、駆動信号を発生し、この駆動信号を反応器120または反応器218または220に、またはもっと正確に言えば、反応器のランプに送信し、動作中の1つ以上のランプのうちの少なくとも1つおよびランプの強度を調整または変更することができる。駆動信号は、1つ以上の入力信号と目標または所定値または設定値、またはしきい値と基づいてよい。例えば、供給源110または供給源210からの流入水のTOC値の指示する入力信号が、目標TOC値またはしきい値、または許容可能なTOC値の範囲、すなわち公差範囲を超える場合に、駆動信号を発生し、ランプ構成およびランプ強度のうちの少なくとも1つを調整して反応器の動作モードを調整してもよい。

30

【0146】

制御システム105および232は、さらに、追加の制御信号を発生し、この制御信号を、例えば、反応器120、218または220内の少なくとも1つの放射源によって放射される出力放射の強度またはパワーを励起または調整するために送信してよい。従って、この制御信号は、前駆物質化合物の添加量または添加率、または反応器に流入する水流中のTOCのレベルに応じて、適切に、増分的にまたは比例的に増減し得る。この特徴は、1つ以上の放射源の寿命を延長し、エネルギー消費を低減するのに役立つ。

40

【0147】

制御システム105および232は、フィードバック配置に構成し、1つ以上の制御信号を生成し、この制御信号を、前駆物質化合物源122および213、および反応器120、218、および220、および還元剤源224のいずれか1つまたは両方に送信することができる。例えば、分配システム103における超純水製品の、またはセンサ107および108からの、TOC値または抵抗率またはそれら両方を、供給源122および反応器120のいずれかへの制御信号を生成するために利用してもよい。

【0148】

高い初期TOC変動の期間中、機器遅延を補償するためにフィードフォワード制御を利

50

用することができる。このフィードフォワードアプローチは概して、汚染物の量に対して余分の前駆物質化合物を注入する。安定なT O Cレベルの期間中、フィードバックアプローチをフィードフォワード制御と共にまたはフィードフォワード制御なしで利用してもよい。

【0149】

制御システム105は、さらに、例えばセンサ107または108、またはそれら両方からの入力信号に基づいて冷却器130における熱伝達の大きさを調整する制御信号を生成し、送信してよい。制御信号は、所望のまたは所定の温度で分配システム103に処理水を提供するために、冷却器130に導入される冷却水の流量および／または温度を増減してよい。

10

【0150】

制御システム105は、さらに、ポンプ166を励起する制御信号又はポンプを通る少なくとも部分的に処理された水の流量を調整する制御信号を生成し送信することができる。ポンプが可変周波数ドライブを利用している場合、目標流量値を達成するようにポンプモータの動作レベルを適切に調整する制御信号を発生させることができる。これに代えて、操作信号によってポンプ166からの少なくとも部分的に処理された水の流量を調整する弁を操作してもよい。

【0151】

制御システム105および232は、図6に概略的に示された1つ以上のプロセッサを用いて実装してもよい。制御システム105は、例えば汎用コンピュータ、例えばインテルPENTIUM（登録商標）タイププロセッサ、モトローラPowerPC（登録商標）プロセッサ、サンウルトラSPARC（登録商標）プロセッサ、ヒューレットパッカードPA-RISC（登録商標）プロセッサ、または任意の他のタイプのプロセッサまたはそれらの組合せなのである。これに代えて、制御システムは、特別にプログラムされた専用ハードウェア、例えば、特定用途向け集積回路（ASIC）または分析システム向けコントローラを含んでもよい。

20

【0152】

制御システム105および232は、通常1つ以上のメモリデバイス650に接続された1つ以上のプロセッサ605を含むことができ、メモリデバイス650は、例えば、ディスクドライブメモリ、フラッシュメモリデバイス、RAMメモリデバイス、または他のデータ記憶デバイスのいずれか1つ以上を含むことができる。メモリデバイス650は、通常、システム100および200および／または制御システム105および232の動作中にプログラムおよびデータを記憶するために使用される。例えば、メモリデバイス650は、ある期間にわたるパラメータに関する履歴データ、およびオペレーティングデータを記憶するために使用され得る。実施の形態を実行するプログラミングコードを含むソフトウェアは、コンピュータ読取可能および／または書込可能な不揮発性記録媒体に記憶することができ、次いで、通常、メモリデバイス650にコピーされ、このメモリデバイスにおいてプロセッサ605によって実行することができる。このようなプログラミングコードは、複数のプログラミング言語、例えばJava（登録商標）、Visual Basic、C、C#、またはC++、Fortran、Pascal、Eiffel、Basic、COBAL、またはそれらの様々な組合せのいずれかで書かれていてよい。

30

40

【0153】

制御システム105および232の構成要素は相互接続機構610によって接続され、この相互接続機構は、例えば同じデバイス内に集積された構成要素の間の1つ以上のバス、および／または例えば別々の個別デバイス上に存在する構成要素の間のネットワークを含んでよい。この相互接続機構は、通常、システムの構成要素の間で通信、例えばデータ、命令の交換を可能にする。

【0154】

制御システム105および232は、例えばキーボード、マウス、トラックボール、マイクロフォン、タッチスクリーンからの1つ以上の入力信号 $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ を受け取る

50

1つ以上の入力デバイス620、および例えば印刷デバイス、ディスプレイスクリーンまたはスピーカへ1つ以上の出力、駆動または制御信号 $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$ を生成および送信する1つ以上の出力デバイス630も含むことができる。加えて、制御システム105および232は、1つ以上のインタフェース660を含んでよく、このインタフェース660は、制御システム105または232を、システムの構成要素の1つ以上によって形成されるネットワークに加えてまたはその代わりに、通信ネットワーク（図示せず）に接続することができる。

【0155】

1つ以上の実施の形態によれば、1つ以上の入力デバイス620は、一般にシステム100および200の1つ以上の構成要素またはプロセスの流れの1つ以上の条件、パラメータまたは特性の測定、指示または表示を提供する、弁、ポンプおよびセンサ106, 107および108ならびに206, 207, 208および209などの構成要素を含んでよいが、これらに限定されない。これに代えて、センサ、調量弁および／またはポンプ、またはこれらの構成要素のすべては、制御システム105および232に動作可能に結合された通信ネットワークに接続してよい。例えば、センサ106, 107および108ならびに206, 207, 208および209は、制御システム105および232に直接に接続された入力装置として構成してよく、サブシステム122および124の調量弁および／またはポンプは、制御システム105に接続された出力装置として構成してよく、上記のいずれか1つ以上をコンピュータシステムまたは自動システムに接続して通信網を介して制御システム105および232と通信するようにしてもよい。このような構成は、1つのセンサを別のセンサから大きく離れた位置に、又は任意のセンサを任意のサブシステム及び／又はコントローラから大きく離れた位置に、それらの間のデータのやり取りを維持しながら、配置することを可能にする。

【0156】

制御システム105および232は、コンピュータ読取可能および／または書込可能な不揮発性記録媒体などの1つ以上の記憶媒体を含むことができ、この記憶媒体に、例えば1つ以上のプロセッサ605によって実行されるプログラムまたはその一部分を規定する信号を記憶することができる。1つ以上の記憶媒体は、例えば、ディスクドライブまたはフラッシュメモリであっても、それらを含んでもよい。典型的な操作において、プロセッサ605は、1つ以上の実施の形態を実行するコードなどのデータを、1つ以上の記憶媒体から、例えばメモリデバイス640に読み込ませることができ、このメモリデバイス640は、1つ以上の媒体よりも、1つ以上のプロセッサによる情報へのより高速のアクセスを可能にする。メモリデバイス640は、通常、ダイナミックランダムアクセスメモリ（DRAM）またはスタティックメモリ（SRAM）またはプロセッサ605との情報転送を促進する他の適切なデバイスなどの揮発性ランダムアクセスメモリである。

【0157】

制御システム105および232は、様々な態様を実施し得る一種のコンピュータシステムを例として示されているが、本明細書に開示した態様及び実施の形態は、ソフトウェアで実施されるもの、または例示的に示されたコンピュータシステムで実施されるものに限定されないことを理解すべきである。実際、制御システム、またはその構成要素またはサブシステムは、例えば汎用コンピュータシステムで実施されずに、専用のシステムまたはプログラマブルロジックコントローラ（PLC）として、または分散制御系により実施されてもよい。さらに、1つ以上の特徴または態様は、ソフトウェア、ハードウェアまたはファームウェア、またはそれらのあらゆる組合せで実施されてもよいことを理解すべきである。例えば、プロセッサ605で実行可能なアルゴリズムの1つ以上のセグメントは別々のコンピュータで実行することができ、それらのコンピュータの各々は1つ以上のネットワークを介して通信することができる。

【0158】

システム100は、さらに、濾過装置172および174の膜の表面に保持されたあらゆる残留物、粒子またはその他の物質を浄化および／または除去するためのサブシステム

10

20

30

40

50

176を含んでもよい。サブシステム176は、装置172および174の膜の温度サイクルを可能にする1つ以上の熱交換器およびポンプを含んでよい。温度サイクルは、制御システム105によって装置172および174のいずれかに高温水および低温水を交互に提供することで制御することができ、それによって装置の構成要素の膨張および収縮を生ぜしめ、あらゆる保持された物質の除去を促進することができる。例示されていないが、サブシステム176はシステム100の任意の単位操作部にも接続して、これらの単位操作部のクリーニングおよび高温水浄化を促進することもできる。

【0159】

ここまで幾つかの実施の形態を説明してきたが、以上の説明は単なる例示であって、限定ではなく、例としてのみ示されていることは当業者に明白であるべきである。多くの変更および他の実施の形態が当業者に明らかであり、本発明の範囲に含まれると考えられる。特に、本明細書に開示された実施の形態の多くは、方法の操作およびシステムの要素の特定の組合せを含むが、それらの操作およびそれらの要素は、同じ目的を達成するために他の方法で組み合わせてもよいことを理解すべきである。

【0160】

当業者は、本明細書に記載されたパラメータおよび構成は例示的であり、実際のパラメータおよび／または構成は上記のシステムおよび技術が使用される特定の用途に依存することを理解すべきである。当業者は、日常的な実験の域内で特定の実施の形態の均等物を認識または確認することもできる。したがって、本明細書に記載した実施の形態は、ほんの一例として提示され、添付の請求の範囲およびその均等物の範囲ないにおいて、本明細書に開示した態様及び実施の形態は、具体的に記載された以外の形態に実施することができることは理解されるであろう。

【0161】

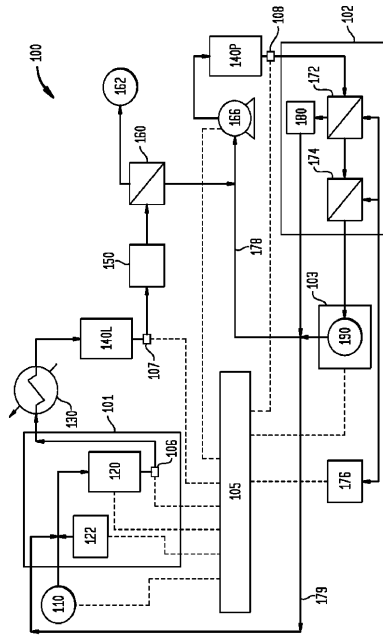
さらに、発明は、本明細書に開示された態様及び実施の形態は本明細書に記載された各特徴、システム、サブシステムまたは技術に、および本明細書に記載された2つ以上の特徴、システム、サブシステムまたは技術の任意の組合せに向けられており、2つ以上の特徴、システム、サブシステムおよび／または方法の任意の組合せは、このような特徴、システム、サブシステムおよび技術が相互に矛盾しなければ、請求の範囲に記載された発明の範囲に含まれると考えられることも認識されるべきである。さらに、1つの実施の形態のみと関連して説明された操作、要素および特徴は、他の実施の形態において同様の役割をなすことから排除されることは意図されていない。

【0162】

ここで使用される場合、「複数」とは、2つ以上のアイテムもしくは構成要素をいう。「含む」、「備える」、「有する」などの用語は、詳細な説明に記載されているか、請求の範囲に記載されているかに拘わらず、オープンエンド用語であり、「～を含むが、それに限定されない」という意味である。つまり、このような用語の使用は、以後に列挙されたアイテムおよびその均等物、ならびに付加的なアイテムも含むことを意味する。「から成る」および「から実質的に成る」という移行語句のみが、請求の範囲に関して、それぞれ、クローズ又はセミクローズ語句である。請求項において請求項要素を修飾する「第1」、「第2」、「第3」などの順序用語は、それ自体、別の請求項要素に対する1つの請求項要素の優先度、優先順位または順序、または方法の操作が実行される一時的な順序を意味するものではなく、請求項要素を区別するために、単に、ある名称を持つ1つの請求項要素を同じ名称(順序番号を除けば)を持つ別の要素と区別するためのラベルとして使用されている。

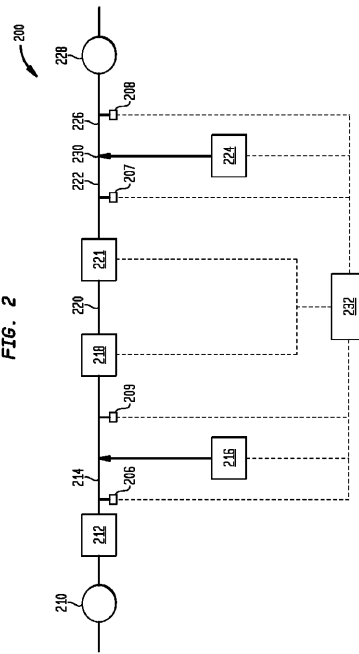
【図 1】

FIG. 1



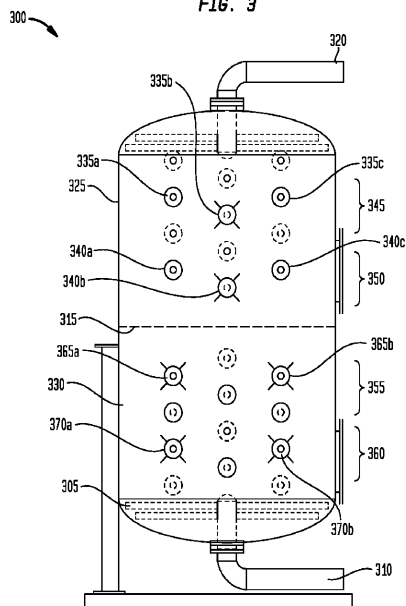
【図 2】

FIG. 2

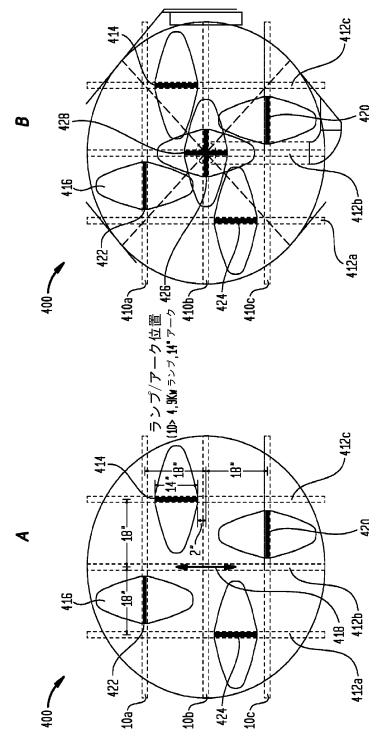


【図 3】

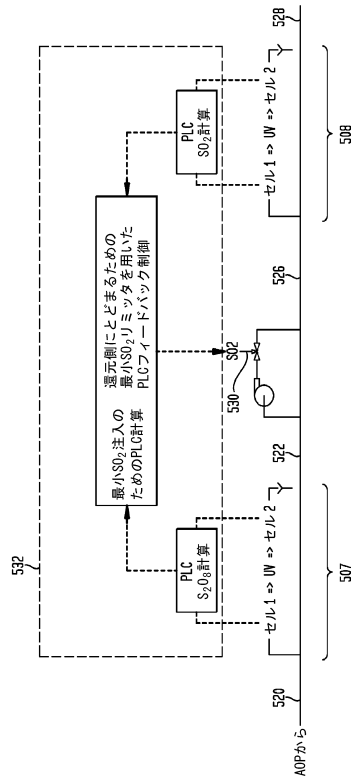
FIG. 3



【図 4】



【図 5】



【図 6】

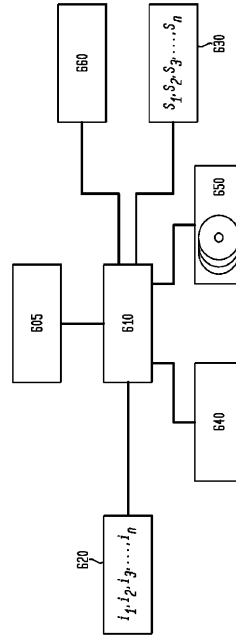
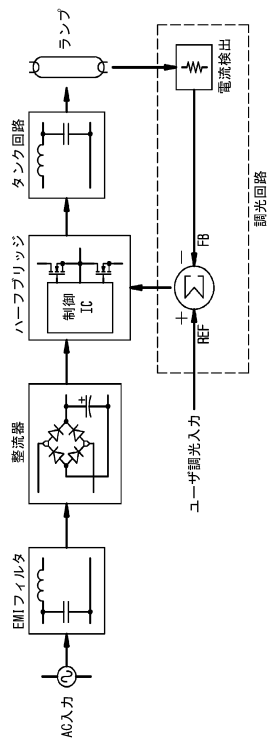
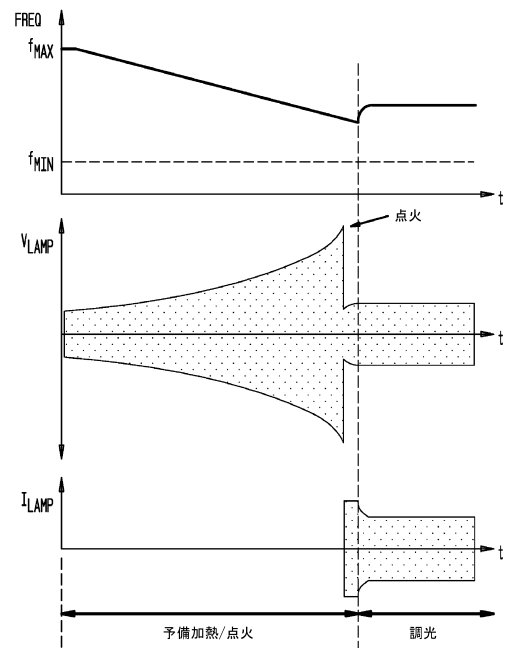


FIG. 6

【图 7】

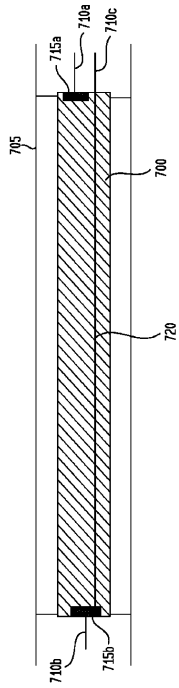


【図 8】



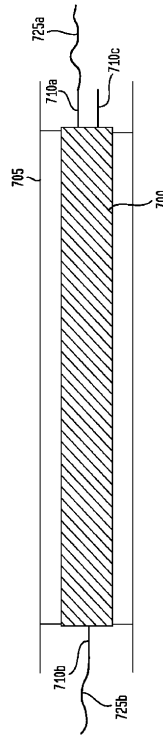
【図 9 A】

FIG. 9A



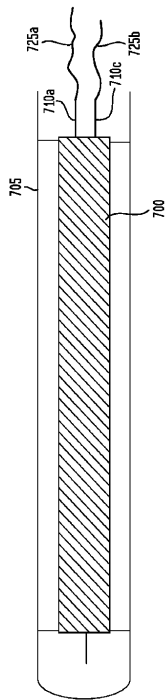
【図 9 B】

FIG. 9B



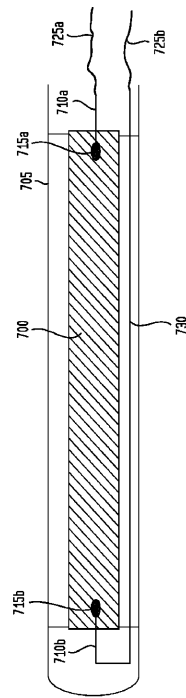
【図 9 C】

FIG. 9C



【図 9 D】

FIG. 9D



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
C 0 2 F	1/44	(2006.01)	C 0 2 F	1/44	J
C 0 2 F	1/20	(2006.01)	C 0 2 F	1/20	A
C 0 2 F	1/42	(2006.01)	C 0 2 F	1/42	A
C 0 2 F	1/46	(2006.01)	C 0 2 F	1/46	

(72)発明者 ブルース リー クールター
アメリカ合衆国 イリノイ州 6 1 1 0 3 ロックフォード ハフマン ブールバード 1 8 1 5
(72)発明者 クリストファー ホール
アメリカ合衆国 コロラド州 8 0 9 2 1 コロラド スプリングズ バミューダ デューンズ
ウェイ 1 4 4 3 0

審査官 富永 正史

(56)参考文献 特表2014-508033 (JP, A)
特開2002-263643 (JP, A)
特開平06-198279 (JP, A)
特開2012-038620 (JP, A)
米国特許出願公開第2005/0258763 (US, A1)
米国特許第06997578 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C 0 2 F 1/00- 9/14
B 0 1 D 61/00-71/82