

## 3. 超純水供給・高機能薬液洗浄システム

### 3.1 はじめに

超純水とは、多くの不純物を含む水からその不純物一つ一つ取り除く操作を施した結果得られる極めて人工的な水です。その限りなく純粋な水を超純水と称しています。

水が多くの物質を分散、浮遊させ、また溶解させる力は驚異的なものであり、水から不純物を取り除くことは容易ではありません。このため、超純水を製造し安定供給するには、クリーンな単位操作技術、材料技術、システム化技術、メンテナンス技術およびそれを支える高度分析技術といった総合力が必要になります。近年、半導体や液晶をはじめ、各種電子部品の洗浄用超純水は、電子技術の進歩とともに今では超々純水と呼ばれるほど高い純度が要求されるようになりました。

では、超純水とは具体的にどのようなものなのでしょうか？「高度に精製された超純水は、たとえば言えば50mプールいっぱいの水に、耳かき一杯ほどの物質が混ざっているようなものです。」

ちなみに私たちが毎日飲んでいる水道水は、同じプールに200kg(ドラム缶数本分)もの物質が入った状態と考えられますから、その純度の高さはけた違いです。あらゆる不純物を取り除き、限りなくH<sub>2</sub>Oに近づけた水。それが超純水なのです。

ここでは、UCFに設置された超純水供給システムについて、求められる要件とシステムの特徴及び要素技術について説明します。

### 3.2 超純水供給システムに求められる要件

超純水供給システムには、下記のような要件が求められています。

- 不純物を極限まで低減した水質が得られること
- 装置・供給系構成材料からの不純物溶出、バクテリアの発生がないこと
- 連続かつ安定した超純水供給が可能なこと
- 省エネ・節水・省資源・省廃棄物であること
- 酸アルカリ等の再生薬品を使用しない=要処理排水を排出しない、環境を考慮したシステムであること
- 装置メンテナンスが簡便なこと

本UCFでは、最先端の要素技術を導入し、現状で可能な最高レベルの超純水を供給することの出来るシステムの構築が要求されています。また、システムの維持・管理の為の研究者の負担を減らすとともに、研究スペースを確保する為のメンテナンス性及び省スペース化にも積極的に取り組むことが求められています。

### 3.3 超純水供給システムの構成と特徴

本UCFに設置された超純水供給システムは上述の要件を満たす為に、以下のブロックから構成されています。

- 一次純水供給システム
- 超純水製造・循環供給システム
- EEM加工液回収・精製・循環供給システム
- 超純水電解加工・洗浄液回収・精製・循環供給システム
- 廃液回収・処理・監視システム

図3.1は、システム全体の構成図を示しています。また、図3.2は本UCFにおける超純水供給システム配管、図3.3は本UCFにおける廃液回収・処理・監視システム配管です。このシステムで得られる超純水の水質を、表3.1に示します。

表3.1 大阪大学UCFにおける超純水水質

項目	UCF水質	単位
比抵抗 at 25℃	18.2	MΩ・cm 以上
微粒子 0.05μm以上	5.0	個/ml 以下
生菌数	0.1	個/L 以下
TOC	1.0	μgC/L 以下
溶存酸素	1.0	μgO/L 以下
シリカ	0.1	μgSiO <sub>2</sub> /L 以下
ホウ素	0.1	μgB/L 以下
Na	0.5	ngNa/L 以下
K	0.5	ngK/L 以下
Fe	0.1	ngFe/L 以下
Cu	0.1	ngCu/L 以下
Cr	0.1	ngCr/L 以下
Ni	0.1	ngNi/L 以下
Zn	0.1	ngZn/L 以下
Pb	0.1	ngPb/L 以下
Al	0.1	ngAl/L 以下
水温	23.0±1.0	℃
圧力	0.2	MPa以上

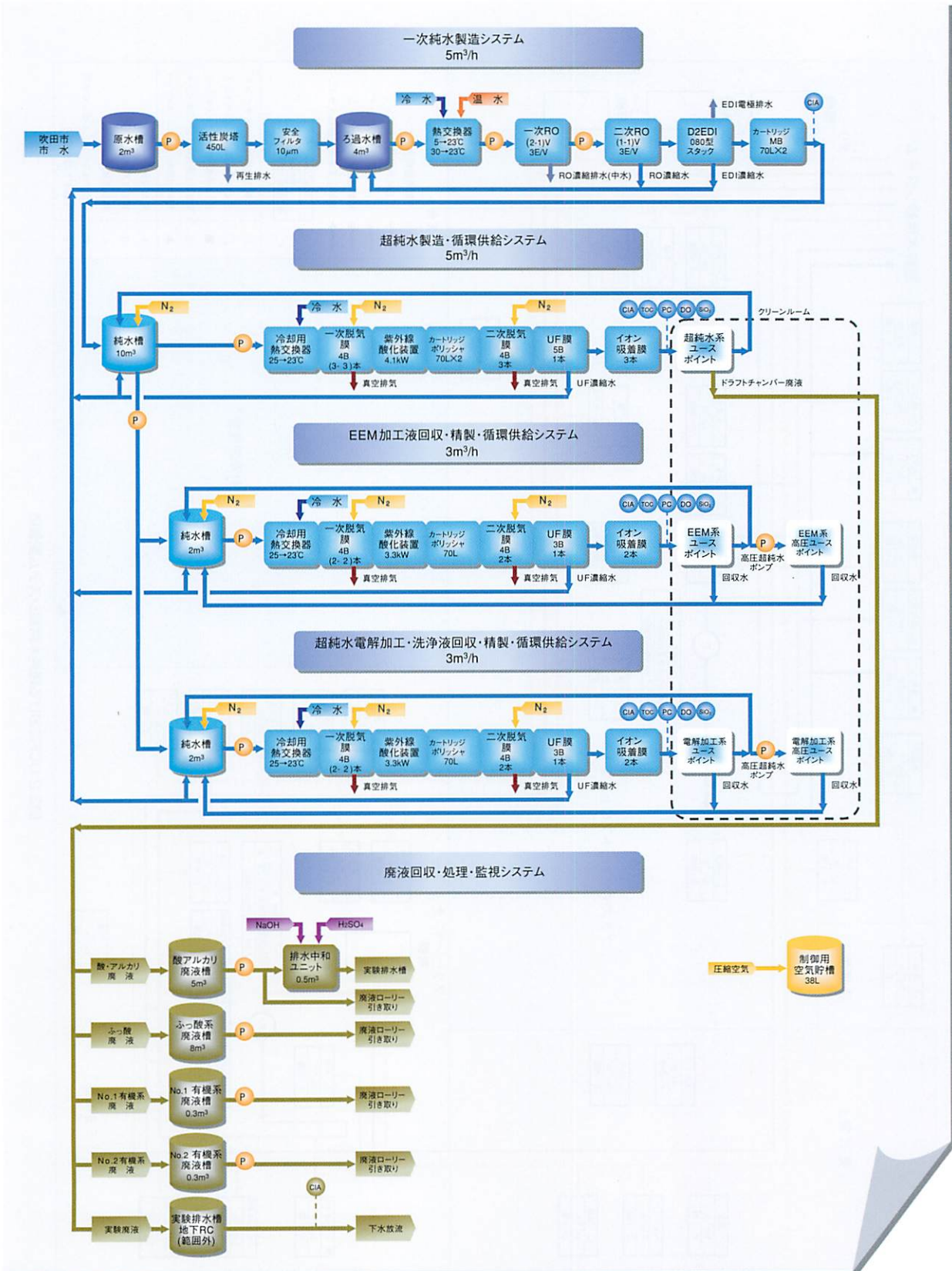


図3.1 UCFにおける超純水供給システム全体の構成図





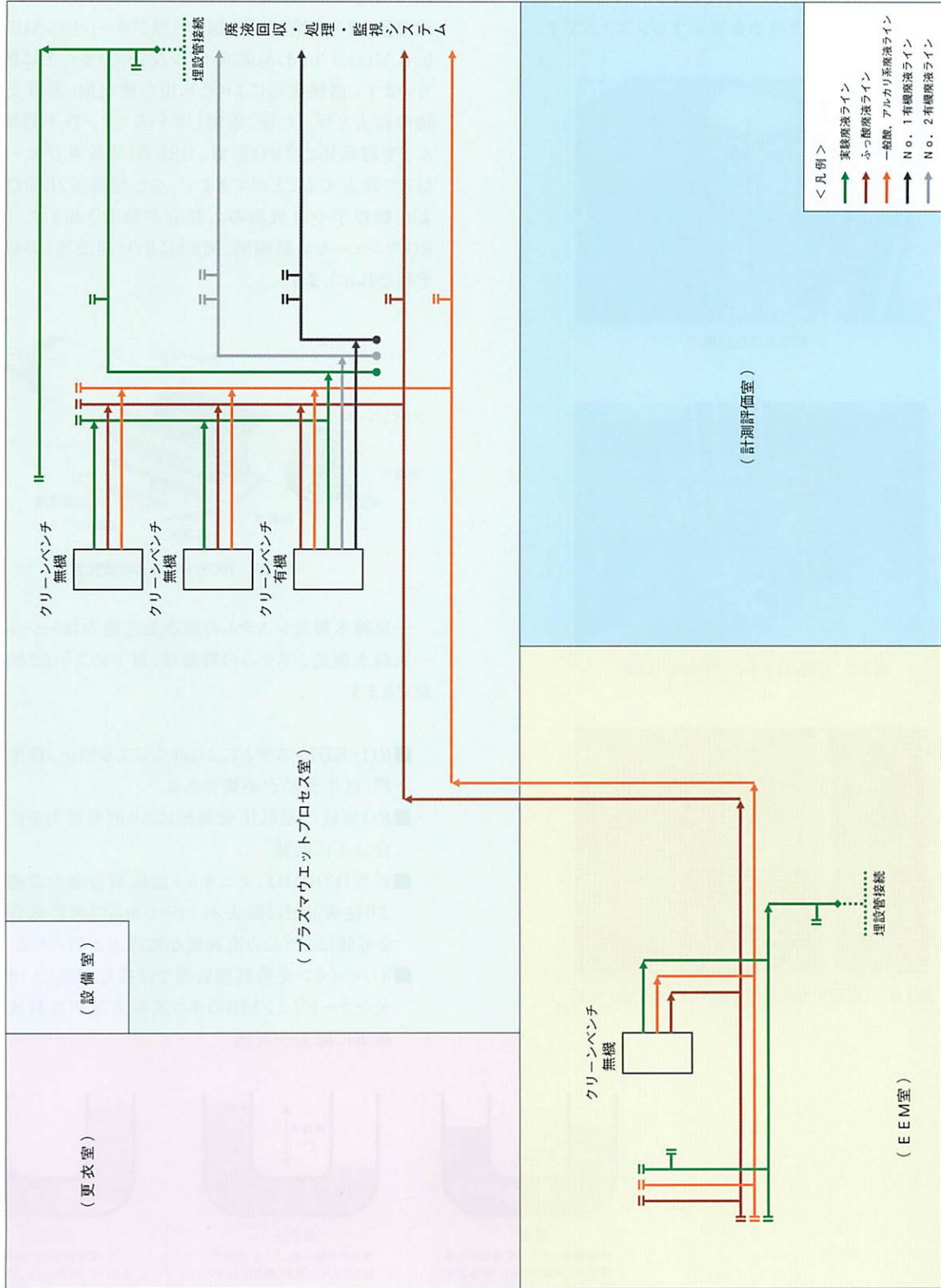


図3.3 UCFにおける廃液回収・処理・監視システム配管図



### 3.3.1 一次純水製造システムの機能と特徴

一次純水製造システムは、原水（市水）からイオンや微粒子、有機物（Total Organic Carbon; TOC）等の不純物の大部分を除去した一次純水を製造するシステムです。



図3.4 活性炭塔



図3.5 超低压2段RO（逆浸透）装置

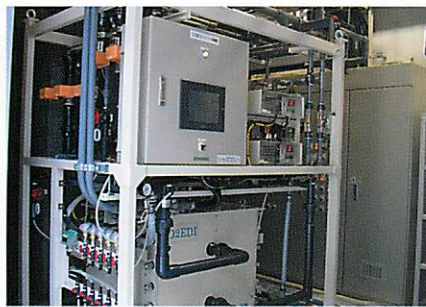


図3.6 D2EDI（電気再生式連続イオン交換）装置

本システムは、活性炭塔（図3.4）、超低压2段RO（Reverse Osmosis; 逆浸透）装置（図3.5）、D2EDI（Double Diluting Chamber Electro Deionization; 電気再生式連続イオン交換）装置（図3.6）及びカートリッジMB（Mono bed, Mixed bed; 混床式イオン交換塔）から主に構成されています。活性炭塔により原水中の酸化剤、濁質及び有機物の除去を行った後、溶解しているイオン性不純物のほとんどを超低压2段RO装置、D2EDI装置及びカートリッジMBで除去することができます。また超低压2段RO装置により、微粒子や有機物の大部分が除去されます。図3.7にROモジュールの概観図、図3.8にRO（逆浸透）の原理図をそれぞれ示します。

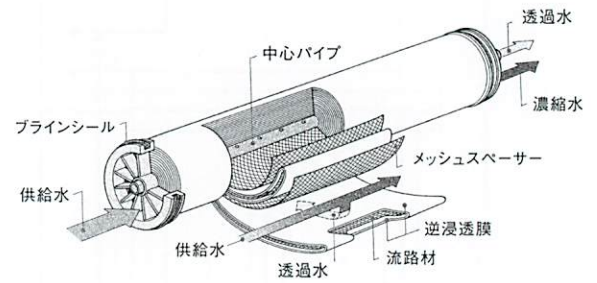


図3.7 ROモジュールの概観図

一次純水製造システムの純水製造能力は5m<sup>3</sup>/hです。一次純水製造システムの特徴は、以下のようにまとめることができます。

- RO+EDIシステムにより再生による停止、再生廃液処理、再生薬品が不要である
- RO装置の超低压化運転により消費電力を従来の半分以下に低減
- 新型D2EDIは、アニオン+混床樹脂層の最適配置により従来品では除去不十分である弱酸性成分の除去を可能にしたため高純度な処理水が得られる
- ROやイオン交換処理装置では排除が難しいハウ素成分をカートリッジMBのハウ素吸着選択性特殊樹脂で確実に除去が可能

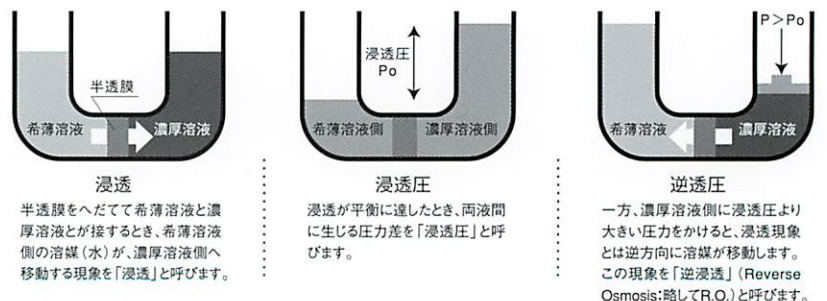


図3.8 RO（逆浸透）の原理図



### 3.3.2 超純水製造システムの機能と特徴 (超純水系・EEM系・電解加工系)

超純水製造システムは、一次純水を更にポリッシングして不純物を極限まで低減した超純水を製造し、クリーンルーム内の各ユースポイントに供給するシステムです。

超純水の系統は、超純水製造・循環供給システム(超純水系)とEEM加工液回収・精製・循環供給システム(EEM系)、超純水電解加工・洗浄液回収・精製・循環供給システム(電解加工系)の3系統に分類されます。

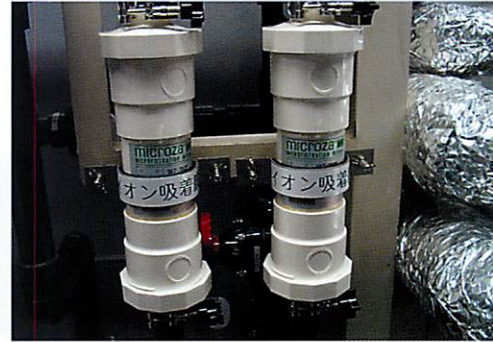


図3.12 イオン吸着膜



図3.9 UV (紫外線) 酸化装置



図3.10 カートリッジポリッシャ (CP)

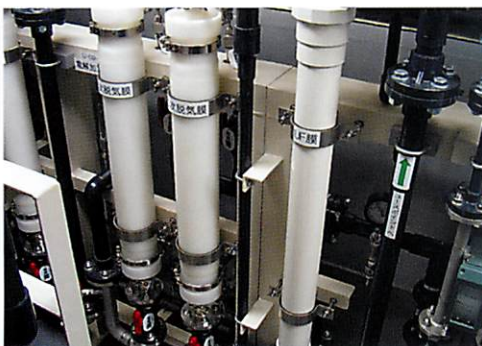


図3.11 脱気膜+UF (限外ろ過) 膜

本システムは、高効率低圧UV酸化(Ultra Violet Oxidation; 紫外線酸化, UV<sub>ox</sub>)装置(図3.9)、非再生クリーンイオン交換樹脂を用いたカートリッジポリッシャ(Cartridge Polisher; CP)(図3.10)、膜脱気(Membrane Deaerator; MD)装置(図3.11)、外圧型限外ろ過膜(Ultra Filtration; UF)(図3.11)及びイオン吸着膜モジュール(図3.12)から主に構成されます。まず、高効率なUV酸化装置では水への短波長紫外線(185nm)照射によりOHラジカルを生成させ、一次純水中に微量残留するTOC成分を酸化分解し、イオン交換処理で容易に吸着除去が可能な炭酸イオンあるいは有機酸イオンに変化させます。そして溶出物を低減したクリーンイオン交換樹脂で、残存する微量イオン成分を除去します。次にガス透過膜を用いた膜脱気装置では、超純水中の溶存ガスの除去を行い、ファイナルフィルターである外圧型のUF膜では0.1 $\mu$ m以下レベルの微粒子とともに、細菌やコロイド成分が除去されます。最終処理として、イオン吸着膜モジュールによりサブpptのレベルまで極微量金属イオンが除去されます。クリーンルーム内のユースポイント供給配管は、リバースリターン方式を採用し、超純水の滞留や逆流を防止します。また全系統とも配管材料には、内面の平滑化により自身からの溶出を低減したクリーンPVC(Polyvinyl Chloride; 塩化ビニル)配管を用いるとともに、施工において熱溶着工法を採用することで、管部からのTOC溶出を抑える配慮がなされています。図3.13に脱気膜モジュールの概観図、図3.14にUFモジュールの概観図をそれぞれ示します。

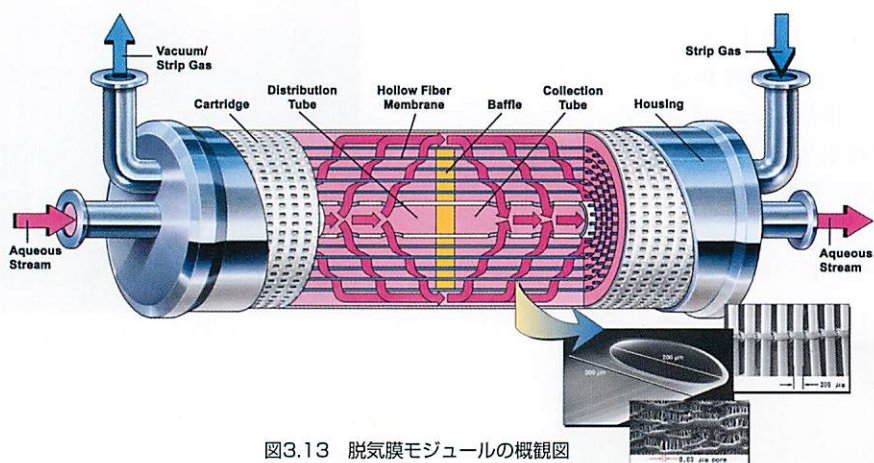


図3.13 脱気膜モジュールの概観図

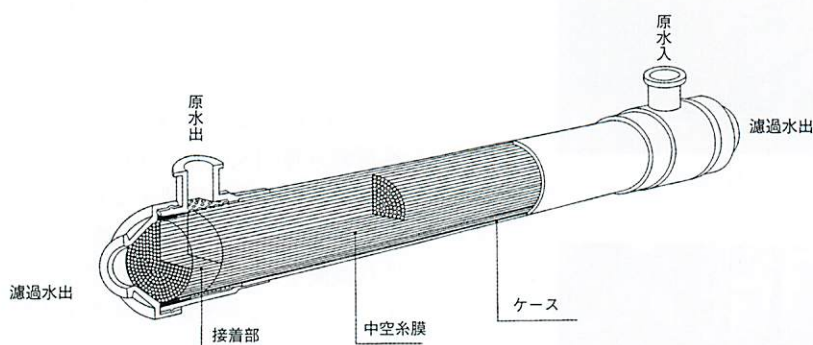


図3.14 UFモジュールの概観図

超純水製造システムの純水製造能力は超純水製造・循環供給システムは $5\text{m}^3/\text{h}$ 、EEM加工液回収・精製・循環供給システム用(EEM系)、超純水電解加工・洗浄液回収・精製・循環供給システム(電解加工系) $3\text{m}^3/\text{h}$ です。また、運転開始後の供給超純水の水質管理用に、レーザー光散乱型パーティクルカウンター、紫外線酸化型TOCメーター、ポーラログラフ方式溶存酸素(Dissolved Oxygen; DO)モニター、高感度シリカメーターが設置されており、常時水質のモニタリングを行うことができます。

超純水製造システムの特徴は、以下のようにまとめることができます。

- 高効率低圧UV酸化装置、低溶出クリーンイオン交換樹脂、脱気膜、外圧型UF膜、イオン吸着膜及びクリーンPVC配管の溶着工法による配管システムの採用により、構成材料からの溶出を押さえるとともに、一次純水中に微量残留する不純物を極限まで除去した超純水をユースポイントに供給できる
- 最新メディアであるイオン吸着膜の採用により、サブpptレベルの微量金属不純物を除去し、ゆらぎのない高純度な超純水を供給することが可能である



### 3.3.3 高圧超純水供給システムの機能と特徴

高圧超純水供給システムは、不純物を極限まで低減した超純水を、高圧超純水ポンプにより高圧超純水とし、クリーンルーム内の各高圧系ユースポイントに供給するシステムです。

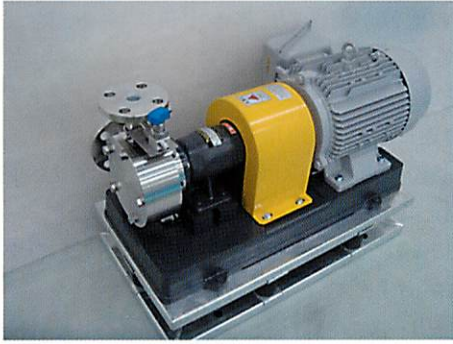


図3.15 クリーンポンプ

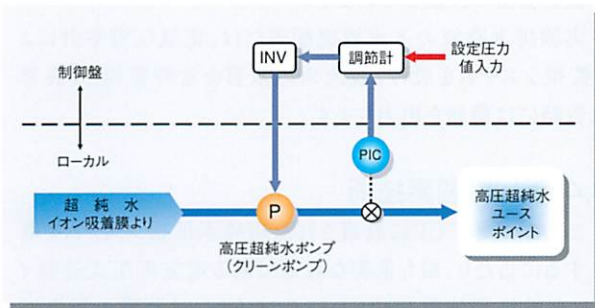


図3.16 高圧超純水ポンプの制御概念図

本システムは、EEM系用では最高圧力1.0MPa、電解加工系用では最高圧力2.8MPaで供給できる高圧超純水ポンプ(クリーンポンプ)(図3.15)、酸化膜処理を施工したステンレス配管を用いた高圧超純水配管及びインバータによる定圧制御システムから構成されます。

高圧系ユースポイントにおける超純水圧力は、制御盤に設置されている調節計にて任意の値に簡易に設定することができます。高圧系ユースポイント入口圧力をPICセンサーにて感知し、この値を元に調節計からインバータに対し適切な制御を行います。インバータは、制御信号を周波数に変換して、ポンプ吐出圧力(=ユースポイント圧力)が設定値となるようにポンプを運転します。図3.16に高圧超純水ポンプの制御概念図を示します。

高圧超純水ポンプに採用したクリーンポンプは特徴として、摺動部であるメカニカルシールを外装型とし、パーティクル排出機構を装備しています。パーティクル排出機構は、ポンプシール摺動部で発生した微粒子を、メカニカルシールよりシール水(=超純水)とともに系外へ排出する仕組みになっています。接液部は、SUS316を#400バフ加工した後、電

解研磨処理が施されており、内面平滑度を高めることによって付着微粒子が大幅に低減されています。また電解研磨処理により、内面接液部表面に不動態化層(酸化膜)を形成し、金属イオンの溶出を抑制しています。図3.17にクリーンポンプの構造図を示します。

高圧超純水製造システムの特徴は、以下のようにまとめることができます。

- 高圧超純水ポンプに渦流式クリーンポンプを採用することで、微粒子の発生を極限まで低減し、また脈動することなく高圧超純水を安定供給が可能である

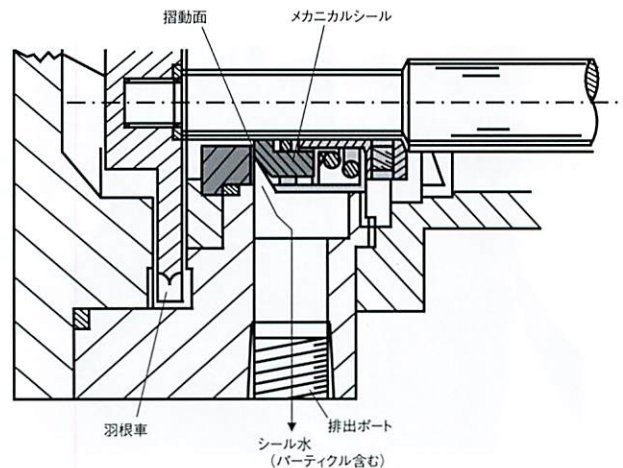


図3.17 クリーンポンプの基本構造図

### 3.3.4 廃液回収・処理・監視システムの機能と特徴

廃液回収・処理・監視システムは、クリーンルーム内のクリーンドラフトチャンバーより排出される、ふっ酸系廃液、一般酸・アルカリ系廃液、有機系廃液×2、実験排水廃液の全5系統の一般洗浄用廃液を分別回収するためのシステムです。





図3.18 排水中和ユニット



図3.19 廃液移送ポンプ設備



図3.20 酸・アルカリ移送設備

本システムは、各廃液をクリーンルーム外の廃液タンクに排出するために1/200の勾配をつけられた耐熱塩ビ配管、屋外廃液ヤードに設置された耐薬品・耐候性ポリエチレン製の各廃液タンク及び廃液をタンクローリーに個別に移送する設備（図3.19）から構成されます。廃液タンク内及び廃

液ヤード内は、上部に設置された排気処理装置によって常時排気されています。廃液ヤード上部に設けられたステージ架台上には、一般酸・アルカリ系廃液を硫酸およびかせいソーダを用いて中和処理し実験排水廃液に放流する大型の排水中和ユニット（図3.18）を備えています。排水中和ユニットは全自動化されており、酸・アルカリ系廃液槽に一定量以上の廃液が溜まると、排水中和ユニットに廃液を移送し中和処理を行います。中和完了後、実験排水廃液に処理水を放流し、完了すると待機状態となるサイクルを連続して繰り返します。中和用の硫酸およびかせいソーダ貯槽への薬品の補充張込み用には、酸アルカリ移送設備（図3.20）を備えています。自動液面制御を設けた酸アルカリ移送設備により、安全かつ効率的に排水中和ユニットを運用することが出来ます。

タンクローリーでの廃液引き取り作業及び排水中和用薬品補充張り込み作業はローカルで行えるよう、各々自動操作盤を現場に設置しています。

実験排水廃液の下水放流配管には、電気伝導率計による監視システムを設け、放流水の水質を常時監視し、異常水質時には警報を出力します。

### 3.4 新しい要素技術

ここでは、本UCFに設置された超純水供給システムを構成するに当たり、最も重要な装置である電気再生式連続イオン交換処理装置（D2EDI）及びイオン吸着膜の要素技術について説明します。

#### 3.4.1 新型電気再生式連続イオン交換処理装置（D2EDI）

本超純水供給システムでは、イオン成分の除去のためには、イオン交換樹脂が最も基幹となる機能材として用いられています。しかしイオン交換樹脂は、イオンを吸着して取り込むことによって処理水中のイオン濃度を低減するものですから、吸着飽和に伴って酸・アルカリ薬品で定期的に再生処理あるいは、頻繁に樹脂そのものを交換する必要があります。また、従来のイオン交換処理では、運転条件によっては収量限界前にシリカ等の吸着能の低い成分の微量リークが始まることもあり、長期的に見て水質の不安定化を引き起こすことも課題となっていました。本システムで採用した電気再生式連続イオン交換処理装置は、イオン交換樹脂を電氣的に連続再生することが可能なため、従来のイオン交換処理装置のように、薬品による再生工程や再生廃液処理が不要であり、かつ装置を停止することなく連続して運転することの出来る環境にもやさしい技術です。



新たに開発されたD2EDI型では、弱酸（シリカ、炭酸）除去に有効なアニオン交換樹脂層と、高水質化に有効な混床イオン交換樹脂層の2つの脱塩室を、最適で独創的な構造に開発・設計されています。図3.21に新型電気再生式連続イオン交換処理装置（D2EDI）の構造図を示します。

新型電気再生式連続イオン交換処理装置（D2EDI）の特徴は、以下のようにまとめることができます。

- 第一脱塩室をアニオン専用とし、各脱塩室をアニオン除去、カチオン除去に対し最適配置することで、従来の弱点であった弱酸成分の除去性能を極限まで向上させることが可能である
- 再生不要のため、高水質を連続して安定供給することが可能である

### 3.4.2 イオン吸着膜

本超純水供給システムにおいて用いられるイオン吸着膜の役割は、超純水中に残留する超微量の金属イオン成分の除去です。これらは、超純水の段階で少なくとも1桁pptレベルまで低減された不純物です。その際に用いられるイオン吸着膜には不純物除去性能とともに、自身の低溶出性能が要求されます。

本システムでは、小型で大流量を実現するために、ポリエチレンの焼結体にイオン交換基を導入したメディアを採用しています。図3.22にイオン吸着膜モジュールの原理図を示します。

イオン吸着膜モジュールの特徴は、以下のようにまとめることができます。

- 超純水中のサブpptレベルの極微量金属不純物（金属イオン）を更に除去して、高純度でゆらぎのない超純水の安定供給が可能である
- 構成部材がクリーンで、モジュールからのTOC・微粒子等の吐き出しがないため立ち上がりが迅速である
- 親水性メディアを採用して、親水化処理が不要である

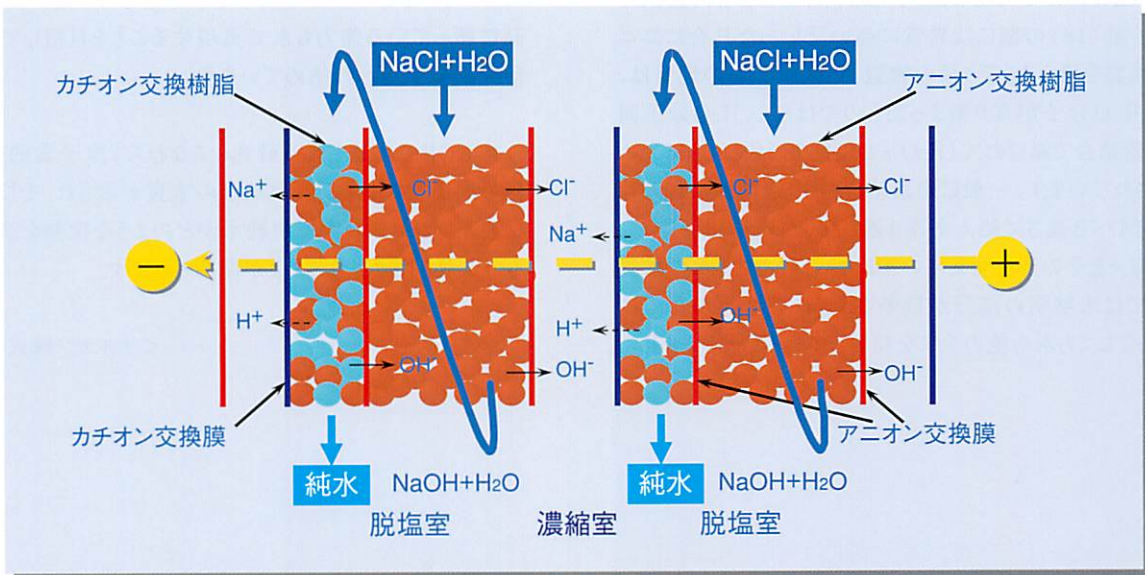


図3.21 新型電気再生式連続イオン交換処理装置（D2EDI）の構造図



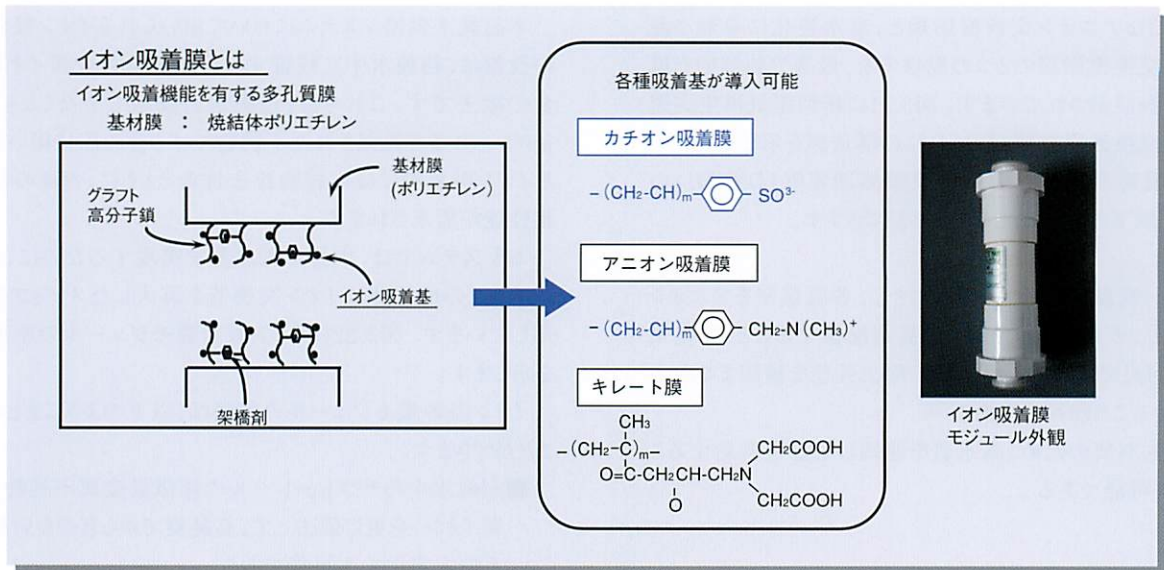


図3.22イオン吸着膜モジュールの原理図

### 3.5 超純水の可能性

我々にとって、もっとも身近な液体である水は、“固体(氷)が液体(水)に浮く”であるとか、“融点(0℃)と沸点(100℃)が、分子量(18)の割には異常に高い”といった具合にユニークな性質を備えた“変り種の物質”です。これらの性質は、単独のH<sub>2</sub>O分子が寄り集まったものではなく、H<sub>2</sub>O分子同士が水素結合で結ばれて(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>の集団を形成しているためと説明されています。一般に水素結合の生成、消滅は10<sup>-12</sup>秒という驚くべき速さで絶えず繰り返され、水の集団(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>も時々刻々とその形を変えていきます。このため、水の本質については未解明の部分が数多く残されており、現在の技術をもってしても水の能力全てを利用しているとは言えません。

洗浄力の高い水、おいしくて健康によい水、動植物の発育によい水、そして食品を腐らせない水など、現在は化学薬品に頼っている能力も水で実現することを目指して様々な研究開発が行われ始めています。

本UCFで実施される研究、すなわち「原子論的生産技術の創出」においても、超純水の本質が示され、そして様々な加工プロセスの中で超純水がどのような役割を演じているのか解き明かされることが期待されます。

<オルガノ株式会社>

## 3.6 高機能薬液洗浄システム

### 3.6.1 はじめに

原子レベルの超精密加工を実現する為には、加工前の試料表面から、微粒子、有機物、各種金属原子等の汚染物質を取除く必要があります。さらには、加工前の試料表面から酸化膜を取除くことが必要な場合もあります。また、加工後の試料表面の洗浄も重要になる場合があります。本クリーンルームにおいても薬液洗浄を行なうクリーンドラフトチャンバーを設置し、最先端の洗浄プロセスが行えるようになっています。

クリーンドラフトチャンバーは、無機薬液を使用する場合は塩化ビニル(PVC:Polyvinyl Chloride)板、有機薬液を使用する場合はステンレス板で製作された箱体を有しています。この箱体の中にウェハ等の試料を洗浄する為の各種洗浄治具を収納し、クリーンな空気を供給しながら、超純水や薬品により、LSIの基板となる大口径ウェハ、大型ミラー及び大口径レンズ等の各種試料を洗浄し洗浄により発生したガスを屋外に排気します。クリーンドラフトチャンバーの主機能は、供給される超純水や、使用される高純度薬液と洗浄治具等により決定されますが、付帯機能として重要なものに、洗浄工程で発生する各種の排気ガスを、いかに少ない排気量で外部に排出するかということがあります。排気する空気は、洗浄工程で発生する各種ガスに加えて、クリーンルーム内の空気を含んでいます。クリーンルームに取り入れる空気は、高度な環境条件を維持するために、高額の運転経費をかけて温湿度管理等を行っています。しかしその大半をクリーンドラフトチャンバーに取り込み、室外に排気しているため、排気量を削減することがクリーンルームの運転経費削減の大きな課題となっています。

本ウルトラクリーンルームに設置された各種のクリーンドラフトチャンバーは主要機能をはじめ少排気量機能を兼ね備えたものになっています。

以下では、本ウルトラクリーンルームに設置されているクリーンドラフトチャンバーの省エネルギー性能を中心に機器構成等について説明します。

### 3.6.2 高機能洗浄システムに求められる要件

高機能洗浄システムに求められる要件は、以下のようになります。

- ① 供給されたクリーンエア、超純水、超高純度ガスの品質を低下させること無く洗浄槽に供給することができ、かつ薬液洗浄プロセスにより発生した排気ガスの漏洩によるクリーンルーム内部の汚染が無いクリーンドラフトチャンバーであること。
- ② クリーンエアの排気量が極力抑えられた、少排気量形クリーンドラフトであること。
- ③ 次世代の大口径シリコンウェハ、高性能X線ミラー、ステッパ用大口径非球面レンズ等の大型試料の洗浄プロセスが可能であること。
- ④ フッ酸系廃液タンク、一般酸・アルカリ廃液タンク、有機廃液タンク2種、実験廃液排水の各種廃液を分別排水する事が可能であること。
- ⑤ 廃液量が少ない、省エネルギー、環境保護優先の洗浄プロセスが可能であること。

### 3.6.3 高機能洗浄システムの構成と特長

図3.2と、表3.2に本ウルトラクリーンルームに設置された、高性能薬液洗浄システムの構成を示しました。クリーンドラフトチャンバーは、計4台が設置されています。各クリーンドラフトチャンバーは、各々が屋外に設置された排気処理装置に接続され、チャンバー内を常時排気しています。また超音波洗浄装置が備えられ、最新の洗浄プロセスが可能となっています。

表3.2 高機能洗浄システムの構成表

設置場所の名称	寸法
プラズマ・ウェットプロセス室 ①無機薬液洗浄 クリーンドラフトチャンバー(2台)	(外形寸法) W1500×D1175×H2200 (シンク寸法) W1200×D600×H450
②有機薬液洗浄 クリーンドラフトチャンバー(1台)	(外形寸法) W2300×D1175×H2200 (シンク寸法) W2000×D600×H450
EEM室 ③無機薬液洗浄 クリーンドラフトチャンバー(1台)	(外形寸法) W2300×D1175×H2200 (シンク寸法) W2000×D600×H450

※シンク深さ寸法は、エアシール寸法(単位:mm)



高機能洗浄システムの大きな特徴としては、以下の項目が上げられます。

① 超高純度窒素ガス対応

超高純度窒素ガスの品質を出来る限り低下させずに供給するために0.5 $\mu$ m PTFEフィルタ内蔵のハンドガンを使用しています。

② 超純水シャワースプレー

各クリーンドラフトチャンバーは0.5 $\mu$ mのフィルター付きのハンドガンを有しています。

③ 分別排水機能

各クリーンドラフトチャンバーはフッ酸系廃液タンク、一般酸・アルカリ廃液タンク、有機廃液タンク2種、実験廃液排水に分別して排水する機能を有しています。

④ エアシール機能

各クリーンドラフトチャンバーは0.5~1.5m/sの風速の設定が出来るエアシール機能を有しています。シンク内が数ppmのHF蒸気で満たされている場合、ドラフトチャンバーの前面操作位置における気中のHF濃度は50ppb以下になります。かつ、エアシールを使用することによってベンチ幅1m当たりの排気量12m<sup>3</sup>/min以下に抑えることが出来ます。

⑤ フィルター

各クリーンドラフトチャンバーはシンク上部に耐薬品性に優れボロンの発生の無い高性能ULPA (Ultra Low Penetration Airfilter)を使用しています。

⑥ 本体パネル材料

各クリーンドラフトチャンバーは本体を構成する材料として、帯電防止処理を施した塩化ビニル(PVC:Polyvinyl Chloride)を使用し、塵埃の付着を最小限に止めています。なお、有機溶剤の洗浄用クリーンドラフトチャンバーはステンレス製です。

⑦ 蛍光灯

ウェットプロセス室のクリーンドラフトチャンバーは黄色タイプとなっています。

⑧ 廃液操作

各クリーンドラフトチャンバーは廃液時にチャイムが鳴るようになっています。

⑨ 安全対策

各クリーンドラフトチャンバーは各種インターロックによって安全対策を施しています。また、異常発生時に中央監視設備に信号を出力するようになっています。

(a) 液漏れ(中央監視設備に出力あり)

シンク下ドレンパンに液漏れセンサを設置し、液漏れがあった場合には、ブザーを鳴らします。

(b) 給水異常

純水の供給が停止した時、純水の有無を検知し、ブザーを鳴らします。

(c) 排気異常(中央監視設備に出力あり)

排気が弱まるか停止した時、排気センサが検知してブザーを鳴らします。この時ファンが稼動していた場合、ファンを停止して不用意に薬液の雰囲気周囲に拡散しないようにします。

(d) スクラバー異常

中央監視設備からスクラバー停止の信号が入力された場合、ブザーを鳴らします。この時ファンが稼動していた場合、ファンを停止して不用意に薬液の雰囲気周囲に拡散しないようにします。また、異常発生中はファンを動作させることが出来ないようにし、不用意に薬液の雰囲気周囲に拡散するようにします。

(e) ダウンフローファン異常(中央監視設備に出力あり)

ダウンフローファン用インバーターが異常を発生した場合、ブザーを鳴らします。

(f) エアシールファン異常(中央監視設備に出力あり)

エアシールファン用インバーターが異常を発生した場合、ブザーを鳴らします。

⑩ 安全対策(有機ドラフトのみ)(中央監視設備に出力あり)

有機溶剤を使用する有機ドラフトにはCO<sub>2</sub>ガス自動消火装置が設けてあります。有機溶剤等から発火した場合、音声による退避アナウンスが流れ、CO<sub>2</sub>ガスを放出し消火します。火災検知センサは熱と赤外線によって検知する方式です。赤外線センサーは炎特有のパターンを検知しますので、ホットプレート等を誤検知しないようになっています。

### 3.6.4. 少排気量型クリーンドラフトチャンバーの構造、及び各部の名称

装置正面からの写真を図3.23に、装置の構造及び各部の名称を図3.24に示します。図中の赤い矢印は、クリーンドラフトチャンバー内のクリーンエアの流れを示しており、シンク上方からのダウンフローと、シンク上部を水平方向に流れるエアシールの2系統があります。

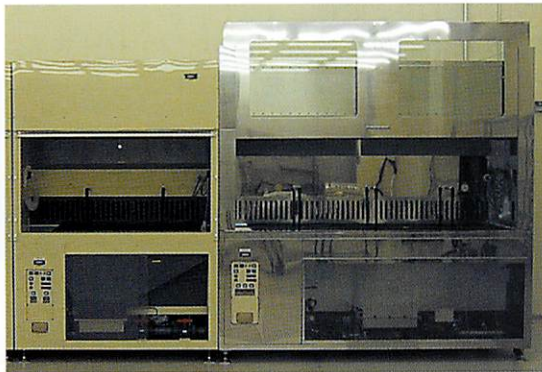


図3.23 ドラフト外観写真(左:無機タイプ、右:有機タイプ)

エアシールの風量は毎分数立方メートルに過ぎず、したがって総排気量は $1/3 \sim 1/4$ となります。

例えば煮沸水の水蒸気をシールするには厚さ50mm程度で $1\text{m/s}$ 以上の風速を持つ水平層流が必要です。

本ウルトラクリーンルームのクリーンドラフトチャンバーでは、

- ① 吹き出し口には整流用のハニカム格子板と通気抵抗を増やす濾布を設ける。
- ② 吹き出し風速の均等化を図るため、フード内にガイド板を設ける。
- ③ 吸込み風速の均等化を図るため、吸込みダクトに整流板を設ける。
- ④ 流し中央での風速低下を無くすため、吹き出口高さは45mm以上にする。

等の対策により、シンク上部において均一な水平層流を形成しています。

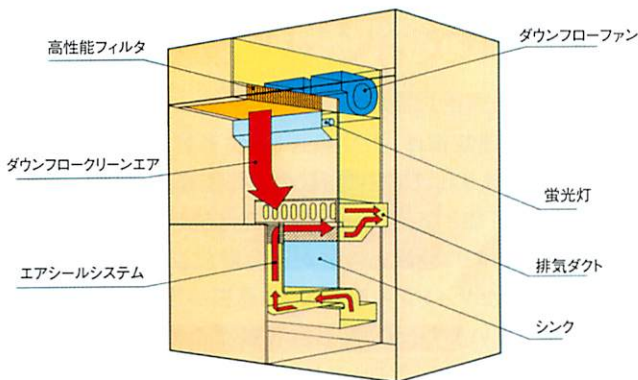


図3.24 ドラフトの構造及び各部の名称

### 3.6.5 エアシール機構の構成

プッシュプルエアシール方式クリーンドラフトチャンバーの基本構成を、通常型と比較して図3.25に示しました。小型送風機、高性能フィルターとダクトでつないだ吹き出しフード、及び排気ダクトとつながる吸込みフードによって流しを覆うエアシールを形成しています。

薬液を加熱して使用すると、槽から有害蒸気を含む流速 $0.3\text{m/s}$ 程度の上昇気流を生じます。これをできるだけ拡散させないで排気する為、クリーンドラフトチャンバーでは $0.5\text{m/s}$ 程度のダウンフロー気流を吹き出させます。エアシール(水平層流)で薬液槽からの上昇気流を拡散しないうちにすぐに吹き払うと、その上部空間は清浄度を維持するだけで良く $0.1\text{m/s}$ 程度のダウンフロー気流で十分となります。

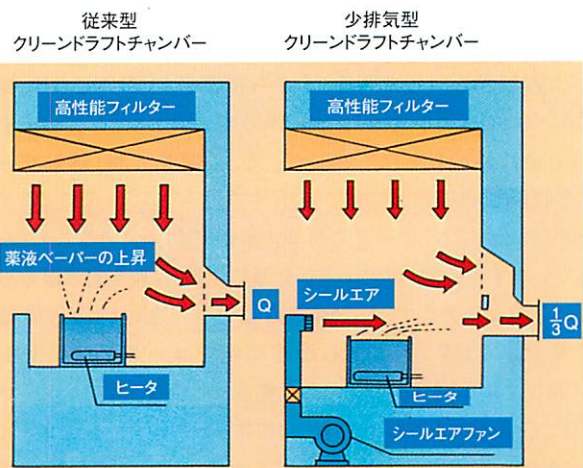


図3.25 エアシール方式クリーンドラフトチャンバーの基本構成と機能説明

<日立プラント建設株式会社>