(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2011-136860
(P2011-136860A)
(43)公開日　平成23年7月14日(2011.7.14)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C01B 13/10	(2006.01)	C01B 13/10	C		4G042
		C01B 13/10	Z		

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 12 頁）

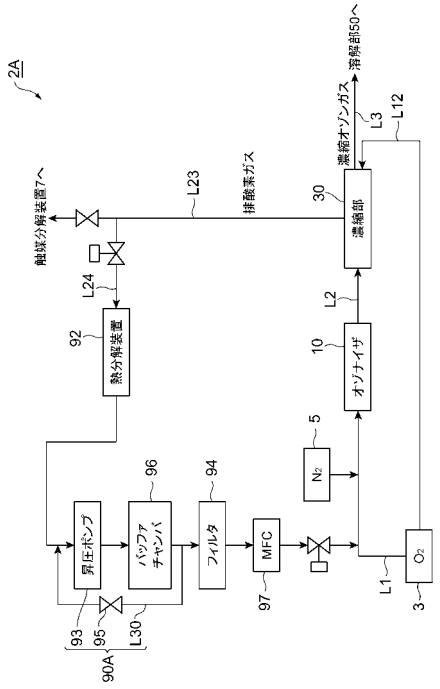
(21)出願番号　特願2009-297870 (P2009-297870)
(22)出願日　平成21年12月28日 (2009.12.28)

(71)出願人　000002107
住友重機械工業株式会社
東京都品川区大崎二丁目１番１号
(74)代理人　100088155
弁理士　長谷川　芳樹
(74)代理人　100113435
弁理士　黒木　義樹
(72)発明者　上野　紀条
神奈川県横須賀市夏島町１９番地　住友重機械工業株式会社横須賀製造所内
(72)発明者　高橋　恭介
神奈川県横須賀市夏島町１９番地　住友重機械工業株式会社横須賀製造所内

Ｆターム(参考)　4G042 CB12　CB15　CB26

(54)【発明の名称】オゾンガス濃縮装置

(57)【要約】
【課題】排酸素ガスを好適に循環利用することができるオゾン濃縮装置を提供すること。
【解決手段】オゾン濃縮装置２Ａでは、濃縮部３０により分離された排酸素ガスは、排出ラインＬ２３により排出され、排出ラインＬ２３を通る排酸素ガスは、供給ラインＬ２４によりオゾナイザ１０の１次側に供給される。ここで、オゾナイザ１０へ供給される排酸素ガスの供給圧力は、供給ラインＬ２４に設けられた圧力調整部９０Ａにより調整され、排酸素ガスの供給圧力が調整されるため、オゾナイザ１０に本来供給される原料酸素ガスと、循環利用される排酸素ガスとの供給圧力に不整合が生じることが防止され、排酸素ガスを好適に循環利用することができる。
【選択図】図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
オゾナイザと、前記オゾナイザで生成されたオゾン含有ガスから酸素を含有する排酸素ガスを分離することにより、前記オゾン含有ガス中のオゾンを濃縮するオゾン濃縮手段とを備えたオゾン濃縮装置において、
前記オゾン濃縮手段により分離された前記排酸素ガスを排出するための排出ラインと、
前記排出ラインに接続されて、前記排出ラインを通る前記排酸素ガスを前記オゾナイザの１次側に供給するための供給ラインと、
前記供給ラインに設けられ、前記オゾナイザへ供給される前記排酸素ガスの供給圧力を調整する供給圧力調整手段と、
を備えたことを特徴とするオゾン濃縮装置。
【請求項２】
前記供給圧力調整手段は、
前記排酸素ガスの供給圧力を昇圧させる昇圧ポンプと、
前記昇圧ポンプにより昇圧された前記排酸素ガスの供給圧力を所定の圧力に調整する調整弁と、を有することを特徴とする請求項１記載のオゾン濃縮装置。
【請求項３】
前記供給圧力調整手段の２次側において、前記排酸素ガスの供給流量を調整する流量調整手段を更に備えることを特徴とする請求項１または２記載のオゾン濃縮装置。
【請求項４】
前記流量調整手段の１次側にはバッファチャンバが設けられていることを特徴とする請求項３記載のオゾン濃縮装置。
【請求項５】
前記供給ラインにおいて、前記排酸素ガスに含まれる残存オゾンを分解する残存オゾン分解手段を更に備えることを特徴とする請求項１～４のいずれか一項記載のオゾン濃縮装置。
【請求項６】
前記昇圧ポンプの２次側にはフィルタが設けられていることを特徴とする請求項２～５のいずれか一項記載のオゾン濃縮装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、オゾンガス濃縮装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
酸素ガスを原料としてオゾナイザで生成されるオゾン含有ガスは、オゾン濃度が１０vol％程度であり、９０vol％程度の酸素ガスを含有している。そのため、オゾン濃縮装置では、オゾン含有ガス中のオゾンを冷却により液化したり（液化方式）、吸着剤により吸着したり（吸着方式）することにより、オゾン含有ガスから酸素を分離し、オゾンを濃縮する。こうして分離された酸素は、通常、排酸素ガスとしてオゾン濃縮装置から排出される。
【０００３】
一方、特許文献１に記載された液化方式によるオゾン濃縮装置では、分離した排酸素ガスを装置から排出させずにポンプによって吸引し、酸素ボンベ等からの原料酸素ガスに合流させ、再びオゾナイザへ送り込むことにより、オゾン生成の原料として循環利用している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】

【特許文献１】特公昭５２－４０６３８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
ところで、オゾナイザによりオゾン含有ガスを生成するためには、オゾナイザに供給する酸素ガスは所定の圧力を有することが求められる。しかしながら、特許文献１に記載の装置では、排酸素ガスの供給圧力については明らかにされていなかった。そのため、オゾナイザに本来供給される原料酸素ガスと、循環利用される排酸素ガスとの供給圧力に不整合が生じるおそれがあり、排酸素ガスの循環利用を好適に行えない場合があった。
【０００６】
そこで、本発明の目的は、排酸素ガスを好適に循環利用することができるオゾン濃縮装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明は、オゾナイザと、オゾナイザで生成されたオゾン含有ガスから酸素を含有する排酸素ガスを分離することにより、オゾン含有ガス中のオゾンを濃縮するオゾン濃縮手段とを備えたオゾン濃縮装置において、オゾン濃縮手段により分離された排酸素ガスを排出するための排出ラインと、排出ラインに接続されて、排出ラインを通る排酸素ガスをオゾナイザの１次側に供給するための供給ラインと、供給ラインに設けられ、オゾナイザへ供給される排酸素ガスの供給圧力を調整する供給圧力調整手段と、を備えたことを特徴とする。
【０００８】
このようなオゾン濃縮装置によれば、オゾン濃縮手段により分離された排酸素ガスは、排出ラインにより排出され、排出ラインを通る排酸素ガスは、供給ラインによりオゾナイザの１次側に供給される。ここで、オゾナイザへ供給される排酸素ガスの供給圧力は、供給ラインに設けられた供給圧力調整手段により調整される。こうして排酸素ガスの供給圧力が調整されることにより、オゾナイザに本来供給される原料酸素ガスと、循環利用される排酸素ガスとの供給圧力に不整合が生じることを防止できる。したがって、排酸素ガスを好適に循環利用することができる。また、排酸素ガスの循環利用により、省エネルギー化及び低コスト化が図られる。
【０００９】
更に、供給圧力調整手段は、排酸素ガスの供給圧力を昇圧させる昇圧ポンプと、昇圧ポンプにより昇圧された排酸素ガスの供給圧力を所定の圧力に調整する調整弁と、を有すると好適である。この構成によれば、排酸素ガスは、昇圧ポンプによって昇圧され、更に、調整弁により所定の圧力に調整される。こうして、昇圧ポンプと調整弁とを備えることにより、昇圧ポンプの吐出圧にばらつきが生じた場合であっても、排酸素ガスの供給圧力を所定の圧力に容易に調整できる。
【００１０】
また、供給圧力調整手段の２次側において、排酸素ガスの供給流量を調整する流量調整手段を更に備えると好適である。この構成によれば、オゾナイザに供給する排酸素ガスの供給流量を適宜設定することができる。
【００１１】
また、流量調整手段の１次側にはバッファチャンバが設けられていると好適である。この構成によれば、排酸素ガスの圧力がバッファチャンバにて安定化するため、流量調整手段によって安定した流量の排酸素ガスを供給できる。
【００１２】
また、供給ラインにおいて、排酸素ガスに含まれる残存オゾンを分解する残存オゾン分解手段を更に備えると好適である。この構成によれば、排酸素ガスに含まれる残存オゾンが残存オゾン分解手段により分解されるため、供給ラインに設けられた機器やオゾナイザの保護が図られる。

【００１３】
また、昇圧ポンプの２次側にはフィルタが設けられていると好適である。この構成によれば、昇圧ポンプの磨耗等により生じた磨耗粉がフィルタにより除去されるため、オゾナイザに磨耗粉が流入してオゾン含有ガスが汚染されるようなことを防止できる。
【発明の効果】
【００１４】
本発明によれば、排酸素ガスを好適に循環利用することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１５】
【図１】電子部品洗浄装置を概略的に示すブロック図である。
【図２】図１中のオゾン濃縮装置における濃縮部を示す図である。
【図３】図１中のオゾン濃縮装置を示すブロック図である。
【図４】第２実施形態に係るオゾン濃縮装置を示すブロック図である。
【図５】第３実施形態に係るオゾン濃縮装置を示すブロック図である。
【図６】第４実施形態に係るオゾン濃縮装置を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
以下、本発明に係るオゾン濃縮装置の好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、図面の説明において同一要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。
【００１７】
（第１実施形態）
まず、本発明の第１実施形態に係るオゾン濃縮装置２Ａについて、電子部品洗浄装置１に適用された場合を例として説明する。図１に示されるように、電子部品洗浄装置１は、オゾン濃縮装置２Ａを用いて高濃度オゾンガスを生成し、この高濃度のオゾンガスから生成した高濃度のオゾン水を半導体ウエハ、液晶、太陽電池、有機EL、プリント基板などの電子部品の表面に向けて噴射して洗浄する装置である。電子部品洗浄装置１のオゾン水生成装置７１は、オゾナイザ１０で生成したオゾン含有ガスを濃縮部（オゾン濃縮手段）３０により所定のオゾン濃度に濃縮するオゾン濃縮装置２Ａと、オゾン濃縮装置２Ａで濃縮された濃縮オゾンガスを超純水に溶解させて高濃度オゾン水を生成する溶解部５０と、を備えている。そして、電子部品洗浄装置１は、このオゾン水生成装置７１と、オゾン水生成装置７１で得られた高濃度オゾン水で電子部品の表面を洗浄する洗浄部７０と、を備えている。また、電子部品洗浄装置１は、電子部品洗浄装置１の各部で発生する不要なガスを処理するための、触媒分解装置７と、排ガス熱交換器８と、排気ポンプ９とを備えている。
【００１８】
オゾン濃縮装置２Ａは、オゾナイザ１０と、濃縮部３０と、酸素タンク３と、窒素タンク５とを備えている。オゾナイザ１０には、酸素タンク３からラインＬ１を通じて原料酸素ガスが供給される。また、ラインＬ１には、濃縮部３０により分離され排出された排酸素ガスをオゾナイザ１０の１次側に供給するための供給ラインＬ２４が接続されている。ラインＬ１では、原料酸素ガスに排酸素ガスが混合される。更に、ラインＬ１には、供給ラインＬ２４との合流点より下流側において、窒素タンク５からの窒素ガス供給ラインが接続されており、原料酸素ガスと排酸素ガスとの混合ガス（以下、単に「酸素ガス」という）に微量の窒素ガスが混入されてオゾナイザ１０に導入される。
【００１９】
オゾナイザ１０は、酸素ガスを原料として放電方式によりオゾン含有ガスを生成する。このオゾナイザ１０では、１０vol％程度の比較的低濃度のオゾン含有ガス（約９０vol％の酸素ガスと約１０vol％のオゾンガスとの混合気体）が生成される。また、原料の酸素ガスに微量混入された窒素ガスに起因して、オゾナイザ１０で生成されたオゾン含有ガス（非濃縮オゾンガス）中には微量の窒素酸化物（ＮＯｘ）ガスが含まれる。オゾナイザ１

０から送出される非濃縮オゾンガスは、ラインＬ２を通じて濃縮部３０に導入される。

【００２０】

濃縮部３０は、オゾナイザ１０で生成される非濃縮オゾンガスを液化分離及び気化により高濃度に濃縮し、更に希釈して所定のオゾン濃度の濃縮オゾンガスを生成するものである。すなわち、濃縮部３０は、液化分離方式のオゾン濃縮手段である。図２にも示されるように、濃縮部３０は、真空断熱チャンバ３１内に設けられたコールドトラップ３２と、ガス冷却部３３と、分離タンク３４と、気化器３５と、熱交換器３６と、を備えている。真空断熱チャンバ３１は、排気ポンプ３７によって真空引きされる。なお、ガス冷却部３３及び分離タンク３４によって、液化分離部４２が構成される。

【００２１】

ラインＬ２からの非濃縮オゾンガスは、濃縮部３０のコールドトラップ３２に導入される。コールドトラップ３２は、導入された非濃縮オゾンガスを、ＮＯｘの凝固点以下にまで冷却して、ＮＯｘを固化させて捕捉し、非濃縮オゾンガスから分離除去する。ＮＯｘよりも凝固点が低い酸素及びオゾンは、気体の状態でコールドトラップ３２を通過し、ラインＬ３１を通じてガス冷却部３３に導入される。一方、コールドトラップ３２で捕捉されたＮＯｘは、コールドトラップ３２の清掃運転時に昇温されて再び気化し、パージガス（例えば、酸素、窒素または非濃縮オゾンガスなど）に追い出されるようにしてラインＬ２１から排ガスラインＬ２０に排出される。なお、ラインＬ３１とラインＬ２１の流路の切り替えは、運転状態に合わせて適宜に実行される。

【００２２】

ガス冷却部３３では、ＮＯｘ除去後の非濃縮オゾンガスを、オゾン沸点以下の温度（例えば１１５Ｋ程度）まで冷却して、オゾンを凝縮させ、液化させる。この液体オゾンは、ラインＬ３２を通じて分離タンク３４に導入され、当該分離タンク３４の下部に溜まる。一方、オゾンよりも沸点が低い酸素等は、凝縮されずに気体の状態でガス冷却部３３及びラインＬ３２を通過し、分離タンク３４の上部に溜まる。分離タンク３４上部に溜まる気体は、主に酸素を含有しており、排酸素ガスとしてラインＬ３３を通じて分離タンク３４外に送出される。このようなガス冷却部３３及び分離タンク３４により、非濃縮オゾンガスから排酸素ガスが分離される。

【００２３】

前述のとおり、コールドトラップ３２とガス冷却部３３においては、非濃縮オゾンガスの冷却のための低熱源が必要である。この濃縮部３０では、極低温の低熱源としてクライオポンプ３８を備えている。クライオポンプ３８のクライオヘッド３８ａは、真空断熱チャンバ３１内部に挿入されており、クライオヘッド３８ａとコールドトラップ３２とが伝熱銅板３９ａで接続されている。また、クライオヘッド３８ａとガス冷却部３３とが伝熱銅板３９ｂで接続されている。この構成により、コールドトラップ３２とガス冷却部３３とを、極低温に冷却することが可能となり、前述のＮＯｘ除去及びオゾン液化が実現される。

【００２４】

分離タンク３４の底部には、Ｕ字管４１の一端が接続されている。このＵ字管４１の他端は、気化器３５の底部の入口３５ａに接続されている。そして、分離タンク３４内に溜まった液体オゾンは、Ｕ字管４１内にも充填される。Ｕ字管４１は、分離タンク３４内の液体オゾンを気化器３５に導くためのものであると共に、当該液体オゾンによって分離タンク３４上部に溜まる排酸素ガスと気化器３５側とを液封するものである。Ｕ字管４１によって分離タンク３４と気化器３５とは液封可能に連絡される。

【００２５】

このＵ字管４１内には、毛細管力を発現し、Ｕ字管４１内の液体オゾンを気化器３５内に導く充填材４１ａが充填されている。ここでは、充填材４１ａは金網状のものが用いられ、毛細管力を発現すべく密に構成されていると共に、気化器３５の底部の入口３５ａを通して気化器３５内に進入する構成とされている。この構成により、Ｕ字管４１内の液体オゾンは、入口３５ａを通じて気化器３５内に徐々に導入されていく。なお、この充填材

４１ａとしては、金網状の充填材に限定されるものではなく、例えば密に配置される細い金属材料やガラス繊維、例えば多数配置される細かいシリカゲルやポーラスシリカ等であっても良く、要は、毛細管力を発現する充填材であればよい。

【００２６】

気化器３５は、Ｕ字管４１からの液体オゾンを加熱して気化するためのものである。気化器３５は、円筒状の外筒を有し、その下部は下細りの擂り鉢状である底板部により閉じられており、底板部の最下端には入口３５ａが設けられていると共に、外筒の上部には濃縮オゾンガス出口３５ｂが設けられている。この気化器３５の入口３５ａは、分離タンク３４における液体オゾンの液面以上の高さに位置する。この入口３５ａを通して内部に進入する充填材４１ａは、液体オゾンを毛細管力により気化器３５内に送り込むべく、当該気化器３５の底部内面に沿って広がるように配置されている。

【００２７】

気化器３５には、加熱用のヒータ３５ｃが設けられている。ヒータ３５ｃは、気化器３５の底部に供される液体オゾンを所定の温度（例えば１６０Ｋ程度）まで加熱して気化させる。前述のとおり、気化器３５内には、酸素が分離除去された液体オゾンが導入されるので、加熱により気化される気化オゾンガスは、ほぼ１００vol％の濃度である。

【００２８】

気化器３５には、気化オゾンガスを希釈するための希釈用酸素ガスとして、酸素タンク３からの酸素がラインＬ１２を介して導入される。液体オゾンの気化で得られたほぼ濃度１００vol％の気化オゾンガスは、ラインＬ１２からの希釈用酸素ガスによって気化器３５内で所定のオゾン濃度（例えば２０～９０vol％）となるように適宜希釈され、濃縮オゾンガス出口３５ｂ及びラインＬ３を通じて、濃縮オゾンガスとして送出される。このラインＬ３の濃縮オゾンガスは、溶解部５０に導入される。また、この濃縮オゾンガスの一部の余剰分は、ラインＬ３から分岐したラインＬ２５を通じて排ガスラインＬ２０に排出される。また、ラインＬ３には、酸素タンク３からのラインＬ１３も合流しており、ラインＬ３の濃縮オゾンガスは、ラインＬ１３からの希釈用酸素ガスによっても必要に応じて希釈されて、溶解部５０に導入される。なお、本実施形態では、気化器３５で得られた気化オゾンガスをラインＬ１２からの希釈用酸素ガスで主体的に希釈するため、ラインＬ１３を省略することも可能である。

【００２９】

なお、ラインＬ１２は、気化器３５よりも上流側で熱交換部３６を通過している。熱交換部３６では、分離タンク３４からラインＬ３３を通じて排出される排酸素ガスとラインＬ１２の希釈用酸素ガスとの熱交換が行われる。これにより、希釈用酸素ガスは、熱交換部３６で所定の温度（例えば１６０Ｋ程度）に冷却された後に気化器３５内に導入される。また、排酸素ガスは、熱交換部３６から、排酸素ガスを排出するための排出ラインＬ２３を通じて排出される。

【００３０】

オゾン濃縮装置２Ａでは、気化器３５で気化される高濃度のオゾンガスは、安全性を考慮して低圧条件下で扱う必要がある。そのため、Ｕ字管４１により気化器３５と連絡される分離タンク３４においても、上部に溜まる排酸素ガスは低圧に保たれる。従って、熱交換部３６を通り排出ラインＬ２３を通じて排出される排酸素ガスも、低圧に保たれた状態となる。

【００３１】

ここで、図１に示されるように、排出ラインＬ２３には供給ラインＬ２４が接続されており、排出された排酸素ガスは、一部が供給ラインＬ２４を通じてオゾナイザ１０の１次側に供給され、オゾナイザ１０におけるオゾン含有ガス生成の原料として循環利用される。一方、循環利用されない残りの排酸素ガスは、排ガスラインＬ２０に排出される。

【００３２】

溶解部５０は、ラインＬ３から導入される濃縮オゾンガスとラインＬ１１から導入される超純水とを接触させる溶解モジュールを備えている。溶解モジュールは、高分子膜、エ

ジェクタ、マイクロリアクタなどオゾンガスを水に溶解させる装置をいう。この溶解モジュールにおいては、超純水に濃縮オゾンガスが溶解し、高濃度のオゾン水が生成される。なお、超純水に溶解されなかった余剰の濃縮オゾンガスは、ガスラインＬ２７を通じて排ガスラインＬ２０に排出される。一方、オゾン水は、ラインＬ４を通じて洗浄部７０に導入される。

【００３３】

洗浄部７０は、ラインＬ４から導入したオゾン水を、ノズルから電子部品表面に向けて噴射する。このようなオゾン水の噴射によって、電子部品表面に形成されたレジストが洗浄除去される。すなわち、洗浄部７０は、電子部品のレジスト除去の用途で用いられる。

【００３４】

なお、前述のように、電子部品洗浄装置１の各部で発生する不要なガス（ラインＬ２１の排ＮＯｘガス、排出ラインＬ２３の排酸素ガス、ラインＬ２５の排オゾンガス、及びガスラインＬ２７の排オゾンガス）は、すべて合流して排ガスラインＬ２０を通過する。そして、この排ガスラインＬ２０の不要ガスは、触媒分解装置７と排気ガス熱交換器８とを通過し、排気ポンプ９によって系外に排出される。触媒分解装置７は、不要ガスを例えば活性炭などの触媒と接触させることにより、不要ガス中のオゾンガスを比較的無害な酸素ガスに分解する。排ガス冷却器８は、不要ガスを大気に排出する前に当該不要ガスの冷却を行う。

【００３５】

次に、オゾン濃縮装置２Ａにおける供給ラインＬ２４周辺の構成について、詳しく説明する。供給ラインＬ２４には、排酸素ガスが流れる上流側から下流側にかけて、すなわち排出ラインＬ２３側からラインＬ１側にかけて、熱分解装置（残存オゾン分解手段）９２、昇圧ポンプ９３、バッファチャンバ９６、フィルタ９４、及びマスフローコントローラ（流量調整手段；以下、「ＭＦＣ」という）９７が設けられている。また、供給ラインＬ２４には、バッファチャンバ９６の２次側（下流側）と昇圧ポンプ９３の１次側（上流側）とを連結するラインＬ３０が接続されている。ラインＬ３０には、バッファチャンバ９６の下流側を１次側とし、昇圧ポンプ９３の上流側を２次側とするようにして、背圧弁（調整弁）９５が設けられている。

【００３６】

オゾン濃縮装置２Ａでは、昇圧ポンプ９３、ラインＬ３０、及び背圧弁９５を備えて、圧力調整部（供給圧力調整手段）９０Ａが構成される。圧力調整部９０Ａは、オゾナイザ１０へ供給される排酸素ガスの供給圧力を調整するものである。

【００３７】

熱分解装置９２は、排酸素ガスに含まれる残存オゾンを分解するためのものである。分離タンク３４において分離された排酸素ガスは、通常、２～３％程度のオゾンガスを残存オゾンとして含有している。熱分解装置９２は、供給ラインＬ２４を流れる排酸素ガスを、３００～４００℃に加熱する機能を有している。熱分解装置９２は、排酸素ガスを上記の温度で所定の時間（例えば数秒）加熱することにより、排酸素ガス中の残存オゾンを分解する。なお、熱分解装置９２の下流側には、排酸素ガスを室温程度に冷却するための冷却装置（図示せず）が設けられる。

【００３８】

昇圧ポンプ９３は、排酸素ガスの供給圧力を昇圧させるためのものである。昇圧ポンプ９３は、排酸素ガスを、オゾナイザ１０の原料として必要とされる所定の圧力（２００ｋＰａＧ程度）以上の圧力、例えば３００ｋＰａＧ程度にまで昇圧可能で、且つ排出ラインＬ２３を流れる排酸素ガスを圧送可能なポンプである。すなわち、昇圧ポンプ９３は、濃縮部３０から排出される排酸素ガスの一部を吸引し、循環させる。また、通常、熱分解装置９２によって残存オゾンは分解されるが、昇圧ポンプ９３は、接ガス部が耐オゾン性の材料（例えばＳＵＳ３０４，３１６、またはテフロン（登録商標））により構成されることが好ましい。また、昇圧ポンプ９３は、内部の摺動による金属粉の発生を抑えるため、摺動部が少ないか、または摺動部を有しないことが好ましい。このような昇圧ポンプ９３

としては、例えばベローズポンプを用いることができる。なお、昇圧ポンプ９３は、濃縮部３０から排出される排酸素ガスの全部を吸引するものであってもよい。

【００３９】

昇圧ポンプ９３の２次側且つＭＦＣ９７の１次側に設けられたバッファチャンバ９６は、排酸素ガスの圧力を安定化させるためのものである。バッファチャンバ９６は、供給ラインＬ２４を流れる排酸素ガスの流量に対して所定の容積を有している。バッファチャンバ９６は、所定の容積を有する容器であってもよいし、供給ラインＬ２４の一部において口径が拡大された態様であってもよい。

【００４０】

ラインＬ３０に設けられた背圧弁９５は、昇圧ポンプ９３により昇圧された排酸素ガスの供給圧力を所定の圧力に調整するためのものである。背圧弁９５は、スプリングを内蔵しており、このスプリングの設定により１次側（バッファチャンバ９６の下流側）の圧力を一定に保つ機能を有している。すなわち、背圧弁９５は、その１次側の圧力が設定された圧力以上であるときのみ開状態となり、排酸素ガスを昇圧ポンプ９３の上流側に戻す。背圧弁９５における圧力の設定は、例えば、２５０ｋＰａＧ程度とされる。

【００４１】

フィルタ９４は、昇圧ポンプ９３の磨耗等により生じた金属粉（磨耗粉）を除去するためのものである。フィルタ９４は、本実施形態のようにバッファチャンバ９６とＭＦＣ９７との間に設けられていてもよいし、供給ラインＬ２４における昇圧ポンプ９３の２次側であれば、他の箇所（例えばＭＦＣ９７の２次側）に設けられていてもよい。

【００４２】

圧力調整部９０Ａの２次側に設けられたＭＦＣ９７は、排酸素ガスの供給流量を調整するためのものである。ＭＦＣ９７は、圧力調整部９０Ａによって調整された排酸素ガスの所定の圧力に対して、排酸素ガスを一定の流量で流す機能を有している。ＭＦＣ９７における排酸素ガスの設定流量は、例えば、排出ラインＬ２３を流れる排酸素ガスの７０～８０％とされる。

【００４３】

このような供給ラインＬ２４周辺の構成による作用について説明する。分離タンク３４において分離された排酸素ガスは、大部分の酸素と、２～３％の残存オゾンとを含んで排出ラインＬ２３を通じて排出される。前述のとおり、排出ラインＬ２３における排酸素ガスの圧力は低圧とされており、ほぼ０ｋＰａＧである。排出ラインＬ２３を流れる排酸素ガスのうち、７０～８０％の排酸素ガスが、昇圧ポンプ９３によって吸引される。なお、残りの２０～３０％の排酸素ガスは、排ガスラインＬ２０に排出されて、他の不要なガスと共に触媒分解装置７、排気ガス熱交換器８等により処理される。

【００４４】

昇圧ポンプ９３によって吸引されて供給ラインＬ２４を流れる排酸素ガスは、熱分解装置９２により加熱され、これにより、排酸素ガスに含まれる残存オゾンが分解される。更に、排酸素ガスは、昇圧ポンプ９３及び背圧弁９５（圧力調整部９０Ａ）により所定の圧力に昇圧・調整される。そして、バッファチャンバ９６により圧力が安定化された排酸素ガスは、ＭＦＣ９７により、一定の流量でラインＬ１に合流し、酸素タンク３からの原料酸素ガスと混合されてオゾナイザ１０に導入される。ここで、ラインＬ１に合流する排酸素ガスの圧力は、酸素タンク３からの原料酸素ガスの供給圧力と略等しいか、原料酸素ガスの供給圧力よりもやや高くされる。

【００４５】

高濃度のオゾンガスを生成するオゾン濃縮装置２Ａでは、安全性を考慮して、濃縮部３０から排出される排酸素ガスは低圧に保たれている。一方、オゾナイザ１０においてオゾン含有ガスを生成するためには、その原料となる酸素ガスには、所定の圧力が必要となる。

【００４６】

本実施形態に係るオゾン濃縮装置２Ａによれば、濃縮部３０により分離された排酸素ガ

スは、排出ラインＬ２３及び供給ラインＬ２４を通ってオゾナイザ１０の１次側に供給される。ここで、オゾナイザ１０へ供給される排酸素ガスの供給圧力は、供給ラインＬ２４に設けられた圧力調整部９０Ａにより調整され、排酸素ガスの供給圧力が調整されることにより、オゾナイザ１０に本来供給される原料酸素ガスと、循環利用される排酸素ガスとの供給圧力に不整合が生じることを防止できる。したがって、排酸素ガスを好適に循環利用することができる。また、排酸素ガスの循環利用により、省エネルギー化及び低コスト化が図られる。

【００４７】

更に、圧力調整部９０Ａは、排酸素ガスの供給圧力を昇圧させる昇圧ポンプ９３と、昇圧ポンプ９３により昇圧された排酸素ガスの供給圧力を所定の圧力に調整する背圧弁９５と、を有するため、排酸素ガスは、昇圧ポンプ９３によって昇圧され、更に、背圧弁９５により所定の圧力に調整される。こうして、昇圧ポンプ９３と背圧弁９５とを備えることにより、昇圧ポンプ９３の吐出圧にばらつきが生じた場合であっても、排酸素ガスの供給圧力を所定の圧力に容易に調整できる。

【００４８】

また、圧力調整部９０Ａの２次側において、排酸素ガスの供給流量を調整するＭＦＣ９７を更に備えるため、オゾナイザ１０に供給する排酸素ガスの供給流量を適宜設定することができる。

【００４９】

また、ＭＦＣ９７の１次側にはバッファチャンバ９６が設けられているため、排酸素ガスの圧力がバッファチャンバ９６にて安定化し、ＭＦＣ９７によって安定した流量の排酸素ガスを供給できる。

【００５０】

また、排酸素ガスに含まれる残存オゾンが熱分解装置９２により分解されるため、供給ラインＬ２４に設けられた機器やオゾナイザ１０の保護が図られる。

【００５１】

また、昇圧ポンプ９３の２次側にはフィルタ９４が設けられているため、昇圧ポンプ９３の磨耗等により生じた磨耗粉がフィルタ９４により除去され、オゾナイザ１０に磨耗粉が流入してオゾン含有ガスが汚染されるようなことを防止できる。

【００５２】

（第２実施形態）

次に、本発明の第２実施形態に係るオゾン濃縮装置について説明する。図４に示されるように、第２実施形態に係るオゾン濃縮装置２Ｂが、図３に示された第１実施形態に係るオゾン濃縮装置２Ａと違う点は、圧力調整部９０Ａに代えて、ラインＬ３１を有する圧力調整部９０Ｂを備えた点である。このラインＬ３１は、一端がバッファチャンバ９６の下流側に接続され、他端は背圧弁９５の２次側において大気解放とされている。

【００５３】

オゾン濃縮装置２Ｂでは、排酸素ガスは、昇圧ポンプ９３及び背圧弁９５（圧力調整部９０Ｂ）により所定の圧力に昇圧・調整される。圧力調整部９０Ｂでは、背圧弁９５は、その１次側の圧力が設定された圧力以上であるときのみ開状態となり、排酸素ガスを大気に放出する。このようにして、オゾン濃縮装置２Ｂにおいても、上記したオゾン濃縮装置２Ａと同様の作用・効果が得られる。

【００５４】

（第３実施形態）

次に、本発明の第３実施形態に係るオゾン濃縮装置について説明する。図５に示されるように、第３実施形態に係るオゾン濃縮装置２Ｃが、図３に示された第１実施形態に係るオゾン濃縮装置２Ａと違う点は、圧力調整部９０Ａに代えて、バッファチャンバ９６とフィルタ９４との間に設けられた減圧弁（調整弁）９８を有する圧力調整部９０Ｃを備えた点である。また、ラインＬ３０には、背圧弁９５に代えて流量調整弁９９が設けられている。この圧力調整部９０Ｃは、昇圧ポンプ９３、ラインＬ３０、流量調整弁９９、及び減

圧弁９８を有して構成される。流量調整弁９９としては、例えば、ニードル弁が用いられる。減圧弁９８は、スプリングを内蔵しており、このスプリングの設定により２次側の圧力を一定に保つ機能を有している。

【００５５】

オゾン濃縮装置２Ｃでは、排酸素ガスは、昇圧ポンプ９３、流量調整弁９９、及び減圧弁９８（圧力調整部９０Ｃ）により所定の圧力に昇圧・調整される。これにより、オゾン濃縮装置２Ｃにおいても、オゾン濃縮装置２Ａ，２Ｂと同様の作用・効果が得られる。

【００５６】

（第４実施形態）

次に、本発明の第４実施形態に係るオゾン濃縮装置について説明する。図６に示されるように、第４実施形態に係るオゾン濃縮装置２Ｄが、図３に示された第１実施形態に係るオゾン濃縮装置２Ａと違う点は、濃縮部３０に代えて、吸着方式による濃縮部１００を備えた点である。

【００５７】

濃縮部１００は、吸着方式のオゾン濃縮手段である。濃縮部１００は、第１吸着塔１０１と、第２吸着塔１０２と、第３吸着塔１０３とを有している。これらの吸着塔１０１～１０３は、その内部にオゾンを吸着可能な吸着剤を収容している。濃縮部１００は、オゾナイザ１０から送出される非濃縮オゾンガスを、ラインＬ２を通じて導入し、吸着塔１０１～１０３のうちの２塔（図６では、ラインＬ１００により直列的に連結された第１吸着塔１０１及び第２吸着塔１０２）に通気する。濃縮部１００は、この通気により、非濃縮オゾンガス中のオゾンを選択的に吸着する。また、非濃縮オゾンガスが通気されない残りの１塔（図６では第３吸着塔１０３）からは、吸着されたオゾンが濃縮オゾンガスとして脱着されて、ラインＬ３を通じて排出される。このように、濃縮部１００は、所謂メリーゴーランド方式にてオゾンの吸着・脱着を繰り返すことにより、オゾンを濃縮するものである。

【００５８】

このようなオゾン濃縮装置２Ｄでも、オゾナイザ１０へ供給される排酸素ガスの供給圧力は、供給ラインＬ２４に設けられた圧力調整部９０Ａにより調整されるため、オゾン濃縮装置２Ａ～２Ｃと同様、排酸素ガスを好適に循環利用することができる。ここで、吸着塔１０１～１０３に代えて、オゾンを液化及び気化可能なバッチ式のチャンバを用いることができる。

【００５９】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、供給ラインＬ２４は、熱交換部３６を通過後の排出ラインＬ２３に接続される場合について説明したが、濃縮部３０に熱交換部３６が設けられない場合、分離タンク３４からのラインＬ３３に接続されてもよい。この場合、ラインＬ３３が、特許請求の範囲に記載の排出ラインに相当する。

【００６０】

また、濃縮部３０にコールドトラップ３２を設けない場合には、排酸素ガスに含まれるＮＯｘを除去するためのＮＯｘ除去部を、排出ラインＬ２３に設けてもよい。排出ラインＬ２３にＮＯｘ除去部を設けることにより、排酸素ガスを循環利用する場合のオゾン濃縮装置２Ａ～２Ｄ内におけるＮＯｘの蓄積が防止され、濃縮部３０におけるオゾンの分離・濃縮を好適に実現できる。

【００６１】

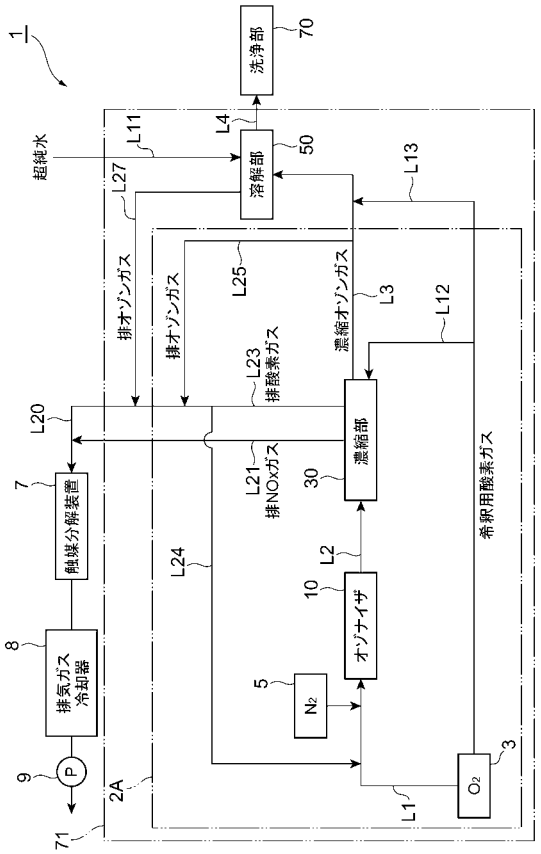
また、上記実施形態では、供給圧力調整手段として圧力調整部９０Ａ等を用いる場合について説明したが、圧力計とコントロールバルブとを用いてもよい。更に、上記実施形態では、流量調整手段としてＭＦＣ９７を用いる場合について説明したが、流量計とコントロールバルブとを用いてもよい。更にまた、上記実施形態では、ＮＯｘ除去部９１は、排出ラインＬ２３に設けられる場合について説明したが、供給ラインＬ２４に設けられてもよい。

【符号の説明】

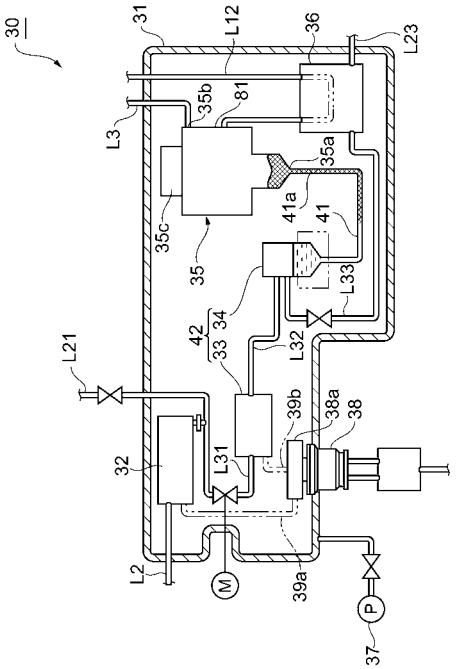
【００６２】

２Ａ～２Ｄ…オゾン濃縮装置、１０…オゾナイザ、３０…濃縮部（オゾン濃縮手段）、９０Ａ～９０Ｃ…圧力調整部（供給圧力調整手段）、９１…ＮＯｘ除去部、９２…熱分解装置（残存オゾン分解手段）、９３…昇圧ポンプ、９４…フィルタ、９５…背圧弁（調整弁）、９６…バッファチャンバ、９７…ＭＦＣ（流量調整手段）、９８…減圧弁（調整弁）、１００…濃縮部（オゾン濃縮手段）、Ｌ２３…排出ライン、Ｌ２４…供給ライン。

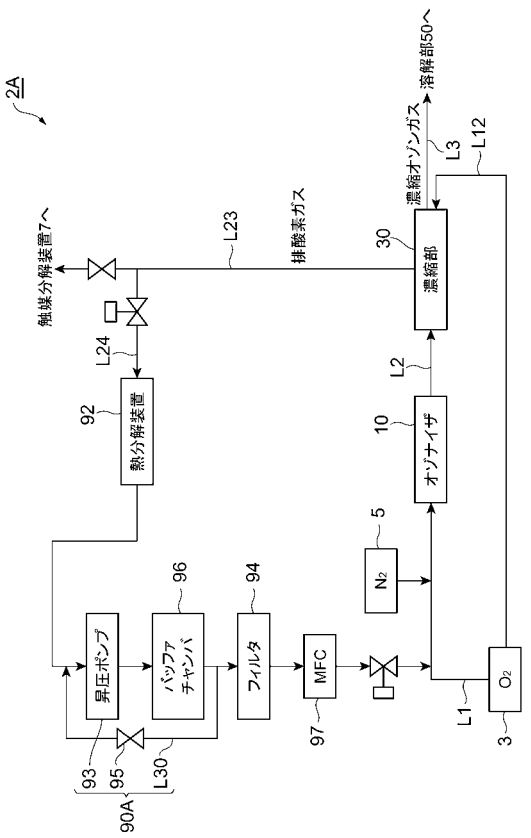
【図１】



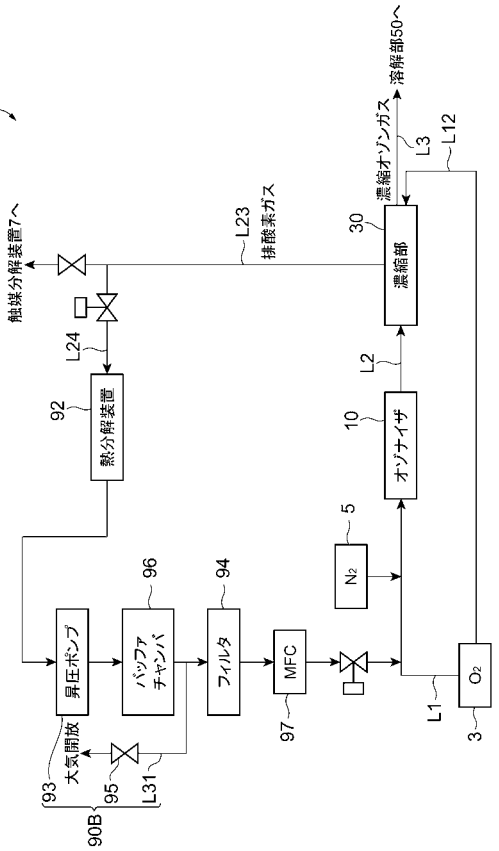
【図２】



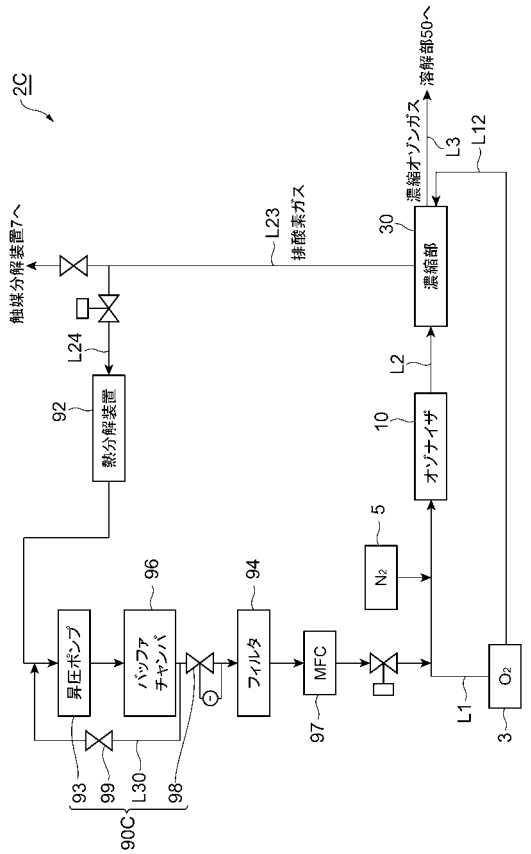
【図３】


2A
触媒分解装置7へ
L23
排酸素ガス
30
濃縮部
濃縮オゾンガス
溶解部50へ
L3
L12
L24
92
熱分解装置
L2
10
オゾナイザ
5
N2
96
バッファチャンバ
94
フィルタ
昇圧ポンプ
MFC
97
O2
3
L1
93
95
L30
90A

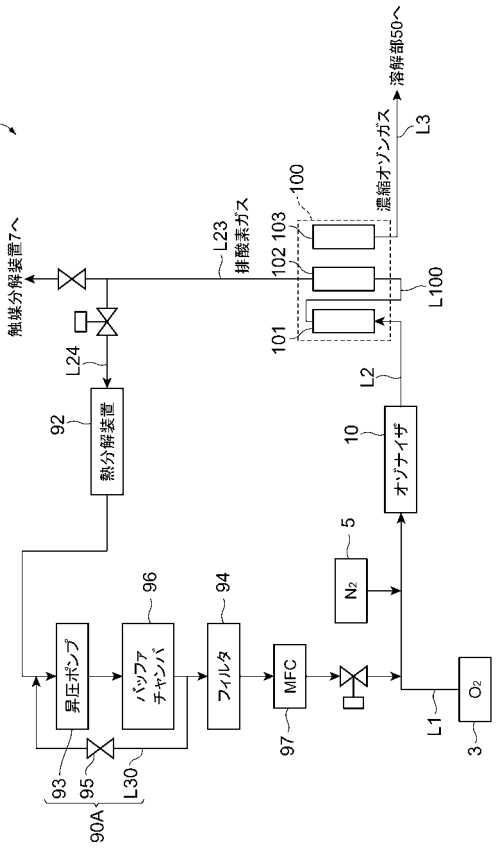
【図４】


2B
触媒分解装置7へ
L23
排酸素ガス
30
濃縮部
濃縮オゾンガス
溶解部50へ
L3
L12
L24
92
熱分解装置
L2
10
オゾナイザ
5
N2
96
バッファチャンバ
94
フィルタ
昇圧ポンプ
MFC
97
O2
3
L1
93
大気開放
95
L31
90B

【図５】


2C
触媒分解装置7へ
L23
排酸素ガス
30
濃縮部
濃縮オゾンガス
溶解部50へ
L3
L12
L24
92
熱分解装置
L2
10
オゾナイザ
5
N2
96
バッファチャンバ
94
フィルタ
昇圧ポンプ
MFC
97
O2
3
L1
93
99
L30
98
90C

【図６】


2D
触媒分解装置7へ
L23
排酸素ガス
100
102
103
101
L100
濃縮オゾンガス
溶解部50へ
L3
L24
92
熱分解装置
L2
10
オゾナイザ
5
N2
96
バッファチャンバ
94
フィルタ
昇圧ポンプ
MFC
97
O2
3
L1
93
95
L30
90A