

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4549563号
(P4549563)

(45) 発行日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日(2010.7.16)

(51) Int.Cl.

F I

B O 1 D 53/70 (2006.01)

B O 1 D 53/34 1 3 4 E

B O 1 D 53/32 (2006.01)

B O 1 D 53/32 Z A B

C O 7 B 35/06 (2006.01)

C O 7 B 35/06

C O 7 C 19/08 (2006.01)

C O 7 C 19/08

請求項の数 11 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2001-81777 (P2001-81777)
 (22) 出願日 平成13年3月22日(2001.3.22)
 (65) 公開番号 特開2002-273169 (P2002-273169A)
 (43) 公開日 平成14年9月24日(2002.9.24)
 審査請求日 平成18年11月14日(2006.11.14)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100093562
 弁理士 児玉 俊英
 (74) 代理人 100073759
 弁理士 大岩 増雄
 (74) 代理人 100088199
 弁理士 竹中 考生
 (74) 代理人 100094916
 弁理士 村上 啓吾
 (72) 発明者 和田 昇
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハロゲン含有ガスの処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する1個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記2個の電極間に供給されたハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、

上記2個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極のいずれか一方だけが冷却されており、

上記放電空間の放電空隙長を1.0mm以下とし、

上記ハロゲン含有ガス供給手段と上記放電部との間に、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度を濃縮する濃縮手段を備え、

上記濃縮手段は、ハロゲン含有ガスを、ハロゲン系ガスを濃縮した濃縮ハロゲン含有ガスとハロゲン系ガスを含有しない、または低濃度で含有する非ハロゲン含有ガスとに分離して排出し、排出された上記非ハロゲン含有ガスをハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスまたは放電部から排出される放電生成ガスのパージガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスおよび放電部から排出される放電生成ガスのパージガスとして利用することを特徴とするハロゲン含有ガスの処理装置。

【請求項2】

少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置され

た接地側電極と高電圧側電極とを有する１個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記２個の電極間に供給されたハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、上記２個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極の両方が冷却されており、上記放電空間の放電空隙長を４．０ｍｍ未満とし、

上記ハロゲン含有ガス供給手段と上記放電部との間に、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度を濃縮する濃縮手段を備え、

上記濃縮手段は、ハロゲン含有ガスを、ハロゲン系ガスを濃縮した濃縮ハロゲン含有ガスとハロゲン系ガスを含有しない、または低濃度で含有する非ハロゲン含有ガスとに分離して排出し、排出された上記非ハロゲン含有ガスをハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスまたは放電部から排出される放電生成ガスのパージガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスおよび放電部から排出される放電生成ガスのパージガスとして利用することを特徴とするハロゲン含有ガスの処理装置。

10

【請求項３】

上記濃縮手段は、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度を１ｖｏｌ％以上に濃縮することを特徴とする請求項１または２に記載のハロゲン含有ガスの処理装置。

【請求項４】

ハロゲン含有ガスに、ハロゲン系ガス濃度に応じた濃度の水蒸気、水素、酸素、オゾン、メタン、エタン、プロパンまたはアンモニアのいずれかの付加ガスを添加する付加ガス供給手段を備えたことを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のハロゲン含有ガスの処理装置。

20

【請求項５】

ハロゲン含有ガスが、空気、窒素、酸素、二酸化炭素、ヘリウム、アルゴン、ネオンまたはキセノンからなる希釈用ガス、若しくはこの希釈用ガスの混合物のいずれかによって希釈されていることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のハロゲン含有ガスの処理装置。

【請求項６】

上記濃縮手段より排出される非ハロゲン含有ガスを再度濃縮する上記濃縮手段とは別の濃縮手段を備えたことを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のハロゲン含有ガスの処理装置。

30

【請求項７】

複数個の放電部を、ハロゲン含有ガスの流れに対して直列に接続し、上記複数の放電部の中の必要とする任意の個数を駆動するようにしたことを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のハロゲン含有ガスの処理装置。

【請求項８】

直列に接続した放電部間に、放電の妨害ガスを除去する妨害物質除去手段を設けたことを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のハロゲン含有ガスの処理装置。

【請求項９】

複数個の放電部を、ハロゲン含有ガスの流れに対して並列に接続し、上記複数個の放電部の中の必要とする任意の個数を駆動するようにしたことを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のハロゲン含有ガスの処理装置。

40

【請求項１０】

少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する１個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記２個の電極間に供給されるハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、上記放電部に流入する前のハロゲン含有ガスを洗浄する洗浄手段、該洗浄後のハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガスを濃縮し、非ハロゲン系ガスからなる非ハロゲン成分ガスを分離する濃縮・分離手段、上記非ハロゲン成

50

分ガスを、ハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスまたは上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスおよび上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガスとして再利用する手段、上記放電部に水蒸気、水素、酸素、オゾン、メタン、エタン、プロパンまたはアンモニアのいずれかの付加ガスを供給する付加ガス供給手段を備え、上記２個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極のいずれか一方だけが冷却されており、上記放電空間の放電空隙長が１．０ｍｍ以下であることを特徴とするハロゲン含有ガスの処理装置。

【請求項１１】

少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する１個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記２個の電極間に供給されるハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、上記放電部に流入する前のハロゲン含有ガスを洗浄する洗浄手段、該洗浄後のハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガスを濃縮し、非ハロゲン系ガスからなる非ハロゲン成分ガスを分離する濃縮・分離手段、上記非ハロゲン成分ガスを、ハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスまたは上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスおよび上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガスとして再利用する手段、上記放電部に水蒸気、水素、酸素、オゾン、メタン、エタン、プロパンまたはアンモニアのいずれかの付加ガスを供給する付加ガス供給手段を備え、上記２個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極の両方が冷却されており、上記放電空間の放電空隙長が４．０ｍｍ未満であることを特徴とするハロゲン含有ガスの処理装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハロゲン含有ガスの処理装置に係り、特に、半導体プロセスなどの排気ガスに含まれる四フッ化炭素ガスなど、フルオロカーボン類等の処理装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

半導体デバイスあるいは液晶デバイス等の製造プロセスには、微細加工技術が不可欠であり、微細加工技術の手段として、気体プラズマによる加工が主流となりつつある。この気体プラズマによる加工は、四フッ化炭素ガス（ CF_4 ）などのフルオロカーボン類の他、種々のハロゲン系ガスを真空装置内に導入し、プラズマ化して被加工材と反応させ、反応生成物をガスとして排出し、被加工材に所望のパターンを形成する技術である。

【０００３】

被加工材と反応させた後で排出されるガスには、 CF_4 などのようにオゾン層を破壊する原因物質であるばかりでなく、地球温暖化の原因ともなるハロゲン系ガスが含まれている。このため、排気ガスに含まれるハロゲン系ガスを除去する研究が進められている。

【０００４】

例えば、特開平１１－１５６１５６号公報には、排気されたハロゲン系ガスと水素ガスまたは水素原子を含むハロゲン化物以外の気体とを混合し、この混合ガスを放電部を通過させてハロゲン系ガスを分解すると同時にハロゲン化水素を生成し、このハロゲン化水素を捕集する方法および装置が記載されている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記公報に記載の放電を利用した方法および装置は、放電部を安定、かつ高効率で動作させ、効率的な処理とランニングコスト、装置の小型化等ユーザニーズに沿った装置構造を実現するためには幾多の課題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記のような状況に鑑み、放電を利用したハロゲン含有ガスの処理装置において、高効率な処理とユーザニーズに沿った装置構造の実現を可能とするハロゲン含有ガスの処理装置を提供するものである。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る第1のハロゲン含有ガスの処理装置は、少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する1個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記2個の電極間に供給されたハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、

上記2個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極のいずれか一方だけが冷却されており、

上記放電空間の放電空隙長を1.0mm以下とし、

上記ハロゲン含有ガス供給手段と上記放電部との間に、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度を濃縮する濃縮手段を備え、

上記濃縮手段は、ハロゲン含有ガスを、ハロゲン系ガスを濃縮した濃縮ハロゲン含有ガスとハロゲン系ガスを含有しない、または低濃度で含有する非ハロゲン含有ガスとに分離して排出し、排出された上記非ハロゲン含有ガスをハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスまたは放電部から排出される放電生成ガスのパージガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスおよび放電部から排出される放電生成ガスのパージガスとして利用するものである。

【 0 0 0 8 】

本発明に係る第2のハロゲン含有ガスの処理装置は、少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する1個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記2個の電極間に供給されたハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、上記2個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極の両方が冷却されており、上記放電空間の放電空隙長を4.0mm未満とし、

上記ハロゲン含有ガス供給手段と上記放電部との間に、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度を濃縮する濃縮手段を備え、

上記濃縮手段は、ハロゲン含有ガスを、ハロゲン系ガスを濃縮した濃縮ハロゲン含有ガスとハロゲン系ガスを含有しない、または低濃度で含有する非ハロゲン含有ガスとに分離して排出し、排出された上記非ハロゲン含有ガスをハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスまたは放電部から排出される放電生成ガスのパージガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスおよび放電部から排出される放電生成ガスのパージガスとして利用するものである。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る第3のハロゲン含有ガスの処理装置は、上記第1または第2のハロゲン含有ガスの処理装置において、上記濃縮手段は、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度を1vol%以上に濃縮するものである。

【 0 0 1 0 】

本発明に係る第4のハロゲン含有ガスの処理装置は、上記第1ないし第3のいずれかのハロゲン含有ガスの処理装置において、ハロゲン含有ガスに、ハロゲン系ガス濃度に応じた濃度の水蒸気、水素、酸素、オゾン、メタン、エタン、プロパンまたはアンモニアのいずれかの付加ガスを添加する付加ガス添加手段を備えたものである。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る第5のハロゲン含有ガスの処理装置は、上記第1ないし第3のいずれかのハロゲン含有ガスの処理装置において、ハロゲン含有ガスが、空気、窒素、酸素、二酸化炭素、ヘリウム、アルゴン、ネオンまたはキセノンからなる希釈用ガス、若しくはこの希釈用ガスの混合物のいずれかにより希釈されているものである。

【0012】

本発明に係る第6のハロゲン含有ガスの処理装置は、上記第1ないし第3のいずれかのハロゲン含有ガスの処理装置において、濃縮手段より排出される非ハロゲン含有ガスを再度濃縮する上記濃縮手段とは別の濃縮手段を備えたものである。

【0013】

本発明に係る第7のハロゲン含有ガスの処理装置は、上記第1ないし第3のいずれかのハロゲン含有ガスの処理装置において、複数個の放電部を、ハロゲン含有ガスの流れに対して直列に接続し、上記複数個の放電部の中の必要とする任意の個数を駆動するようにしたものである。

10

【0014】

本発明に係る第8のハロゲン含有ガスの処理装置は、上記第1ないし第3のいずれかのハロゲン含有ガスの処理装置において、直列に接続した放電部間に、放電の妨害ガスを除去する妨害物質除去手段を設けたものである。

【0015】

本発明に係る第9のハロゲン含有ガスの処理装置は、上記第1ないし第3のいずれかのハロゲン含有ガスの処理装置において、複数個の放電部を、ハロゲン含有ガスの流れに対して並列に接続し、上記複数個の放電部の中の必要とする任意の個数を駆動するようにしたものである。

20

【0016】

本発明に係る第10のハロゲン含有ガスの処理装置は、少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する1個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記2個の電極間に供給されるハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、上記放電部に流入する前のハロゲン含有ガスを洗浄する洗浄手段、該洗浄後のハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガスを濃縮し、非ハロゲン系ガスからなる非ハロゲン成分ガスを分離する濃縮・分離手段、上記非ハロゲン成分ガスを、ハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスまたは上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスおよび上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガスとして再利用する手段、上記放電部に水蒸気、水素、酸素、オゾン、メタン、エタン、プロパンまたはアンモニアのいずれかの付加ガスを供給する付加ガス供給手段を備え、上記2個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極のいずれか一方だけが冷却されており、上記放電空間の放電空隙長が1.0 mm以下であるものである。

30

【0017】

本発明に係る第11のハロゲン含有ガスの処理装置は、少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する1個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記2個の電極間に供給されるハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、上記放電部に流入する前のハロゲン含有ガスを洗浄する洗浄手段、該洗浄後のハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガスを濃縮し、非ハロゲン系ガスからなる非ハロゲン成分ガスを分離する濃縮・分離手段、上記非ハロゲン成分ガスを、ハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスまたは上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスおよび上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガスとして再利用する手段、上記放電部に水蒸気、水素、酸素、オゾン、メタン、エタ

40

50

ン、プロパンまたはアンモニアのいずれかの付加ガスを供給する付加ガス供給手段を備え、上記２個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極の両方が冷却されており、上記放電空間の放電空隙長が４．０ｍｍ未満であるものである。

【００１８】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係るハロゲン含有ガス処理装置の実施の形態を、図に基づいて説明する。

実施の形態１．

図１は、実施の形態１を示すブロック図であり、半導体プロセス（エッチング工程）における構成を示している。図において、１はハロゲン含有ガスの排出源である半導体プロセス装置、２はハロゲン含有ガス供給手段（システムポンプ）であり、システムポンプ２はターボ分子ポンプ２１とドライポンプ２２で構成される。５はパージガス供給手段（パージガス供給設備）、３はハロゲン含有ガス処理装置、３１は洗浄手段（ウェットスクラバ）、３２はガス濃縮手段（ガス濃縮器）であり、ガス濃縮器３２はガス分離膜３２１、除酸部３２４、除湿部３２５を備えている。３２２はハロゲン成分が濃縮された濃縮ハロゲン成分リッチガス、３２３はパージガス成分がリッチな非ハロゲン成分リッチガスである。３３は放電部、３４は放電部３３に高電圧を印加する高周波電源、３５は付加ガス供給手段（付加ガス供給器）、４は酸排気設備である。図中、実線がガスの流れを示し、二点鎖線が高圧線を示す。

【００１９】

本発明は図１より理解できるように、通常の減圧プラズマによるハロゲン含有ガス処理装置と異なり、プロセスアウト、つまり半導体プロセス装置１に既設のシステムポンプ２の後段にて処理を行うことができるのが大きな特徴である。

【００２０】

半導体プロセス装置１から排出されたＰＦＣ（Perfluorocarbon）ガスを含むガス（ハロゲン含有ガス）は、パージガス供給設備５から供給され、システムポンプ２に導入されるパージガス（一般的に窒素ガス）により希釈され、０．１％程度のＰＦＣ濃度を有する希釈ガスとなる。この希釈ガスは、半導体プロセスにより生成される固形物および酸成分を多く含むため、ウェットスクラバ３１において洗浄することにより、放電部３３に不純物が混入されないようにしている。

【００２１】

本実施の形態では、ウェットスクラバ３１を用い、十分な不純物の除去率を得ているが、一般的にスクラバは除塵効率が低いといわれ、また製造プロセスにより排出される不純物の種類も異なるため、好ましくは、ドライスクラバとウェットスクラバを併用する方がよい。

【００２２】

ウェットスクラバ３１にて固形物などを除去したのち、放電部３３にＰＦＣを含むハロゲン含有ガスを導入し、プラズマにより処理・除害するのであるが、ＰＦＣを含むハロゲン含有ガスを放電部３３に導入する前に、ガス濃縮器３２にてＰＦＣガスの濃度を少なくとも１％以上、好ましくは１０％以上に濃縮し、濃縮ハロゲン成分リッチガス３２２を放電部３３に導入することでさらに効率のよい処理ができる。

【００２３】

本実施の形態では、ガス濃縮器３２にガス分離膜３２１を用いているが、その他にも、吸着剤、コールドトラップを使用しても同様の効果が得られる。ガス分離膜３２１としては、炭素膜、ポリイミド膜などを用いることができ、膜内外に圧力差を生じさせることで、ハロゲンガス成分と非ハロゲン成分ガス（パージガス成分）を容易に分離することができる。従って、分離膜３２１の前段に圧縮機を設ける、あるいは分離膜３２１の後段に真空ポンプを設ける。

【００２４】

10

20

30

40

50

ガス分離膜 3 2 1 に導入するガスはウェットスクラバ 3 1 を通過しているため、ガス中の水分は完全に飽和している可能性が高い。ガス分離膜 3 2 1 内では、上記水分がガス中に多く存在すると、ハロゲン成分と非ハロゲン成分の分離効率を低下させてしまうため、ドライヤを用いてガス露点を + 1 0 以下にして乾燥しておくことがよりよい分離効果を得ることにつながる。

【 0 0 2 5 】

ガス分離膜 3 2 1 を用いる方法以外に、吸着剤を使用して選択的に必要もしくは不必要なガス成分を吸着させることにより分離する方法があり、吸着剤としては活性炭やゼオライトなどを用いることができる。また、コールドトラップを用いることもでき、コールドトラップでは液体窒素により P F C 成分を液化回収し、その後気化する。

10

【 0 0 2 6 】

ガス濃縮器 3 2 により分離され、生成された濃縮ハロゲン成分リッチガス 3 2 2 を放電部 3 3 に導入し、非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 は除酸部 3 2 4、除湿部 3 2 5 を経て、システムポンプ 2 へ循環させ、パージガスとして再利用することができる。

【 0 0 2 7 】

ガス分離膜 3 2 1 により分離された非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 内には、ウェットスクラバ 3 1 で除去し切れなかったふっ化水素ガスなどの酸成分や固形成分が混入する可能性があるため、これらふっ化水素ガスなどの酸成分や固形成分を、ウェットスクラバ、ドライスクラバ、フィルタ、クーロン力を利用した静電チャックなどで構成された除酸部 3 2 4 を用いてシステムポンプ 2 へ循環する前に除去する必要がある。

20

【 0 0 2 8 】

また、湿式の除酸部 3 2 4 を用いた場合、非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 のガス露点は高くなっているため、システムポンプ 2 の前段で除湿器、ドライヤ、コールドトラップなどで構成される除湿部 3 2 5 を設け、ガス露点を少なくとも - 2 0 以下にするのが好ましい。

【 0 0 2 9 】

このように、ガス濃縮器 3 2 を用いて非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 を分離し、再利用することにより、パージガス供給設備 5 から新たに供給するパージガス量を大幅に軽減することができる。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、放電部 3 3 の構造を示す断面図であり、1 対の電極を有する 1 つの処理ユニットを備えた場合であり、電極の一方（設置側電極 3 3 1）だけを冷却水循環機等の冷却手段により冷却する例を示している。図 2 において、3 3 1 は導電体からなる接地側電極、3 3 2 は高電圧側電極であり、誘電体 3 3 2 A に金属膜等の導電層を形成してなるものである。3 3 3 は放電空間、3 3 4 は誘電体 3 3 2 A を介して設けられたスペーサ、3 3 5 は冷却水循環機等の冷却手段から供給される水の冷却水流路、3 3 6 はガス導入口、3 3 7 はガス排出口、3 3 8 は放電部ケース、3 3 9 は高圧端子を示し、図中の矢印はガスの流れる方向を示している。

30

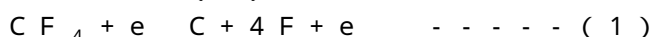
【 0 0 3 1 】

放電部 3 3 は、平行平板型のプラズマ発生部であり、接地側電極 3 3 1 と高電圧側電極 3 3 2 の接地側電極 3 3 1 との対向面に設けた誘電体 3 3 2 A を介することにより発生する無声放電プラズマにより大気圧またはその近傍圧力下でハロゲン含有ガスを処理するものである。放電空間 3 3 3 の空隙長 d はスペーサ 3 3 4 の厚さにより決定することができる。なお、誘電体 3 3 2 A は、接地側電極 3 3 1 の対向面に設けてもよく、接地側電極 3 3 1 および高電圧側電極 3 3 2 の両方の対向面に設けてもよい。

40

【 0 0 3 2 】

放電部 3 3 で発生するプラズマにより、例えば難分解性で知られる C F ₄ ガスは、電子と衝突し、下記 (1) 式のように解離する。



上記 (1) 式において e は電子を表す。

50

【 0 0 3 3 】

発明者らは、放電空隙長 1 . 0 mm および 0 . 5 mm の放電部 3 3 を用い、大気圧またはその近傍圧力下で極めて安定な高エネルギープラズマを発生することができ、低コストで難分解性であるハロゲン含有ガスに含まれるハロゲン系ガス分子の結合を直接解離させるに十分なエネルギーを供給することができることを見出した。例えば、99 . 9999 % の CF_4 ガス 1 0 0 S C C M を 3 0 0 W 程度の電力印加でほぼ 1 0 0 % 分解できる。

【 0 0 3 4 】

図 3 は、99 . 9999 % CF_4 ガスをパージガスで希釈した混合ガスを 1 kW の電力印加（従来の触媒式などでは 4 ~ 5 kW）で処理した場合の CF_4 の除害率を示す図である。図において、縦軸は CF_4 ガスの除害率（%）、横軸はパージガスの流量（SLM）であり、パージガスが窒素ガス（ N_2 ）の場合とアルゴンガス（ Ar ）の場合について示している。なお、 CF_4 ガスの流量は一定である。図 3 に示されているように、窒素ガスの流量の増大とともに（ CF_4 濃度の減少とともに） CF_4 の除害率は急激に減少する。しかし、アルゴンガスを用いた場合はその流量の増大に伴う CF_4 ガスの除害率の変化はほとんどない。この結果は、窒素ガスの振動励起などに起因するエネルギーの無効消費が大きいと考えられる。

【 0 0 3 5 】

本実施の形態においては、ガス濃縮器 3 2 を用いることにより、 CF_4 ガスがパージガスにより希釈され低濃度であっても、 CF_4 ガスを濃縮することができ、例えば、0 . 1 vol % の CF_4 を 1 vol % に濃縮した場合、放電部 3 3 の動作点は図 3 中に示した A 点から B 点へ移動させることができるので、パージガスに窒素ガスを用いても常に効率的な処理が可能となる。また、同図からは 1 vol % 以上に濃縮した点で動作させることにより窒素ガスパージにおいても 90 % 以上の除害率を保証できることがわかる。 CF_4 ガス濃度を 10 vol % に濃縮した場合は、さらにその処理効率は向上し、ほぼ 100 % 近い除害率を達成することができる。

【 0 0 3 6 】

また、0 . 1 vol % 程度の低濃度の処理対象ガスの処理においても、ガス濃縮器 3 2 により 10 倍以上に濃縮することができるため、過度なエネルギーを投入せずに、高効率にプラズマで処理することが可能となる。

【 0 0 3 7 】

上記のように、本実施の形態によれば、通常、プラズマでは効率よく分解することが困難とされていた PFC、フロンなどの難分解性ガスを、放電部 3 3 により大気圧下で高電界放電場、高エネルギー電子を生成し、1 kW 程度の低消費電力（低コスト）で分解でき、また、いかなる低濃度の難分解性ハロゲン含有ガスであってもガス濃縮器 3 2 により高い除害率を維持できる。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、放電空隙長 d による CF_4 ガスの除害率の変化を示す。図 4 において、 CF_4 ガス流量およびパージガス流量は一定（ CF_4 ガス濃度一定）である。この結果に示されているように、放電空隙長 d が小さいほど、同一投入電力における CF_4 ガスの除害率は上昇し、特に放電空隙長 d が 1 . 0 mm 以下であれば、放電空隙長 d による CF_4 ガスの除害率の差は小さくなり、 d が 1 . 0 mm で除害率は 80 % を初めて越え、さらに d を小さくすることで、90 % 以上の除害率を得ることができる。逆に、 d が 1 . 0 mm を越えて大きくなると、 d による除害率の低下は極めて大きく、除害率 70 % すら達成することが困難になる。したがって、上記のように、放電空隙長 d を 1 . 0 mm 以下とすれば、ハロゲン含有ガスの分子結合を直接解離させるに十分なエネルギーを有効に投入することができる。

【 0 0 3 9 】

処理するハロゲン含有ガスは、図 2 に示したように、平板状の放電空間 3 3 3 全周囲から中央部へ向かって導入され、無声放電プラズマにより処理されながら、中央部に設置されているガス排出口 3 3 7 から取り出すことができる。このように、電極 3 3 1 の中央部

10

20

30

40

50

に処理済みガスの排出口を設け、電極 3 3 1 の周囲から処理するハロゲン含有ガスを供給することによって、放電空間 3 3 3 に対して均一なガス流路を形成でき、かつ、コンパクトな放電部 3 3 を容易に実現することができる。さらに、複数の放電空間を形成するためには電極を積層していただくだけでよく、大容量化してもコンパクトな装置を形成することができる。

【 0 0 4 0 】

本実施の形態では、接地側電極 3 3 1 にステンレス鋼を用い、かつ、このステンレス鋼の放電空間側を Al_2O_3 でコーティングしている。また、高電圧側電極 3 3 2 には導電層を有する Al_2O_3 プレートを使用している。

【 0 0 4 1 】

また、スペーサ 3 3 4 はステンレス鋼で板状に所定の厚さに形成されたものを用い、ガスの流れを妨げないように設置し、放電空隙長を一定に維持している。放電空間 3 3 3 の冷却には、接地側電極 3 3 1 内の冷却水流路 3 3 5 を循環させた低温冷却水による冷却手段により冷却する。

【 0 0 4 2 】

また、接地側電極 3 3 1 および高電圧側電極 3 3 2 の両電極を金属製とし、各々の放電空間側表面を Al_2O_3 でコーティングし、両電極 3 3 1 , 3 3 2 内部に冷却水を流した形態をとっても効果的である。両電極 3 3 1 , 3 3 2 に冷却水を流すことにより、一方の電極にだけ冷却水を流す場合に比して放電空間 3 3 3 の冷却効率が 4 倍以上向上するため、放電部を 1 / 4 以下の大きさにコンパクト化できる。ただし、この場合は冷却水としてイオン交換水もしくは純水を使用する必要がある。

【 0 0 4 3 】

本発明における無声放電プラズマは比較的低温であるため、放電部 3 3 の後段の排気配管には P V C などの耐酸性で安価な樹脂配管が使用できる。

【 0 0 4 4 】

図 5 は、放電空隙長と放電空間の平均ガス温度の関係を示す図である。同図によれば、上記のように、放電空隙長を 1 . 0 mm 以下とした場合、放電空間 3 3 3 の平均ガス温度は 1 0 0 ~ 2 0 0 程度となる。平均ガス温度 1 0 0 ~ 2 0 0 程度でプラズマ処理されたハロゲン含有ガスは、ハロゲン含有ガス処理装置 3 から排出される際に 5 0 以下に自然冷却されており、P V C などの配管が使用できるため極めて経済的である。2 0 0 を大きく越えると配管に対する熱的負荷が問題となり、P V C ではなくステンレス鋼などを用いる必要があり、工事費が重むため好ましくない。

【 0 0 4 5 】

また、 Al_2O_3 プレートは脆性であり、微少な機械的な応力が印加されたまま、高電圧を印加する（数百 の温度上昇がある）と破損する可能性が生じるが、放電空隙長を 1 . 0 mm 以下とすることによって、平均ガス温度が 2 0 0 以下となり、 Al_2O_3 プレートの破損防止に対しても効果がある。さらに、ハロゲン含有ガスの除害率向上を考慮すれば、好ましくは 0 . 5 mm 以下の放電空隙長によって放電場を形成する。

【 0 0 4 6 】

上記のように、放電空隙長を 1 . 0 mm 以下、好ましくは 0 . 5 mm 以下に設定することによって、ハロゲン含有ガス分子の結合を解離させる投入エネルギーを低くし、より高い電界放電場を形成でき、熱的には低温で処理を行うことができる。

【 0 0 4 7 】

本実施の形態の説明では、接地側電極 3 3 1 を冷却する場合を示したが、放電部 3 3 の接地側電極 3 3 1 および高電圧側電極 3 3 2 のすべてを冷却した場合は、前述のように、放電空間 3 3 3 の冷却効果を 4 倍向上させることができるので、放電空隙長を 4 . 0 mm 未満、好ましくは 2 . 0 mm 以下に設定することによって、放電部 3 3 をコンパクト化することができる。

【 0 0 4 8 】

また、ハロゲン含有ガスをプラズマにより処理する際、図 1 に示した付加ガス供給手段

10

20

30

40

50

(付加ガス供給器) 35 から付加ガスを添加し、希釈することによって、ハロゲン系ガス分子の遊離した各構成原子を処理し易い分子に再生させることができる。主なハロゲン系ガスはプラズマで分子結合が切断されると、炭素原子およびフッ素原子が遊離する。これらの原子で大気放出可能もしくは処理が極めて容易なガスとして再生するには、ハロゲン含有ガスに水(水蒸気)を添加し、水の共存状態でプラズマ処理することにより、二酸化炭素、フッ化水素等のガス分子にする。

【0049】

水の添加量はハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度により一義的に決定でき、そのハロゲン系ガス濃度を C_p 、添加する水(水蒸気)の濃度を C_h とすると、 $C_h / C_p = 0.5 \sim 3$ 、好ましくは $C_h / C_p = 1 \sim 2$ とする。

10

【0050】

また、再生した二酸化炭素はハロゲン含有ガスに比べて極めて地球温暖化に対する影響が小さいガスであるため、大気放出しても地球温暖化に対する影響は PFC ガスなどに比べ非常に小さい。

【0051】

また、再生したフッ化水素は、一般的に半導体製造設備内に保有されている酸排気設備 4 に排気し、処理することができるので、酸排気設備を別に設けなくても簡単に無害化でき、大規模な設備投資は必要としない。

【0052】

上記のように、本実施の形態においては、放電空隙長を 1.0 mm 以下、好ましくは 0.5 mm 以下と設定することによって、プロセスアウトの設置場所にて、低コストで、プラズマによるハロゲンガス含有ガスの処理が効率よく実施できるようになる。また、すべての電極を冷却すれば、放電空間の冷却効果が 4 倍以上向上するため、装置を小型化することができる。その場合の放電空隙長は 4.0 mm 未満、好ましくは 2.0 mm 以下とすることができる。

20

【0053】

また、半導体プロセス装置 1 から排出されるハロゲン含有ガスのハロゲン系ガス濃度が低濃度である場合でも、ガス濃縮器 32 を用いることにより高い除害率を維持することができる。

【0054】

さらに、ガス濃縮器 32 を利用し非ハロゲン成分リッチガス 323 を分離し再利用することによって、システムポンプ 2 に供給する新たなパージガスを大幅に減らすことができ、省エネルギー化ができる。

30

【0055】

実施の形態 2.

半導体・液晶製造プロセスに使用されるハロゲン含有ガスには、フッ素化合物ガスとして、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_8 、 CHF_3 、 NF_3 、 SF_6 などがある。以下これらを総称して PFC ガスとする。

【0056】

また、家電製品などから回収されるハロゲン含有ガスには、CFC (Chlorofluorocarbon) ガス、HCFC (Hydrochlorofluorocarbon) ガス、HFC (Hydrofluorocarbon) ガスがある。

40

【0057】

上記 PFC ガス、CFC ガス、HCFC ガス、HFC ガスは、大気放出ができず、特に安定で分解が困難とされるガスである。

【0058】

上記実施の形態 1 に示したハロゲン含有ガスの処理装置により、上記 CFC ガス、HCFC ガスおよび HFC ガスを容易に処理することができる。

【0059】

図 6 は、実施の形態 2 を示すブロック図であり、CFC ガス、HCFC ガスおよび HFC

50

Cガス含有ガスの処理方法を説明する図である。図6(b)は家電製品の貯蔵容器1A内のCFCガスおよびHFCガス含有ガスの処理工程を示し、図6(a)は半導体プロセスから排出されるPFCガスの処理工程を図6(b)と対比して示している。同図において、前処理とはスクラバ31などによる洗浄工程を示している。

【0060】

家電製品貯蔵容器1AなどからCFCガス、HCFCガスおよびHFCガス含有ガスを回収する場合、回収場所は半導体工場のように、図6(a)に示した酸排気設備4などを持ちあわせていない場合が多い。そこで、図6(b)に示したように、ポンプ20により処理対象ガスを放電処理部33に引き込み、プラズマ処理した後で、アルカリ溶液などによる湿式処理などの後処理設備4Aでしゅりすることが必要であり、例えば水酸化カルシウム溶液を用いて中和し、ふっ化カルシウム、塩化カルシウムとして無害化し、回収する工程を加える。また、この場合には洗浄等の前処理は一般的に不要であるが、実施するのが好ましい。

10

【0061】

実施の形態3.

図1において、放電部33にPFC含有ガスとともに付加ガス供給器35から添加するガスは、水蒸気の他に、水素、酸素、オゾン、メタン、エタン、プロパン、アンモニアまたはこれらの混合物とする。

【0062】

これらのガスをマスフローコントローラや流量計にて流量を制御し、放電部33に導入すればよい。また、上記添加ガスを水に溶解させた溶液、例えば、水素水、オゾン水、さらにはエタノール、メタノールなど有機溶剤を溶解させた溶液を収納した溶液槽にPFC含有ガスを導入し、溶液中をバブリングさせるなどしてPFC含有ガスと共存させても水(水蒸気)等を放電部に添加した場合と同様の効果が得られる。

20

【0063】

付加ガス供給器35から、上記ガス種または溶液を添加することにより、プラズマにより分解した処理対象ガス分子を、工場に既設の設備で容易に処理する、あるいは地球温暖化への影響がより小さいガス分子に変換することができる。

【0064】

実施の形態4.

30

半導体・液晶プロセスでは、図1に示したシステムポンプ2のパージガスは窒素ガスであることが多いため、本発明の装置において処理するPFCガスは窒素で希釈されているのが好ましい。しかし、窒素の他に空気や酸素で希釈されていても同様にパージガスごと直接処理することができる。

【0065】

また、図1に示したように、ガス濃縮器32を用いた場合は、非ハロゲン成分リッチガス323を分離し、システムポンプ2に再利用できるため、窒素、空気、酸素よりも高価なヘリウム、アルゴン、ネオン、キセノンで希釈してもランニングコスト的に問題はない。また、処理対象ガス中のハロゲン系ガスを高効率に濃縮できることから、処理対象ガスのハロゲン系ガス濃度の高低にかかわらず常に高効率に処理することができる。

40

【0066】

特に、ヘリウム、アルゴン、ネオン、キセノンは、放電場でのエネルギー消費が極めて少ないため、プラズマ処理においても、さらに効率的な処理ができる。

【0067】

実施の形態5.

図7は、実施の形態5を示すブロック図であり、非ハロゲン成分リッチガス323をシステムポンプ2のパージガスとして再利用するパージガス供給システムを示している。図において、図1と同一符号は同一部分または相当部分を示す。326はマスフローメータなどの流量計、327は水分ドレイン、36は演算ユニット、37はマスフローコントローラなどの流量調節手段であり、実線はガスの流れ、一点鎖線は信号線、二点鎖線は高圧

50

線を示す。

【 0 0 6 8 】

ガス濃縮器 3 2 を用いた場合、濃縮されたハロゲン成分リッチガス 3 2 2 は放電部 3 3 へと導入されるが、ガス濃縮器 3 2 に導入された P F C 含有ガス内の非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 は、別ポートより排出される。

【 0 0 6 9 】

ガス濃縮器 3 2 からの非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 を除酸、除湿した後、流量計 3 2 6 でその流量 Q_1 を検知する。その流量信号を電流または電圧信号等の検知信号に変換し、システムポンプ 2 に対して必要とするパージガス流量 Q_0 を記憶させておいた演算ユニット 3 6 に導入する。演算ユニット 3 6 は市販の計装用演算変換器やリニアライザを用い
10

【 0 0 7 0 】

このパージガス供給システムにより、ガス濃縮器 3 2 の濃縮効率が変動しても常に一定流量のパージガスをシステムポンプ 2 に供給でき、半導体プロセスおよびシステムポンプ 2 のインターロック動作などに影響を及ぼさない。

【 0 0 7 1 】

実施の形態 6 .

図 8 は、実施の形態 6 を示すブロック図であり、図において、図 1 と同一符号は同一部分または相当部分を示す。本実施の形態は、非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 をシステム
20

【 0 0 7 2 】

P F C 成分をガス濃縮器 3 2 で濃縮することにより、放電部 3 3 で処理した後のガスは極めて高濃度のふっ化水素ガスを含有する。半導体工場の設備にもよるが、放電部 3 3 から酸排気設備 4 にいたる配管が高濃度のふっ化水素ガスに耐えられない場合があるが、非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 の一部を、システムポンプ 2 へのパージガスとして再利用すると同時に放電部 3 3 の後段へもフィードし、放電生成ガスを希釈することによって放電部 3 3 から酸排気設備 4 にいたる配管に対する高濃度のふっ化水素ガスによるダメージ
30

【 0 0 7 3 】

図 8 において、3 2 8 がシステムポンプ 2 のパージ成分、3 2 9 が排気ガスのパージ成分である。分離された非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 を 2 方に分岐し、一方をシステムポンプ 2 のパージガスとして利用し、もう一方を放電生成ガスの希釈として利用する。好ましくは、ポンプパージ成分 3 2 8 は、コールドトラップまたはドライヤなどの除湿部 3 2 5 を用いて、ポンプ内での水分凝縮などを防止するためにガス露点を 2 0 以下とする。また、除湿の前段で非ハロゲン成分リッチガス 3 2 3 内のふっ化水素などの不純物を除酸部 3 2 4 で除去しておくのが好ましい。排気ガスのパージ成分 3 2 9 に関しては除酸・除湿などの手段が不要でそのまま利用することができる。
40

【 0 0 7 4 】

図 9 は、ガス濃縮器 3 2 内にガス分離膜 3 2 1 と高分子製中空糸分離膜による水分濃縮部 3 2 0 とを設置したものである。

【 0 0 7 5 】

図 8 においては、システムポンプ 2 へパージガス成分を再利用する際に、除酸部 3 2 4 によりほぼ飽和している水分量をパージガスリッチ成分 3 2 3 より除去する必要があり、そのため、ドライヤ、コールドトラップなどの除湿部 3 2 5、水分ドレイン 3 2 7 (この水分の pH は低い可能性があるため取り扱いおよび廃棄には注意が必要である) など数種の機器を設置する必要が生じた。

【 0 0 7 6 】

一方、図 9 においては、ガス濃縮器 3 2、除酸部 3 2 4 および水分濃縮装置 3 2 0 のみ
50

の設置で、ドライヤなど電力を消費する機器は少なくとも必要がなくなり、コスト的にもフットプリント的にも有利になる。ガス分離膜 3 2 1 および水分濃縮部 3 2 0 はともに中空系分離膜で構成されているが、ガス濃縮器 3 2 は前述のとおり、ハロゲン成分と非ハロゲン成分の分離が実施できる。水分濃縮部 3 2 0 は、非ハロゲン成分内の水分と他成分の分離に用いる。水分は他成分の中空系膜への透過速度に比して極めて透過速度が大きいので、容易に両者を分離することができる。

【 0 0 7 7 】

排気ガスパージ成分 3 2 9 への水分量は問われないため、図 9 では水ドレインから排出すべき水分をすべて排気ガスパージ成分 3 2 9 とともに排出することができる。

【 0 0 7 8 】

水分濃縮部 3 2 0 は、市販されているポリイミド樹脂などによる中空系膜を用いるだけで容易に実現でき、水分濃縮部 3 2 0 により、システムポンプ 2 のパージ成分 3 2 8 は少なくともガス露点 2 0 以下に自動的になり、コールドトラップやドライヤなどの設備および水分排出のドレインが不用となり、十分なコストダウンを実施できる。

【 0 0 7 9 】

以上のような構成によって、ガス濃縮器 3 2 を用いることにより、システムポンプ 2 のパージガス供給設備 5 からの新規パージガスの導入量の低減、放電生成ガスの高濃度化による危険性を回避することができる。

【 0 0 8 0 】

実施の形態 7 .

図 2 において、接地側電極 3 3 1 または高電圧側電極 3 3 2、接地側電極 3 3 1 と高電圧側電極 3 3 2 両方の素材にステンレス鋼の他、アルミニウム合金、チタン合金、インコネル、あるいはハステロイを用いてもよい。

【 0 0 8 1 】

本発明においては、放電部 3 3 でふっ化水素が発生し、付加ガスとして水（水蒸気）を共存させた場合は、極めて厳しい腐食環境下に置かれる。従って、インコネル、ハステロイは耐食性に優れた素材であり、そのまま使用できるが、アルミニウム合金およびチタン合金を用いる場合は、耐食性を向上させるための表面処理が必要になる。

【 0 0 8 2 】

アルミニウム合金およびチタン合金を用いる場合、陽極酸化法などにより表面に酸化膜を形成する、溶射などにより耐腐食性酸化膜を形成する、あるいはふっ素樹脂などをコーティングして利用することによって耐腐食性を向上させることができる。

【 0 0 8 3 】

また、アルミニウム合金を用いる場合は、半導体工場内の冷却水系統をアルミニウムで汚染しないように電極内面の冷却水接触部にも同様の処理を施しておいた方がさらに良い。

【 0 0 8 4 】

実施の形態 8 .

図 2 において、放電部 3 3 に設置する誘電体 3 3 2 A には、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 MgO 、 La_2O_3 、 CaO 、 SiO_2 、ふっ素系樹脂、アクリル系樹脂を含有するものを用いることができる。電気絶縁性、耐食性に優れ、 $\tan \delta$ が小さく発熱が少ないものを選択するのが良い。

【 0 0 8 5 】

十分な絶縁性、耐腐食性および良好な二次電子放出特性を有する上記のような誘電体を放電部に介在させることにより、装置の安定性、長寿命化、高効率エネルギー投入を実現できる。

【 0 0 8 6 】

また、誘電体 3 3 2 A の口径は、導電層からなる高電圧側電極 3 3 2 および接地側電極 3 3 1 の口径よりも大きく、高電圧側電極 3 3 2 の口径は接地側電極 3 3 1 の口径よりも大きくするのがよい。このような誘電体 3 3 2 A の口径及び電極 3 3 1、3 3 2 の口径と

10

20

30

40

50

の大小関係を有することにより、沿面放電、異常放電が回避でき、理想的なエネルギー投入が実施でき、かつ装置の安定性、長寿命化を実現することができる。

【 0 0 8 7 】

実施の形態 9 .

図 2 において、放電部 3 3 に設置するスペーサ 3 3 4 には、ステンレス鋼、アルミニウム合金、チタン合金、インコネル、ハステロイ、セラミクス、ふっ素系樹脂、耐熱性プラスチックから形成された素材を使用する。

【 0 0 8 8 】

放電部 3 3 におけるプラズマ処理により腐食流体が発生するため、上記素材をそのまま、または表面処理を実施して用いることで装置の耐腐食性が向上し、メンテナンス期間を十分長くとることができる。

10

【 0 0 8 9 】

アルミニウム合金およびチタン合金を用いる場合は、放電部におけるプラズマ処理により腐食流体が発生するため、ふっ化処理を施す、あるいは表面に酸化膜を形成することによって、さらに装置の耐腐食性が向上し、メンテナンス期間を十分長くとることができる。

【 0 0 9 0 】

また、放電空隙長が大きくなると、放電空間 3 3 3 の冷却効果が低下するため、樹脂・プラスチックを使用する場合は、その耐熱性を考慮する必要がある。

【 0 0 9 1 】

20

また、電極製作時に電極表面にスペーサ部を削り出しなどで形成したり、または上記材料によるスペーサ 3 3 4 を電極表面に接着などにより固定し、スペーサ 3 3 4 ごと電極表面を下記の実施の形態 1 0 に示す被覆材料で被覆しておくのがよい。

【 0 0 9 2 】

実施の形態 1 0 .

図 2 において、放電部 3 3 内の電極が、プラズマ処理したガスと接する接ガス部は、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 MgO 、 La_2O_3 、 CaO 、ふっ素系樹脂、耐熱性プラスチックのいずれかの被覆材により被覆する。

【 0 0 9 3 】

放電部におけるプラズマ処理により腐食流体が発生するため、腐食流体が接触する部材に上記被覆材を被覆することにより、装置の耐腐食性が向上し、メンテナンス期間を十分長くとることができる。

30

【 0 0 9 4 】

実施の形態 1 1 .

図 2 において、電極 3 3 1 , 3 3 2 およびスペーサ 3 3 4 をアルミニウム合金またはチタン合金で形成した場合、その表層をふっ化処理する。ふっ化処理により、表層に形成される膜厚数十 μm 程度の緻密なふっ化物層により腐食環境下における耐食性を有することになる。さらに、ふっ化処理した後に、その上から実施の形態 1 0 で示した被覆材で被覆することによって、より一層よい耐食性が得られる。

【 0 0 9 5 】

40

実施の形態 1 2 .

図 1 0 は、実施の形態 1 2 を示す断面図であり、図 2 と同一符号は同一部分または相当部分を示す。本実施の形態は、放電空間 3 3 3 の数が 2 個の場合を示している。放電空間 3 3 3 の数が 2 個（接地側電極 3 3 1 のみ冷却）の場合、接地側電極 3 3 1 の数は 2 個となる。接地側電極 3 3 1 が放電部 3 3 のケース 3 3 8 の一部を兼ねるようにすることにより放電部 3 3 の構造が簡単となり、かつ構成部材を少なくできるので、コンパクトな処理装置を形成することができるとともに、メンテナンスの容易さ、イニシャルコストの低減を実現することができる。

【 0 0 9 6 】

なお、3 3 0 は給電部材を示し、2 個の高電圧側電極 3 3 2 に同時に高電圧を印加して

50

いる。また図中の矢印はガスの流れを示している。

【0097】

放電空間333の数は、2個に限られるものではなく3個以上にすることができる。放電空間333の数がN個（Nは2以上の偶数）となった場合、1番目と $(N/2)+1$ 番目の接地側電極331はケース338の一部を兼ねることができ、放電空間333の数が増大するにともなう処理ユニット数の増大・処理容量の大容量化に対しても十分なコスト低減が実施できる。なお、すべての電極を冷却した場合も同様に、放電空間数がN個の場合、1番目と $(N/2)+1$ 番目の接地側電極がケース338の一部を兼ねることになる。

【0098】

実施の形態13.

図2、図10に示した放電部33内では、 Al_2O_3 等のセラミクスなど、割れる可能性のある部材を用いる場合がある。セラミクスは急激な温度昇降や熱応力、機械的なストレスを受けると破損する。そのため、放電空間での温度上昇や外的な衝撃が与えられた場合にそれを吸収する働きをする部材が必要となる。

【0099】

図11は、実施の形態13を示す断面図であり、図2と同一符号は同一部分または相当部分を示す。本実施の形態は、放電空間が2個、つまり放電部が2個の場合に弾性体を含んだ場合を示している。同図において、6は給電体、7は弾性体、8は給電板である。給電体6、弾性体7、給電板8は各々金属製で同電位を保つようになっており、給電体6と放電部の高電圧側電極332が密着接触する。したがって、給電体6の高電圧側電極接触部は高精度な仕上げ加工となっている。

【0100】

弾性体7は、給電体6および給電板8を介して放電部の高電圧側電極332を支持し、放電部の熱的、機械的なストレスを吸収し、破損の可能性のある部材を保護する。弾性体7による熱的、機械的なストレスの吸収によって、常に安定な放電状態が得られ、放電空間333の温度上昇による破損を抑制することができる。

【0101】

また、本実施の形態では、弾性体7が、給電部材としての機能と弾性による放電部の電極部材の保護機能を兼ねるようにしているので、装置容積が大きくなるのを回避することができる。

【0102】

実施の形態14.

図2、図10のような放電空間333の温度上昇およびハロゲン含有ガスの露点の上昇を抑制するために、放電部33のケース338が冷却できる構造としておくことによって、放電空隙長が大きくなり、放電空間の温度が上昇する場合でも、安定動作を実現することができる。

【0103】

ケース338に冷却水配管を巻きつけておく、あるいはケース338壁内に冷却水配管を鑄込んでおくなどして、必要に応じて冷却水を循環させればよい。ここで用いる冷却水は、電極の冷却水系統から分岐して接続すれば、新たに冷却水系統を設ける必要がない。

【0104】

実施の形態15.

図12は、実施の形態15を示すブロック図であり、図1と同一符号は同一部分または相当部分を示す。本実施の形態は、放電部を複数段設けた場合を示している。図12(a)は、複数の放電部33A, 33B, ... 33Nを処理ガスの流れに対して直列に設置し接続した場合であり、より高濃度かつ難分解性ガスを処理する場合に効果がある。特に、このように直列に放電部を接続する場合は、1段目の放電部33Aで処理できなかったガスや1段目の放電により新たに生成したガス状放電生成物をN段（ $N=2, 3, \dots$ ）目の放電部で処理することが可能となる。

【 0 1 0 5 】

また、処理すべきハロゲン含有ガスの流量または濃度に応じて、複数個の放電部の中の必要とする個数の放電部を駆動することによって、高効率に処理することができる。

【 0 1 0 6 】

また、途中のN段目の放電部において、放電を妨害する妨害ガス、例えばふっ化水素などが発生する場合には、図中に示した妨害物質除去器32Aを最終段以外の各放電部の後段にも設けることによって、妨害ガスが各段の放電部に流入するのを防止することができ、トータルの処理効率が向上する。

【 0 1 0 7 】

妨害物質除去器32Aには、例えば、水や薬液による湿式処理または吸着剤による乾式処理を採用することにより、処理対象ガス中から妨害ガスを除去することができる。湿式処理による方法では、ウェットスクラバもしくはバブリングにより妨害ガスを水または薬液に溶解させて除去する。乾式吸着処理による方法では、容器内もしくは配管内に活性炭、アルミナ、ゼオライトなどの吸着剤を充填し、この吸着剤の中を通過させ、吸着剤に吸着させて妨害ガスを除去する。

【 0 1 0 8 】

また、 K_3NiF_7 などのふっ素吸蔵合金やLiF、NaF、KFなどの固体アルカリ金属と妨害ふっ素成分を反応させ吸収させることもできる。

【 0 1 0 9 】

また、放電部の放電空間に吸着剤やふっ素吸蔵合金などを設置し、吸着剤やふっ素吸蔵合金共存の下で放電を発生させることによって、妨害ガスの生成と同時に吸着剤やふっ素吸蔵合金に吸着させて妨害ガスの除去を行い、処理効率の低下を未然に防止することができる。さらに、コールドトラップを用い、ふっ化水素のみ除去してもよい。

【 0 1 1 0 】

また、図12(b)に示したように、放電部を処理ガスの流れに対して並列に設置・接続し、処理流量、あるいは濃度に応じて、必要な個数の放電部を動作させ、放電空間の面積を増減させればよい。また、処理流量、あるいは濃度が増大した場合には、電極の口径を大きくするといった方法でもよい。

【 0 1 1 1 】

実施の形態16.

図13は、実施の形態16を示すブロック図であり、図1と同一符号は同一部分または相当部分を示す。同図に示したように、放電部33の前段にハロゲンのガス種検知手段9を備え、その検知信号を電流または電圧信号に変換し、電流または電圧信号を演算ユニット12を介して電動バルブ10および高周波電源34に送信する。あらかじめ演算ユニット12に処理すべきガス種を記憶させておき、記憶させたガス種を含むガスが通過したときのみ、放電部33に電力を印加できるようにする。図中、実線はガスの流れ、一点破線は信号線、二点鎖線は高圧線を示す。

【 0 1 1 2 】

ガス種検知手段(ガス種検知器)9は、記憶させているガス種を検知したときに警報を発するガス警報機と同様のものを用いればよい。本発明のハロゲン含有ガス処理装置は通常24時間連続運転となるが、放電部33の駆動に関しては、半導体プロセス装置が実際に処理を実施しているときのみ、処理を必要とするハロゲン含有ガスが流入するため、このハロゲン含有ガス流入時のみ放電部33を駆動させるようにする。プロセスが処理を行っておらず、パージガスのみ流れている場合は、電動バルブ10にてバイパス配管11にガスが流れるようにする。また、直列または並列に複数の放電部33が接続されている場合も同様である。

【 0 1 1 3 】

本実施の形態によれば、放電部前段にガス種検知手段9を設け、検知したガス種検知信号を電流または電圧信号に変換し、演算ユニット12を介して送られた電流または電圧信号によって、高周波電源34は、処理が必要となるガスが導入される場合のみ放電部33

10

20

30

40

50

を駆動させるので、ランニングコストの大幅な低減を図ることができる。

【 0 1 1 4 】

実施の形態 1 7 .

図 1 4 は、実施の形態 1 7 を示すブロック図であり、図 1 と同一符号は同一部分または相当部分を示す。同図に示したように、放電部 3 3 前段にガス流量検知器 1 3 を備え、検知した検知信号を電流または電圧信号に変換し、その変換された信号を演算ユニット 1 2 を介して高周波電源 3 4 に送信する。図中、実線はガスの流れ、一点破線は信号線、二点破線は高圧線を示す。

【 0 1 1 5 】

演算ユニット 1 2 は、あらかじめ流量と電力の相関関係がインプットされており、送信された電流または電圧信号に応じた電力を放電部 3 3 に印加するような信号を高周波電源 3 4 に送信する。演算ユニット 1 2 には同時に放電部 3 3 の定格電力もインプットされており、一台の放電部 3 3 の定格を超える場合は、並列に接続された複数台の放電部を駆動させる。

10

【 0 1 1 6 】

本実施の形態によれば、検知したガス流量を電流または電圧信号に変換し、演算ユニット 1 2 に送られてきた電流または電圧信号によって、上記ガス流量に対して必要とする放電部の数だけを動作させるので、無駄なエネルギーを浪費することなく、効率よく処理することができる。

【 0 1 1 7 】

20

実施の形態 1 8 .

図 1 5 は、実施の形態 1 8 を示すブロック図であり、図 1 と同一符号は同一部分または相当部分を示す。同図に示したように、放電部 3 3 の前段にガス濃度検知器 1 4 を備え、検知した濃度信号を電流または電圧に変換し、その変換された信号を演算ユニット 1 2 を介して付加ガス供給器 3 5 に送信する。図中、実線はガスの流れ、一点鎖線は信号線、二点鎖線は高圧線を示す。

【 0 1 1 8 】

演算ユニット 1 2 にはハロゲンガス濃度と、その濃度に対して必要とする付加ガス量の相関関係がインプットされており、ハロゲンガス濃度に応じて、必要な付加ガス量を決定する。演算ユニット 1 2 から送信される信号は付加ガス供給器 3 5 内の自動調整バルブ、比例制御バルブまたはマスフローコントローラ等の流量調整手段に送信され、この流量調整手段は適切に駆動される。

30

【 0 1 1 9 】

本実施の形態によれば、演算ユニット 1 2 に送られた電流または電圧信号によって、付加ガス供給器 3 5 の流量調整手段を動作させ、必要とする適正な量の付加ガスを供給することができるので、過大な付加ガスが放電部に導入されることがなくなり、安定な放電を維持することができる。

【 0 1 2 0 】

実施の形態 1 9 .

図 1 に示したウェットスクラバ（水スクラバ）3 1 により、ハロゲン含有ガスを洗浄した場合、洗浄後のガスに含まれる水分量は極めて多く、また、完全に飽和している場合がある。水分が飽和したまま放電部へハロゲン含有ガスを導入すると、過大な水分量により、安定な放電状態が得られず、定常な処理効率を維持できなくなることがあり、また、放電部の故障を発生する可能性があるが、放電部に流入する前にハロゲン含有ガス中の水分を適正に除去する水分除去手段を設けることによって、安定な放電状態が得られ、定常な処理効率を維持できるようになる。

40

【 0 1 2 1 】

本実施の形態では、放電部へハロゲン含有ガスを導入する前にハロゲン含有ガスの露点を下げるようにしている。例えば、放電部の前段であり、ウェットスクラバ 3 1 の前段もしくは後段にガス冷却器を挿入し、ハロゲン含有ガスのガス温度が少なくとも大気温より

50

も低くなるようにし、かつウェットスクラバ 3 1 から放電部 3 3 に至る構成部材、すなわちガス配管および放電電極 3 3 1, 3 3 2 の温度をスクラバ溶液の温度よりも 5 以上低く維持することによって、ハロゲン含有ガス中の水分量を減少させている。

【0122】

ガス冷却器におけるガスの冷却手段としては、冷却水を貯蔵・循環させることができるタンク内に、ハロゲン含有ガスの配管を接触表面積が大きくなるように、例えば、蛇管状に形成して浸漬し、ハロゲン含有ガスを流すのが最も簡単な方法である。

【0123】

冷却水の温度および接触表面積を変化させることにより所望の冷却効果が得られ、ガスの露点を所望の値に低下させることができる。ガス配管は、好ましくは直径が小さく、肉厚が薄い金属製配管を用いるのがよい。

10

【0124】

また、ウェットスクラバの後段に除湿ドライヤ、水分吸着剤および高分子製中空系分離膜を設置しても同様にハロゲン含有ガスの露点を低下させることができる。これら除湿ドライヤ、水分吸着剤および高分子製中空系分離膜を用いる場合は、好ましくは前段に圧縮機、または後段に真空ポンプを設置し、圧力差を生じさせるのが効果的な水分除去につながる。

【0125】

除湿ドライヤは一般に市場に出回っている除湿器やエアドライヤなどの乾燥空気製造用のものでよい。

20

【0126】

吸着剤としてはゼオライト、シリカゲル、活性化アルミナなどを使用すればよい。

【0127】

高分子中空系分離膜は、ポリイミド製を用いるのが最も容易である。中空系分離膜では導入される物質の膜に対する透過速度の違いにより分離することができる。特に、水の透過速度とハロゲン含有ガスの透過速度の間には大きな差があるため、簡単に両者を分離除去することができる。

【0128】

また、ウェットスクラバ 3 1 が付加ガス（水）供給設備 3 5 を兼ね、かつハロゲン含有ガスが高濃度である場合において、ハロゲン含有ガスにウェットスクラバ 3 1 から供給された水分量だけでは、放電部への水素原子および酸素原子の供給量が不足する場合は、逆にスクラバ溶液の温度を少なくとも気温より高い温度に設定し、かつウェットスクラバ 3 1 から放電部 3 3 へ至る構成部材をスクラバ溶液よりも少なくとも 5 以上高く維持しておくことによって、必要とする付加ガスを供給することができる。

30

【0129】

上記のように、上記ハロゲン含有ガス中の水分を、適切な処理能力を有するドライヤ、水分吸着剤あるいは中空系分離膜を利用して水分を除去する、またはハロゲン含有ガスを直接または間接的に冷却して除去することにより、放電部 3 3 に必要以上の水分が導入されることがなくなり、安定な放電を維持することができる。

【0130】

40

また、スクラバ溶液温度を気温以下に保ち、ウェットスクラバ 3 1 から放電部 3 3 までの接ガス部の温度をスクラバ溶液温度より 5 以上低く保つことにより、ハロゲン含有ガスが必要以上の水分量を放電部 3 3 に持ち込むことがなくなるので、放電部 3 3 において安定な放電を維持することができる。

【0131】

実施の形態 20 .

実施の形態 19 で示したように、プラズマ処理の前処理としてハロゲン含有ガスをウェットスクラバ 3 1 で洗浄すると、過剰な水分が放電部へ導入される可能性がある。

【0132】

図 16 は、実施の形態 20 を示す断面図であり、ガスの洗浄手段と適切な水分の供給手

50

段を、ウェットスクラバ 31 が兼ねるようにしたものである。放電部への付加ガスとして水（水蒸気）を選択する場合、このウェットスクラバ 31 を用いると図 1 などの中に設置してある付加ガス供給器 35 が不要となり、経済的なシステムの構築ができる。

【0133】

図 16 において、311 はガス導入口、312 はスクラバタンク、313 はスクラバタワー、314 はスプレー、315 はガス排出口、316 は給水（または排水）ポート、317 は排水（または給水）ポート、318 は投げ込みクーラー、319 は熱電対、310 は循環ポンプを示し、図中の実線矢印はハロゲン含有ガスの流れを示し、破線矢印は循環水の流れる方向を示している。

【0134】

ハロゲン含有ガスは、スクラバタワー 313 の下部から導入され、上部方向に移動し、スクラバタンク 312 から循環ポンプ 310 にて上部に供給されてスプレー 314 から放出されるスクラバ水により洗浄され、水分添加が行われる。

【0135】

その後、ハロゲン含有ガスはスクラバタワー 313 の上部より排出され、放電部へ導入される。また、スクラバタワー 313 内には気液接触の効率を向上させるため、充填剤が設置されている。

【0136】

過大な水分添加および放電部内での結露を防止し、放電部での安定動作を補償するために、スクラバタンク 312 に溜める水（ハロゲン含有ガスと接触させる水）の温度は少なくとも大気温度以下である必要がある。そのため、スクラバタンク 312 内の水は、冷却機などにより温度制御した水を、給水ポート 316、排水ポート 317 を介して循環して適切な低温に維持する。

【0137】

また、投げ込みクーラー 318 と熱電対 319 を用いて、スクラバタンク 312 内の水を直接冷却しても良い。このようにスクラバ水の温度を少なくとも気温以下、好ましくは 10 以下に制御することで、ハロゲン含有ガスは十分に洗浄され、かつ放電部に対して適切な付加水分量を持つことができる。

【0138】

また、スクラバ水はハロゲン含有ガスを洗浄することにより、その pH 値は低下し、酸性となる。

【0139】

この酸性のスクラバ水が添加されたハロゲン含有ガスが放電部に導入されると、放電部の構成部材が腐食や破壊を起こす可能性がある。

【0140】

そこで、好ましくは、スクラバ水の pH 値を 8 以上のアルカリ性にしておき、所定の pH 値（好ましくは pH 6）を下回ると、自動的に給水と排水を各ポートより行うようにして pH 値を上げ、酸性成分が放電部に導入されないようにすることにより、放電部の腐食、破壊を防ぐことができる。

【0141】

実施の形態 21 .

図 17 は、実施の形態 21 を示す断面図であり、実施の形態 20 と同様に、ガスの洗浄手段と適切な水分の供給手段を、ウェットスクラバ 31 が兼ねるようにしたものである。本実施の形態は、実施の形態 19 とは異なり、ハロゲン含有ガスをスクラバタワー 313 下部より導入するのではなく、ガス導入口 311 からスクラバタンク 312 のスクラバ水中にバブリングし、バブリング後のハロゲン含有ガスをスプレー 314 で洗浄する。

【0142】

バブリングとスプレー 314 の両方の洗浄により極めて高い洗浄効果とハロゲン含有ガスの冷却効果が発揮され、放電部 33 に適切な状態のハロゲン含有ガスを導入することができ、処理効率の向上を図ることができる。この効果は、ハロゲン含有ガスとスクラバ水

10

20

30

40

50

との接触面積および接触時間の大幅な改善によるものである。

【 0 1 4 3 】

さらに好ましくは、このウェットスクラバにおいて、実施の形態 1 9 と同様にスクラバ水の温度を冷却機を用いて制御する、あるいは投げ込みクーラーにより直接スクラバ水を冷却するなどにより、スクラバ水温度を 1 0 以下に保つのがよい。

【 0 1 4 4 】

実施の形態 2 2 .

図 8 で示したように、放電空隙長を 1 . 0 mm 以下とした大気圧またはその近傍圧力で高効率動作する放電部 3 3、スクラバなどのガス洗浄手段 3 1、ガス分離膜などのガス濃縮器 3 2、ガス濃縮器 3 2 で生成された非ハロゲン成分ガスをシステムポンプ 2 のパー
ジガスおよび放電後（除害後）ガスのパージガスとして再利用するリサイクル設備および付加ガス制御設備を備えたハロゲン含有ガス処理システムを構築する。

10

【 0 1 4 5 】

上記構築したハロゲン含有ガス処理システムを、製造工場の既存のシステムポンプと酸排気設備との間に挿入し、既存の配管設備を流用する。

【 0 1 4 6 】

本実施の形態によれば、ユーザー側からは動力（電気、水、ガス）を供給するだけでよく、付帯設備の準備は特に必要ない。配管なども既存の設備がそのまま流用できるため、接続工事にかかわるコストも大幅に削減できる。

【 0 1 4 7 】

また、大気圧またはその近傍圧力下、放電空隙長 1 . 0 mm 以下で動作する放電部とその前段にガス洗浄部、濃縮部、再利用部、付加ガス供給部を組み合わせたシステムを構築することにより、プラズマによるガス処理の安定動作、高効率化を生み出し、高いコストパフォーマンスを実現することができる。

20

【 0 1 4 8 】

実施の形態 2 3 .

図 1 8 は、実施の形態 2 3 を示すブロック図であり、酸排気設備を持たない工場を使用する場合に有効な処理システムである。図において 3 1 は酸や不純物を除去するためのウェットスクラバ等の洗浄手段、3 5 0 はフィルタ、3 5 1 はコンプレッサ、3 2 5 は除湿装置、3 2 1 はポリイミドメンブランなどのガス分離膜を用いたガス分離設備、3 6 は放電によるハロゲン系ガスのガス分解器を示し、各矢印はガスの流れを示す。

30

【 0 1 4 9 】

処理ガスを洗浄手段 3 1 に導入し、酸成分やその他不純物などを除去する。さらに、フィルタ 3 5 0 で不純物を完全に除去する。その後、コンプレッサ 3 2 5 でたとえば 7 気圧程度にガスを昇圧する。この圧力をドライビングフォースとして、ガス分離設備 3 2 1 でガスを分離する。水分が含まれるとガス分離性能が低下するため、ガス分離設備 3 2 1 の手前に除湿装置 3 2 5 を配設しておくことが望ましい。ガス分離設備 3 2 1 で分離された清浄ガス 3 2 3 はそのまま大気へ開放する。処理すべきハロゲン含有ガス 3 2 2 はガス分解器 3 6 に導入し、HF などに分解する。分解処理されたガスを、ポンプ等の排気ガス循環手段 3 5 2 で再び洗浄手段 3 1 に戻し処理を行う。

40

【 0 1 5 0 】

この方式では洗浄手段 3 1 からガス分解器 3 6 の間をクローズドループで排気ガス循環手段 3 5 2 で循環させながらハロゲン含有ガスを分解し、清浄化されたガス 3 2 3 だけを系外に排出することができる。このためガス分解器 3 6 で処理ガスが完全に分解できない場合でも、処理ガスを再び系内に戻し、再度処理をするため系外に排出される有害ガスを最小限に抑えることができる。

【 0 1 5 1 】

また、ガスを分解して発生した HF などの有害物質を洗浄手段 3 1 で処理するため、酸排気設備などを必要としないなど大きな特徴をもつ。

【 0 1 5 2 】

50

本実施の形態ではポリイミド製の膜モジュールを用いてガス分離を行った場合について示したが、ガスが分離できる設備であれば吸着方式でもその他のものでも利用することができる。

【 0 1 5 3 】

また、ガス分解器 3 6 として、放電プラズマを用いたガス分解方法についてのみ示したが、熱分解方式や触媒方式、あるいはその他の方式を利用することも可能である。さらに、洗浄手段 3 1 部では処理ガスと水を接触させることで酸成分などを容易に水に溶解させることができるが、水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) などを添加して、発生した HF を螢石 (CaF_2) で回収することも環境負荷低減には有効な方法である。

【 0 1 5 4 】

【 発明の効果 】

本発明に係る第 1 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する 1 個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記 2 個の電極間に供給されたハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、

上記 2 個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極のいずれか一方だけが冷却されており、

上記放電空間の放電空隙長を 1 . 0 mm 以下とし、

上記ハロゲン含有ガス供給手段と上記放電部との間に、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度を濃縮する濃縮手段を備え、

上記濃縮手段は、ハロゲン含有ガスを、ハロゲン系ガスを濃縮した濃縮ハロゲン含有ガスとハロゲン系ガスを含有しない、または低濃度で含有する非ハロゲン含有ガスとに分離して排出し、排出された上記非ハロゲン含有ガスをハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスまたは放電部から排出される放電生成ガスのパージガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスおよび放電部から排出される放電生成ガスのパージガスとして利用するものであるので、極めて安定な高エネルギープラズマを発生することができ、低コストで、難分解性であるハロゲン含有ガス分子の結合を直接解離させるに十分なエネルギーを供給することができ、新たに供給するパージガスが減少し、大幅なコストダウンが実施できるとともに、放電生成ガスによる配管等の腐食を防止することができる。

【 0 1 5 5 】

本発明に係る第 2 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する 1 個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記 2 個の電極間に供給されたハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガスの処理装置において、上記 2 個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極の両方が冷却されており、上記放電空間の放電空隙長を 4 . 0 mm 未満とし、

上記ハロゲン含有ガス供給手段と上記放電部との間に、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度を濃縮する濃縮手段を備え、

上記濃縮手段は、ハロゲン含有ガスを、ハロゲン系ガスを濃縮した濃縮ハロゲン含有ガスとハロゲン系ガスを含有しない、または低濃度で含有する非ハロゲン含有ガスとに分離して排出し、排出された上記非ハロゲン含有ガスをハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスまたは放電部から排出される放電生成ガスのパージガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段へのパージガスおよび放電部から排出される放電生成ガスのパージガスとして利用するものであるので、低コストで、コンパクトなハロゲン含有ガスの処理装置を供給することができ、新たに供給するパージガスが減少し、大幅なコストダウンが実施できるとともに、放電生成ガスによる配管等の腐食を防止することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 6 】

本発明に係る第 3 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、上記濃縮手段は、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガス濃度を 1 v o l % 以上に濃縮するものであるので、低濃度の処理対象ガスの処理においても、濃縮手段により濃縮されるため、過度なエネルギーを投入せずに、高効率にプラズマで処理することが可能となる。

【 0 1 5 7 】

本発明に係る第 4 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、ハロゲン含有ガスに、ハロゲン系ガス濃度に応じた濃度の水蒸気、水素、酸素、オゾン、メタン、エタン、プロパンまたはアンモニアのいずれかの付加ガスを添加する付加ガス添加手段を備えたものであるので、プラズマにより分解した処理対象ガス分子を、工場既設設備で容易に処理できるガス分子に変換する、あるいは地球温暖化への影響がより小さいガス分子に変換させることができる。

10

【 0 1 5 8 】

本発明に係る第 5 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、ハロゲン含有ガスが、空気、窒素、酸素、二酸化炭素、ヘリウム、アルゴン、ネオンまたはキセノンからなる希釈用ガス、若しくはこの希釈用ガスの混合物のいずれかによって希釈されたものであっても、放電部において希釈ガスごと一括して容易にプラズマ処理ができる。

【 0 1 5 9 】

また、濃縮手段を備えている場合には、ハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガスが希釈され、低濃度となっても、濃縮手段により高効率に濃縮できるので、希釈濃度にかかわらず常に高効率に処理することができる。

20

【 0 1 6 0 】

本発明に係る第 6 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、濃縮手段より排出される非ハロゲン含有ガスを再度濃縮する上記濃縮手段とは別の濃縮手段を備えたものであるので、コールドトラップやドライヤなどの設備および水分排出のドレインが不用となり、十分なコストダウンを実施できる。

【 0 1 6 1 】

本発明に係る第 7 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、複数個の放電部を、ハロゲン含有ガスの流れに対して直列に接続し、上記複数個の放電部の中の必要とする任意の個数を駆動するようにしたものであるので、処理すべきハロゲン含有ガスの流量または濃度に応じて、駆動する放電部を決め、高効率に処理することができる。

30

【 0 1 6 2 】

本発明に係る第 8 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、直列に接続した放電部間に、放電の妨害ガスを除去する妨害物質除去手段を設けたものであるので、各放電部の処理効率を安定に維持し、トータル処理効率も向上する。

【 0 1 6 3 】

本発明に係る第 9 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、複数個の放電部を、ハロゲン含有ガスの流れに対して並列に接続し、上記複数個の放電部の中の必要とする任意の個数を駆動するようにしたものであるので、処理すべきハロゲン含有ガスの流量または濃度に応じて、駆動する放電部を決め、無駄なエネルギーを消費することがなく、高効率に処理することができる。

40

【 0 1 6 4 】

本発明に係る第 1 0 のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する 1 個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記 2 個の電極間に供給されるハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガス処理装置において、上記放電部に流入する前のハロゲン含有ガスを洗浄する洗浄手段、該洗浄後のハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガスを濃縮し、非ハロゲン系ガスからなる非ハロゲン成分ガスを分離する濃縮・分離手段、上記非ハロゲン成分ガスを、ハロゲン含有ガス

50

供給手段のパージ用ガスまたは上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスおよび上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガスとして再利用する手段、上記放電部に水蒸気、水素、酸素、オゾン、メタン、エタン、プロパンまたはアンモニアのいずれかの付加ガスを供給する付加ガス供給手段を備え、上記２個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極のいずれか一方だけが冷却されており、上記放電空間の放電空隙長が１．０mm以下であるものであるものであるので、プラズマによるガス処理の安定動作、高効率化を生み出し、高いコストパフォーマンスを実現することができる。

【０１６５】

本発明に係る第１１のハロゲン含有ガスの処理装置によれば、少なくともいずれか一方の表面に誘電体が設けられ、この誘電体を介して対向配置された接地側電極と高電圧側電極とを有する１個以上の放電部および上記電極を冷却する冷却手段を備え、この放電部に高電圧を印加し、放電を発生させて、ハロゲン含有ガス供給手段により上記２個の電極間に供給されるハロゲン系ガスを含有するハロゲン含有ガスを分解するハロゲン含有ガス処理装置において、上記放電部に流入する前のハロゲン含有ガスを洗浄する洗浄手段、該洗浄後のハロゲン含有ガス中のハロゲン系ガスを濃縮し、非ハロゲン系ガスからなる非ハロゲン成分ガスを分離する濃縮・分離手段、上記非ハロゲン成分ガスを、ハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスまたは上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガス、若しくはハロゲン含有ガス供給手段のパージ用ガスおよび上記放電部で処理された排気ガスのパージ用ガスとして再利用する手段、上記放電部に水蒸気、水素、酸素、オゾン、メタン、エタン、プロパンまたはアンモニアのいずれかの付加ガスを供給する付加ガス供給手段を備え、上記２個の電極間の放電空間におけるガス圧力が大気圧または大気圧近傍圧力であり、かつ上記電極の両方が冷却されており、上記放電空間の放電空隙長が４．０mm未満であるものであるものであるので、低コストで、コンパクトなハロゲン含有ガスの処理装置を供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】 本発明に係る実施の形態１を示すブロック図である。

【図２】 実施の形態１の放電部を示す断面図である。

【図３】 実施の形態１におけるパージガス流量と除害率との関係を示す図である。

【図４】 放電部の放電空隙長と除害率との関係を示す図である。

【図５】 放電部の放電空隙長と平均ガス温度との関係を示す図である。

【図６】 本発明に係る実施の形態２を示すブロック図である。

【図７】 本発明に係る実施の形態５を示すブロック図である。

【図８】 本発明に係る実施の形態６の一例を示すブロック図である。

【図９】 本発明に係る実施の形態６の他の例を示すブロック図である。

【図１０】 本発明に係る実施の形態１２を示す断面図である。

【図１１】 本発明に係る実施の形態１３を示す断面図である。

【図１２】 本発明に係る実施の形態１５を示すブロック図である。

【図１３】 本発明に係る実施の形態１６を示すブロック図である。

【図１４】 本発明に係る実施の形態１７を示すブロック図である。

【図１５】 本発明に係る実施の形態１８を示すブロック図である。

【図１６】 本発明に係る実施の形態２０を示す断面図である。

【図１７】 本発明に係る実施の形態２１を示す断面図である。

【図１８】 本発明に係る実施の形態２３を示すブロック図である。

【符号の説明】

１ 半導体プロセス装置、１Ａ 家電製品貯蔵容器、２ システムポンプ、

３ ハロゲン含有ガス処理装置、４ 酸排気設備、４Ａ 後処理設備、

５ パージガス供給設備、６ 給電体、７ 弾性体、８ 給電板、９ ガス種検知手段、

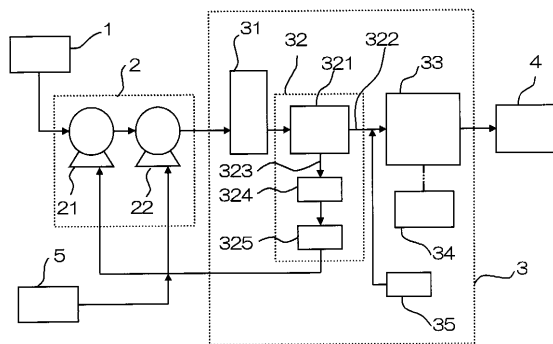
１０ 電導バルブ、１１ バイパス配管、１２，３６ 演算ユニット、

１３ ガス流量検知器、２０ ポンプ、２１ ターボ分子ポンプ、２２ ドライポンプ、

31 洗浄手段（ウェットスクラバ）、32 ガス濃縮器、32A 妨害物質除去器、
 33, 33A, 33B, 33N 放電部、34 高周波電源、35 付加ガス供給器、
 37 流量調節バルブ、38 ガス分解器、310 循環ポンプ、311 ガス導入口、
 312 スクラバタンク、313 スクラバタワー、314 スプレー、
 315 ガス排出口、316 給水（または排水）ポート、
 317 排水（または給水）ポート、318 投げ込みクーラー、319 熱電対、
 320 水分濃縮部、321 ガス分離膜、322 濃縮ハロゲン成分リッチガス、
 323 非ハロゲン成分リッチガス、324 除酸部、325 除湿部、
 326 流量計、327 水分ドレイン、328 ポンプパージ成分、
 329 排気パージ成分、330 給電部材、331 接地側電極、
 332 高電圧側電極、333 放電空間、334 スペーサ、335 冷却水路、
 336 ガス導入口、337 ガス排出口、338 放電部ケース、339 高圧端子、
 350 フィルタ、351 コンプレッサ、352 排気ガス循環手段。

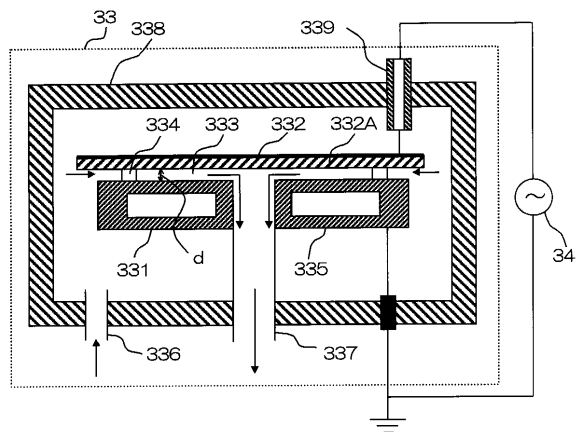
10

【図1】



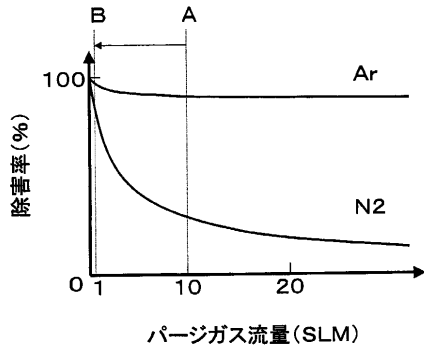
- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1: 半導体プロセス装置 | 33: 放電部 |
| 2: システムポンプ | 34: 高周波電源 |
| 3: ハロゲン含有ガス処理装置 | 35: 付加ガス供給器 |
| 4: 酸排気設備 | 321: ガス分離膜 |
| 5: パージガス供給設備 | 322: 濃縮ハロゲン成分リッチガス |
| 21: ターボ分子ポンプ | 323: 非ハロゲン成分リッチガス |
| 22: ドライポンプ | 324: 除酸部 |
| 31: ウェットスクラバ | 325: 除湿部 |
| 32: ガス濃縮器 | |

【図2】

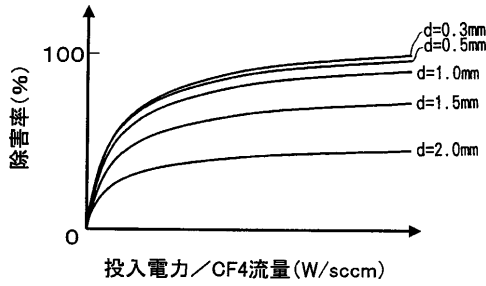


- | | |
|-------------|-------------|
| 33: 放電部 | 334: スペーサ |
| 34: 高周波電源 | 335: 冷却水路 |
| 331: 接地側電極 | 336: ガス導入口 |
| 332: 高電圧側電極 | 337: ガス排出口 |
| 332A: 誘電体 | 338: 放電部ケース |
| 333: 放電空間 | 339: 高圧端子 |

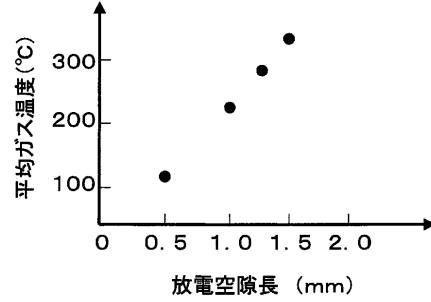
【図 3】



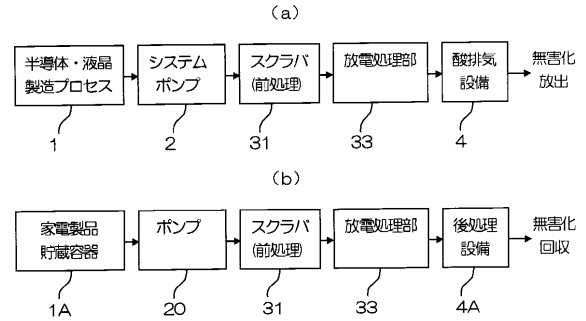
【図 4】



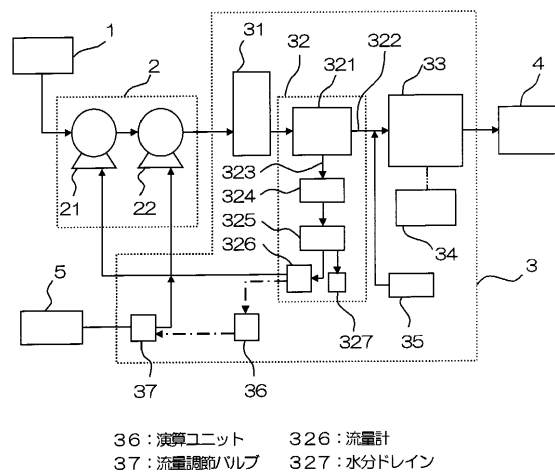
【図 5】



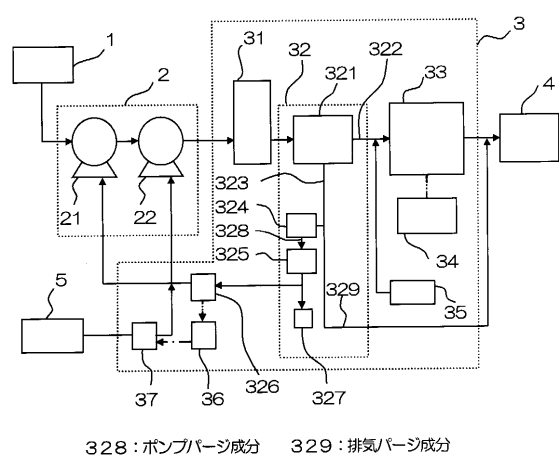
【図 6】



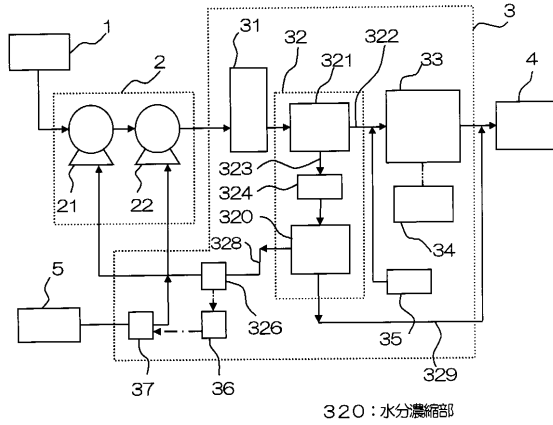
【図 7】



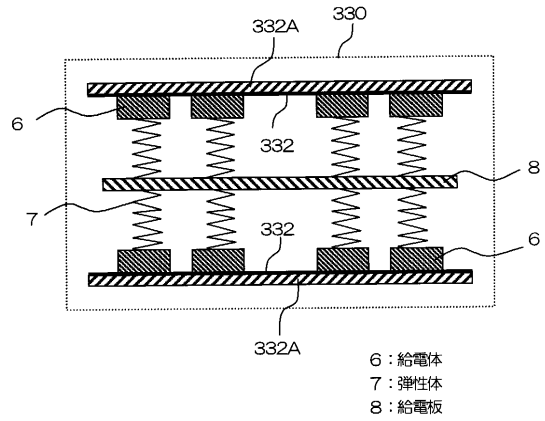
【図 8】



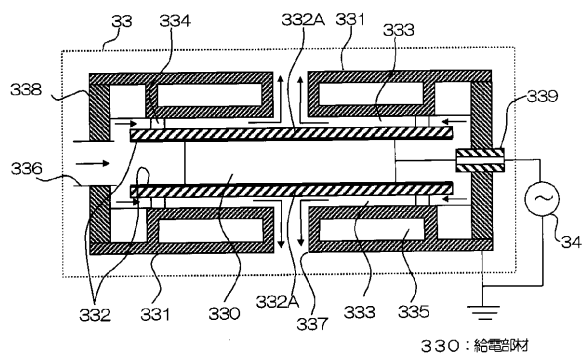
【図 9】



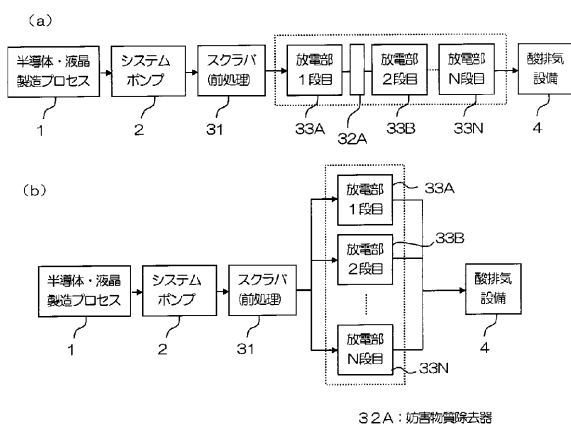
【図 11】



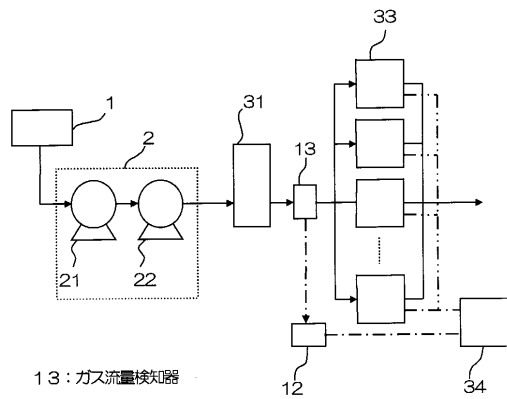
【図 10】



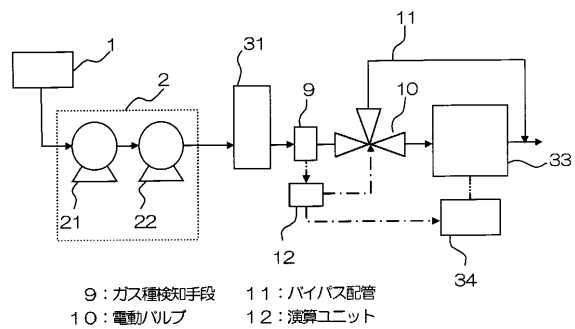
【図 12】



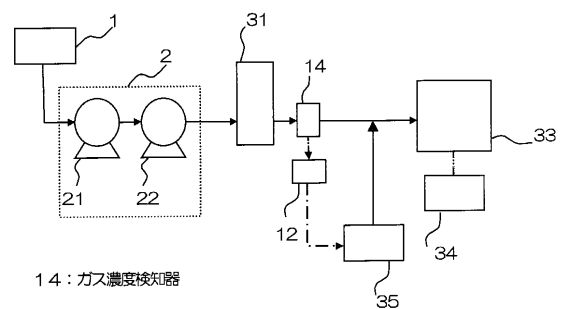
【図 14】



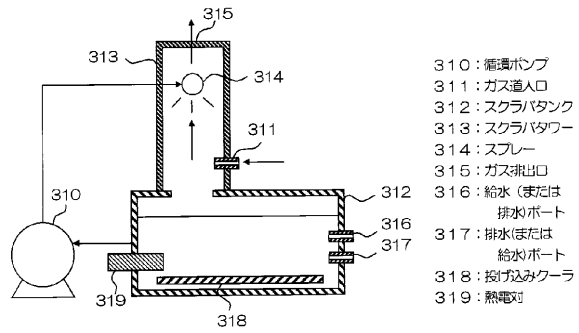
【図 13】



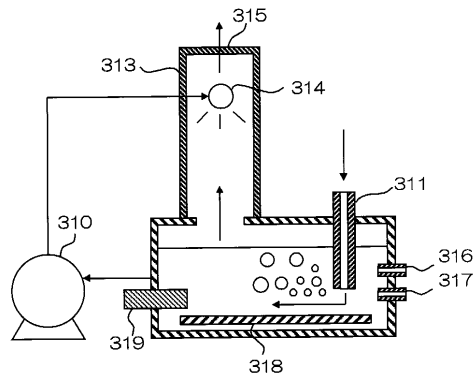
【図 15】



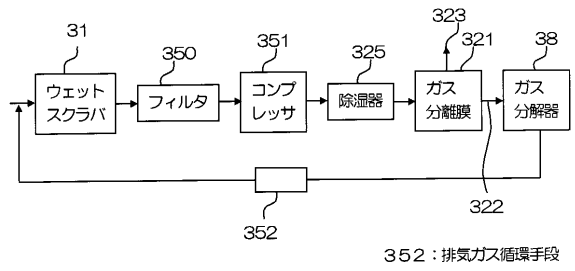
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (72)発明者 葛本 昌樹
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 土井 雅史
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 後藤 豊一
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 吉田 清彦
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 稲永 康隆
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 安積 高靖

- (56)参考文献 特開平08-222354(JP,A)
特開平11-156156(JP,A)
特開平08-038881(JP,A)
特開昭61-086403(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 53/32-53/85
B01J 19/08
C07B 35/06
C07C 19/08