

明 細 書

発明の名称：

排ガス処理システム、排ガス処理方法および排ガス処理システムの改造方法

技術分野

[0001] 本発明は、排ガス処理システム、排ガス処理方法および排ガス処理システムの改造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体、液晶、LED (Light Emitting Diode)、太陽電池等の製造プロセスでは、パーフルオロ化合物 (PFC) ガスをはじめ様々なガスが使用されている。例えば、半導体製造工場では、ドライエッチング工程で CF_4 、 SF_6 、 CHF_3 などが使用され、CVD (Chemical Vapor Deposition) 等の薄膜形成工程で NF_3 、 C_2F_6 、 C_3F_8 などが使用され、これらのPFCガスを含む排ガスが生じる。PFCガスは、有害であり、温室効果ガスでもある。

[0003] PFCガス等を含む排ガスを処理する設備として、排ガスを燃焼除害等により処理する排ガス処理設備 (除害装置) が知られている (例えば、特許文献1等)。更に、排ガス処理設備からの排水を処理して排ガス処理設備に戻す排水処理設備も知られている (例えば、特許文献2等)。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2022-72981号公報

特許文献2：特開2022-70609号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 近年、半導体デバイスの微細化あるいは多層化により、半導体製造工程で用いられるガスの量は増加傾向にある。それに伴い、除害 (又は分解) すべ

き有害物質の量も増加する。その結果、排ガス処理設備や排水処理設備の規模が大きくなり、プラントコストや運転コストが増加する。

[0006] 本発明の目的は、排ガス処理設備や排水処理設備の大規模化を抑制し、プラントコストおよび運転コストの増加を抑制可能な排ガス処理システム、排ガス処理方法、および排ガス処理システムの改善方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、本発明の一態様によれば、特定の物質を含む第1のガスを受け、該第1のガスに含まれる前記特定の物質の一部を分離し、前記特定の物質の含有量が前記第1のガスよりも少ない第2のガスを排出する排ガス分離部と、前記第2のガスを処理して前記特定の物質を可溶化する可溶化部と、可溶化された前記特定の物質を供給水に溶け込ませて第1の排水を排出する溶解部と、前記第1の排水を受け、該第1の排水から前記特定の物質を取り除き、前記特定の物質を取り除いた排水を前記供給水の補給水として回収する排水処理設備と、を有する、排ガス処理システムが提供される。

[0008] 本発明の別の態様によれば、特定の物質を含む第1のガスを受け、該第1のガスに含まれる前記特定の物質の一部を分離し、前記特定の物質の含有量が前記第1のガスよりも少ない第2のガスを排出する工程と、前記第2のガスを処理して前記特定の物質を可溶化する工程と、可溶化された前記特定の物質を供給水に溶け込ませて第1の排水を排出する工程と、前記第1の排水を受け、該第1の排水から前記特定の物質を取り除き、前記特定の物質を取り除いた排水を前記供給水の補給水として回収する工程と、を含む排ガス処理方法が提供される。

[0009] 本発明のさらに別の態様によれば、特定の物質を含む排ガスを処理して前記特定の物質を可溶化し、可溶化された前記特定の物質を供給水に溶け込ませて第1の排水を排出する除害装置と、前記第1の排水を受け、該第1の排水から前記特定の物質を取り除き、前記特定の物質を取り除いた排水を前記

供給水の補給水として回収する排水処理設備とを備える排ガス処理システムの改造方法であって、前記特定の物質を含む第1のガスを受け、該第1のガスに含まれる前記特定の物質の一部を分離し、前記特定の物質の含有量が前記第1のガスよりも少ない第2のガスを前記排ガスとして前記除害装置へ排出する排ガス分離装置を設ける、排ガス処理システムの改造方法が提供される。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、排ガス処理設備や排水処理設備の大規模化を抑制し、プラントコストおよび運転コストの増加を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第1の実施形態による排ガス処理システムを示す模式図である。

[図2]図1に示す排ガス処理システムの除害装置の一例を示す模式図である。

[図3]図1に示す排ガス処理システムの排水処理設備の一例を示す模式図である。

[図4]比較例の排ガス処理システムを示す模式図である。

[図5]本発明の第2の実施形態による排ガス処理システムを示す模式図である。

[図6]図5に示す排ガス処理システムのフッ素系排出装置の一例を示す模式図である。

[図7]図5に示す排ガス処理システムの総排排出装置の一例を示す模式図である。

[図8]比較例の排ガス処理システムを示す模式図である。

[図9]除害装置とガス処理装置との接続形態を説明するための模式図である。

[図10]排ガス分離装置の配置の一例を示す模式図である。

[図11]排ガス分離装置の配置の別の例を示す模式図である。

[図12]排ガス分離装置の配置のさらに別の例を示す模式図である。

[図13]排ガス分離装置の配置のさらに別の例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。但し、実施形態に記載されている構成要素はあくまで例示であり、本発明の範囲をそれらに限定する趣旨のものではない。

[0013] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態による排ガス処理システムの構成を示す模式図である。図1において、実線の矢印は配管を模式的に示したものである。図1を参照すると、排ガス処理システム10は、排ガス分離装置（排ガス分離部）11、除害装置（排ガス処理設備）12、および排水処理設備13を有する。

[0014] 本実施形態では、排ガス分離装置11および除害装置12は、製造棟20に設置されている。製造棟20には、特定の物質を含む第1のガス22aを排出する複数のガス処理装置21が設けられている。除害装置12は、排ガス分離装置11を介して、少なくとも一つのガス処理装置21と連通している。本実施形態では、除害装置12は、排ガス分離装置11を介して、薄膜形成工程を行うガス処理装置21とドライエッチング工程を行うガス処理装置21とに連通している。薄膜形成工程は、例えば、CVD工程を含んでもよいが、これに限定されない。

[0015] ドライエッチング工程では、例えば、 CF_4 、 SF_6 、 CHF_3 などのPFCガスが使用され、薄膜形成工程では、例えば、 NF_3 、 C_2F_6 、 C_3F_8 などのPFCガスや、 SiH_4 や NH_3 、 SiH_2Cl_2 、TEOS（テトラエトキシシアン）等の半導体材料ガスが使用される。また、ガス処理装置内のクリーニングのために、 NF_3 や Cl_2 などのガスが使用される。ガス処理装置21は、これらのガスを含む第1のガス22aを排出する。反応に使われなかったガスは、反応で使われ分解したガス（HF、 CO_2 、分解ガス等）と共に排出される。各ガス処理装置21において、第1のガス22aを排出するために、例えば、真空ポンプが用いられることがある。この場合、真空ポンプ以降の設備の保護や、安全上の目的から、多量の窒素（ N_2 ）ガスが導入されること

がある。ここでは、第1のガス22aは、特定の物質を含む。特定の物質は、フッ素（F）およびフッ素化合物の一方または両方を含んでもよい。また、特定の物質は、窒素（N）および窒素化合物の一方または両方を含んでもよい。なお、特定の物質は、フッ素およびフッ素化合物や窒素およびフッ素化合物に限定されない。例えば、特定の物質は、炭素源（C）、塩素（Cl）、ケイ素（Si）など、他の成分やその化合物を含んでもよい。換言すると、特定の物質は、フッ素、窒素、炭素、およびケイ素のうちの少なくとも1つの成分と該成分の化合物の一方または両方を含んでもよい。

[0016] 排ガス分離装置11は、ガス処理装置（成膜装置）21およびガス処理装置（ドライエッチング）21がそれぞれ排出した第1のガス22aを受ける。第1のガス22aは、ガス処理装置21から排出されたガスの分解物や副生成物を含んでもよい。排ガス分離装置11は、第1のガス22aに含まれる特定の物質の一部を分離し、特定の物質の含有量が第1のガス22aよりも少ない第2のガス22bを排出する。本実施形態では、特定の物質としてフッ素および／またはその化合物を想定しており、排ガス分離装置11は、第1のガス22aに含まれるフッ素の一部を分離して回収する。この場合、例えば、排ガス分離装置11は、フッ素を有価物として回収してもよい。

[0017] 排ガス分離装置11は、第1のガス22aから特定の物質（ここでは、フッ素）を回収できるものであれば、どのような構成であってもよい。一般的なガス回収技術として、沸点差で分離する深冷蒸留法、吸脱着を繰り返す圧力スウィング吸着（PSA）法や温度スウィング吸着（TSA）法、ガス分離膜を使った膜分離法が知られている。これらガス回収技術のいずれか、または組み合わせを排ガス分離装置11に適用してもよい。

[0018] 排ガス分離装置11において特定の物質を分離して回収する場合、特定の物質の回収率R1は、回収対象物質や回収方法に応じて、原理的または現実的に可能な値に設定することができる。例えば、本実施形態では、特定の物

質をフッ素とし、排ガス分離装置 11 は、フッ素の回収率 R_1 が 50% になるように構成されている。ここで、フッ素の回収率 R_1 は、例えば、第 1 のガス 22a が NF_3 、 CF_4 、 SF_6 などの混合ガスである場合、フッ素負荷全量に対する回収率を示す。

[0019] 除害装置 12 は、排水処理設備 13 からの補給水 24 を含む供給水と排ガス分離装置 11 が排出した第 2 のガス 22b とを受ける。除害装置 12 は、第 2 のガス 22b を燃焼して特定の物質を含む有害物質を除害し、分解された有害物質由来の成分を供給水に溶け込ませた排水を排出する。ここでは、特定の物質としてフッ素を想定しているため、除害装置 12 は、フッ素を供給水に溶け込ませた第 1 の排水 23a を排出する。

[0020] 除害装置 12 の構成を具体的に説明する。図 2 は、除害装置 12 の一構成例を示す模式図である。図 2 において、実線の矢印は液体が流れる配管を模式的に示したものであり、破線の矢印は気体が流れる配管を模式的に示したものである。図 2 を参照すると、除害装置 12 は、可溶化部 121 と溶解部 122 を有する。可溶化部 121 は、第 2 のガス 22b を処理して特定の物質を可溶化する。溶解部 122 は、可溶化部 121 で可溶化された特定の物質を供給水 25 に溶け込ませて第 1 の排水 23a を排出する。供給水 25 は、補給水 24 を含んでもよい。

[0021] 可溶化部 121 は、例えばバーナを用いた燃焼処理が行われる燃焼室を含んでいてもよい。第 2 のガス 22b が燃焼室に供給され、熱分解反応によって第 2 のガス 22b が分解される（特定の物質の可溶化）。この場合、補給水 24 を含む供給水 25 で燃焼室を冷却してもよい。冷却に使用した水は、第 1 の排水 23a として排出される。

溶解部 122 は、例えばガスに対して散水を行うスクラバーを含んでいてもよい。可溶化部 121 の燃焼室内のガスがスクラバーに供給される。スクラバー内では、散水により、ガス中に残っている特定の物質が水に溶け込む（溶解）。特定の物質が溶け込んだ水は、第 1 の排水 23a としてスクラバーの底部から排出される。

[0022] なお、可溶化部 1 2 1 と溶解部 1 2 2 は、同一の装置であってもよい。また、可溶化部 1 2 1 を構成する燃焼室と溶解部 1 2 2 を構成するスクラバーとの組み合わせは上述したものに限定されない。例えば、燃焼室の入口側と出口側にそれぞれスクラバーを設けてもよい。また、燃焼室とスクラバーの間にガスに対して散水を行う洗煙室を設けてもよい。

また、除害装置 1 2 として、例えば、電気加熱やプラズマを用いて特定の物質を取り除く既存の除害装置を用いてもよい。このような除害装置の詳細な説明は省略するが、一般的な構成の装置を使用することができる。

[0023] 排水処理設備 1 3 は、除害装置 1 2 が排出した第 1 の排水 2 3 a を受ける。排水処理設備 1 3 は、第 1 の排水 2 3 a から特定の物質（ここでは、フッ素）を取り除き、特定の物質を取り除いた排水を供給水 2 5 の補給水 2 4 として除害装置 1 2 に供給する。排水処理設備 1 3 は、さらに、取り除いた特定の物質を含む第 2 の排水 2 3 b を排出する。

[0024] 図 3 に、排水処理設備 1 3 の一例を示す。図 3 に示すように、排水処理設備 1 3 は、原水槽 1 3 0、熱交換器 1 3 1、中和槽 1 3 2、生物反応槽（生物処理） 1 3 3、中間槽 1 3 4、限外濾過装置（UF） 1 3 5、中間槽 1 3 6、逆浸透膜濾過装置（RO） 1 3 7、および補給水槽 1 3 8 を有する。

除害装置 1 2 が排出した第 1 の排水 2 3 a は、被処理水として原水槽 1 3 0 に貯留される。原水槽 1 3 0 と熱交換器 1 3 1 は、配管を介して連通しており、この配管にポンプ 1 3 9 a が設けられている。熱交換器 1 3 1 と中和槽 1 3 2 は、配管を介して連通している。中和槽 1 3 2 と生物反応槽 1 3 3 は、配管を介して連通している。生物反応槽 1 3 3 と中間槽 1 3 4 は、配管を介して連通している。中間槽 1 3 4 と UF 1 3 5 は、配管を介して連通している。UF 1 3 5 と中間槽 1 3 6 は、配管を介して連通している。中間槽 1 3 6 と RO 1 3 7 は、配管を介して連通しており、この配管にポンプ 1 3 9 b が設けられている。RO 1 3 7 と補給水槽 1 3 8 は、配管を介して連通している。補給水槽 1 3 8 には、排出用の配管が接続されており、この配管にポンプ 1 3 9 c が設けられている。ポンプ 1 3 9 a ~ 1 3 9 c を制御する

ことで、原水槽 130 に貯留した被処理水を、適切なタイミングで、熱交換器 131、中和槽 132、生物反応槽 133、中間槽 134、UF（限外ろ過膜装置）135、中間槽 136、RO（逆浸透膜装置）137、および補給水槽 138 に順に供給することができる。

[0025] 熱交換器 131 は、冷却水を用いた熱交換処理を行う。中和槽 132 は、中和剤を用いた中和処理を行う。中和した被処理水は、栄養剤を投入した後に、生物反応槽 133 に供給される。生物反応槽 133 は、生物処理を行う。生物反応槽 133 には、被処理水をばっ気する機構（微生物に必要な酸素を供給するためのエアバブリング機構）が設けられている。生物処理水は、中間槽 134 を介して UF 135 に供給される。UF 135 は、微細孔径を有する複数本の UF 膜を用いて生物処理水を濾過する。UF 135 の濾過処理水は、中間槽 136 に貯留し、その後、分散剤およびスライムコントロール剤が投入されて RO 137 に供給される。RO 137 は、複数本の RO 膜を用いて UF 135 の濾過処理水をさらに濾過する。RO 137 の濾過処理水（透過水）は、補給水槽 138 に貯留される。この補給水槽 138 の貯留水は、NaClO が投入され、補給水 24 として排出されて除害装置 12 に供給される。UF 135 および RO 137 で分離された濃縮水は、第 2 の排水 23b として排出される。

[0026] 上述した本実施形態の排ガス処理システム 10 によれば、排ガス分離装置 11 が第 1 のガス 22a に含まれる特定の物質（フッ素等の成分）の一部を分離することで、除害装置 12 に要求される冷却エネルギーの低減を図ることができる。その結果、除害装置 12 や排水処理設備 13 の大規模化を抑制し、プラントコストおよび運転コストの増加を抑制することができる。以下に、この作用効果について、比較例を挙げて具体的に説明する。

[0027] （比較例 1）

図 4 は、比較例 1 の排ガス処理システムを示す模式図である。比較例 1 の排ガス処理システム 100 は、排ガス分離装置 11 を備えていない点で、本実施形態の排ガス処理システム 10 と異なる。排ガス処理システム 100 に

において、排ガス分離装置 11 以外の構成は基本的に排ガス処理システム 10 と同じである。

排ガス処理システム 100 では、各ガス処理装置 21 が排出した第 1 のガス 22 a は、そのまま除害装置 12 に供給される。このため、排ガス分離装置 11 を備える構成に比べて、除害（又は分解）すべき有害物質の量が多くなり、それに伴って除害装置 12 の発熱量が増大し、冷却に必要な供給水 25 の量が増大する。その結果、除害装置 12 の第 1 の排水 23 a の量が増大し、排水設備や回収設備の規模が大きくなり、プラントコストおよび運転コストが増大する。

[0028] 排ガスに含まれる特定の物質としてフッ素（F）を想定し、上記問題を具体的に説明する。排ガス処理システム 100 において、除害装置 12 に供給される第 1 のガス 22 a の一日当たりのフッ素の量を、例えば 2, 000 kg/d と仮定する。除害装置 12 では、2, 000 kg/d のフッ素を処理するのに必要な熱エネルギーが消費され、その発熱量に応じた量の供給水 25 が使用される。除害装置 12 が排出する第 1 の排水 23 a の一日当たりの排出量を 20, 000 m³/d と仮定する。第 1 の排水 23 a に含まれる一日当たりのフッ素の量は、2, 000 kg/d である。なお、第 1 の排水 23 a には、フッ素以外の成分も含まれている。第 2 の排水 23 b の F 濃度は、例えば、2, 000 mg/L である。

[0029] これに対して、本実施形態の排ガス処理システム 10 では、段落排ガス分離装置 11 が、第 1 のガス 22 a に含まれるフッ素の一部を回収する。ここでは、フッ素の回収率 R1 は 50% であるため、第 1 のガス 22 a の一日当たりのフッ素の量が 2, 000 kg/d であると仮定すると、除害装置 12 に供給される第 2 のガス 22 b の一日当たりのフッ素の量は 1, 000 kg/d となる。除害装置 12 では、1, 000 kg/d のフッ素を処理するのに必要な熱エネルギーが消費され、その発熱量に応じた量の供給水 25 が使用される。この供給水 25 の量は、比較例 1 に比べて削減することができる。具体的には、除害装置 12 が排出する第 1 の排水 23 a の一日当たりの排

出量は、比較例１の $20,000\text{ m}^3/\text{d}$ に対して、 $15,000\text{ m}^3/\text{d}$ に削減することができる。

[0030] 上記のように、本実施形態の排ガス処理システム１０によれば、比較例１と比較して、除害装置１２が排出する第１の排水２３ａの排出量およびその第１の排水２３ａに含まれるフッ素の量を低減することができる。これにより、除害装置１２および排水処理設備１３の規模を縮小し、プラントコストや運転コストを削減することができる。ここで、プラントコストの削減は、プラント設備の建設コストの削減や規模縮小による設置スペース縮小を含む。また、運転コストは、運転に関わるエネルギーコストや、分解された特定の物質（フッ素等の成分）を回収するために必要な中和剤などの薬品のコスト、汚泥などの廃棄物処理コストを含む。運転コストの削減は、薬品の投入量の削減やエネルギーコスト（電力消費量）の削減を含む。

[0031] また、排ガス量の増加に伴い除害（又は分解）すべき有害物質の量が増加すると、除害装置のエネルギー消費量、発熱量が増大し、冷却する為の補給水、及び有害物質由来の成分を溶け込ませるに必要な補給水の量が増大する。その結果、除害装置の排水量及び負荷量が増大して、排水処理設備の規模が大きくなり、プラントコストや運転コストが増大する。本実施形態の排ガス処理システム１０によれば、除害装置１２が排出する第１の排水２３ａの排出量およびその第１の排水２３ａに含まれるフッ素の量を低減することできるため、排ガス量の増加に伴い除害（又は分解）すべき有害物質の量が増加しても、除害装置１２のエネルギー消費量、発熱量の増大、冷却する為の補給水、及び有害物質由来の成分を溶け込ませるに必要な補給水の量の増大を抑制することができる。その結果、除害装置１２の排水量及び負荷量の増大、排水処理設備１３の大規模化を抑制し、プラントコストや運転コストの増大を抑制することができる。

[0032] 具体的には、図２に示した除害装置１２において、第２のガス２２ｂの供給量低下と負荷量低下により、可溶化部１２１のバーナの燃料や電力等のエネルギー削減が可能である。供給水２５の供給量（必要量）の低下により、

供給水 2 5 を溶解部 1 2 2 に供給するための配管／給水ポンプ等の供給設備の規模／容量を削減／縮小することが可能である。第 2 のガス 2 2 b の流量低下により、可溶化部 1 2 1 及び付帯設備の規模縮小、溶解部 1 2 2 及び付帯設備の規模縮小、第 1 の排水 2 3 a の排水用の配管／給水ポンプ等の供給設備の規模縮小が可能である。

[0033] また、図 3 に示した排水処理設備 1 3 において、第 1 の排水 2 3 a の水量減少により、原水槽 1 3 0、熱交換器 1 3 1、中和槽 1 3 2、生物反応槽 1 3 3、中間槽 1 3 4、UF 1 3 5、中間槽 1 3 6、RO 1 3 7、および補給水槽 1 3 8 のそれぞれの規模縮小が可能であり、これらを接続する配管の規模縮小も可能である。例えば、比較例 1 において、中和槽 1 3 2 の容積を 209 m^3 、生物反応槽 1 3 3 の容積を 834 m^3 とすると、本実施形態の排ガス処理システム 1 0 では、中和槽 1 3 2 の容積を 157 m^3 、生物反応槽 1 3 3 の容積を 625 m^3 に削減することができる。

また、第 1 の排水 2 3 a の水量減少により、冷却水、中和剤、栄養剤、分散剤、スライムコントロール剤、および NaClO の投入量（必要量）を削減することが可能である。さらに、第 1 の排水 2 3 a に含まれる成分である TOC（全有機体炭素）負荷低下により、生物反応槽 1 3 3 の規模縮小が可能である。

[0034] さらに、第 1 の排水 2 3 a に含まれる成分であるシリカ（珪酸）や固形物の負荷低下により、UF 膜の本数を削減することができ、UF 1 3 5 の規模縮小が可能である。例えば、比較例 1 において、UF 1 3 5 が 223 本の UF 膜を備えるとなると、本実施形態の排ガス処理システム 1 0 では、UF 1 3 5 の UF 膜の本数を 150 本に削減することが可能である。

さらに、第 2 の排水 2 3 b の成分（イオン類）の負荷低下により、RO 膜の本数を削減することができ、RO 1 3 7 の規模縮小が可能である。例えば、比較例 1 において、RO 1 3 7 が 1012 本の RO 膜を備えるとなると、本実施形態の排ガス処理システム 1 0 では、RO 1 3 7 の RO 膜の本数を 655 本に削減することが可能である。

[0035] また、本実施形態の排ガス処理システム 10 によれば、比較例 1 と比較して、排水処理設備 13 の水回収率 R2 を改善することができる。例えば、排水処理設備 13 の水回収率 R2 は、RO 膜濃縮側の CaF₂ スケールが律速となる可能性があり、RO 膜濃縮側のフッ素濃度を同じ 2000 mg/L とした場合において、比較例 1 では 95% になるのに対して、本実施形態では 97% となる。

なお、排水処理設備 13 の水回収率 R2 は、排ガス分離装置 11 のフッ素の回収率 R1 に応じて変化する。具体的には、除害装置 12 からの排水量が一定の場合（排水処理設備 13 への供給水量が一定の場合）、フッ素の回収率 R1 が高いほど、水回収率 R2 を高くすることができる。例えば、フッ素の回収率 R1 を 70% とすると、水回収率 R2 を 98% にすることができる。

表 1 に、本実施形態（フッ素の回収率 R1：50%/70%）と比較例 1 との比較結果を示す。

[表1]

	本実施形態 (フッ素回収率R1：50%)	本実施形態 (フッ素回収率R1：70%)	比較例 1
第 1 のガス 22 a 量	2, 000 kg/d	2, 000 kg/d	2, 000 kg/d
除害ガス回収量	1, 000 kg/d	1, 400 kg/d	0 kg/d
第 2 のガス 22 b 量	1, 000 kg/d	600 kg/d	2, 000 kg/d
除害装置 12 への供給水量	15, 000 m ³ /d	15, 000 m ³ /d	20, 000 m ³ /d
除害回収装置 13_中和槽容積	157 m ³	157 m ³	209 m ³
除害回収装置 13_生物反応槽容積	625 m ³	625 m ³	834 m ³
除害回収装置 13_除藻膜本数	150 本	150 本	223 本
除害回収装置 13_RO 膜本数	665 本	665 本	1012 本
除害回収装置 13_水回収率 R2	97%	98%	95%

[0036] (第 2 の実施形態)

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態による排ガス処理システムの構成を示す模式図である。本実施形態の排ガス処理システム 10A は、水処理装置 16 を有する点で、第 1 の実施形態と異なる。排ガス分離装置 11、除害装置 12、および排水処理設備 13 は、第 1 の実施形態と同じであるため、ここでは、これらの構成の詳細な説明は省略する。

[0037] 水処理装置 16 は、排水処理設備 13 が排出した第 2 の排水 23 b を受け

、第2の排水23bから特定の物質を除去する水処理を行う。ここでは、特定の物質としてフッ素を想定しており、水処理装置16は、フッ素系排水装置14および総排排水装置15を有する。

[0038] フッ素系排水装置14は、第2の排水23bを受け、第2の排水23bに含まれているフッ素を凝集させて沈殿させる。図6に、フッ素系排水装置14の具体的な構成を示す。図6に示すように、フッ素系排水装置14は、反応槽140、141、凝集槽142、沈殿槽143、および脱水機144を有する。反応槽140と反応槽141は、配管を介して連通している。反応槽141と凝集槽142は、配管を介して連通している。凝集槽142と沈殿槽143は、配管を介して連通している。沈殿槽143と脱水機144は、配管を介して連通している。

排水処理設備13が排出した第2の排水23bは、反応槽140に貯留される。反応槽140では、中和剤として $\text{Ca}(\text{OH})_2$ （水酸化カルシウム）が投入される。水酸化カルシウムが投入された被処理水は、反応槽141に貯留される。反応槽141では、PAC（ポリ塩化アルミニウム）とNaOH（水酸化ナトリウム）が投入される。PACは、被処理水に含まれている濁質物を凝集し沈殿し易くする凝集剤である。NaOHは、被処理水のpHを調整するためのアルカリ剤である。

[0039] 反応槽141の貯留水は、凝集槽142を介して沈殿槽143に供給される。凝集槽142では、被処理水に含まれている濁質物が凝集し、微小な塊である凝集物（フロック）が析出する。沈殿槽143では、凝集物（フロック）が沈殿する。沈殿物は脱水機144に供給され、沈殿物を除去した被処理水は排水として総排排水装置15に供給される。脱水機144では、沈殿物を脱水処理し、汚泥として排出する。

以上は、水酸化カルシウムを用いた凝集沈殿法について述べたが、例えば、特許第5650164号のようなフッ化カルシウムの結晶を得る晶析反応装置を用いても良く、フッ素系排水装置14はこれらの方式に限定されない。

[0040] 総排排水装置 15 は、フッ素系排水装置 14 が排出する排水を受け、中和処理を行う。図 7 に、総排排水装置 15 の具体的な構成を示す。図 7 に示すように、総排排水装置 15 は、反応槽 150、凝集槽 151、および浮上分離槽 152 を有する。反応槽 150 と凝集槽 151 は、配管を介して連通している。凝集槽 151 と浮上分離槽 152 は、配管を介して連通している。

フッ素系排水装置 14 の沈殿槽 143 から排出された排水は、反応槽 150 に貯留される。反応槽 150 では、PAC と NaOH が投入される。反応槽 150 の貯留水は、凝集槽 151 を介して浮上分離槽 152 に供給される。凝集槽 151 では、被処理水に含まれている濁質物が凝集し、フロックが析出する。浮上分離槽 152 は、固液分離槽である。浮上分離槽 152 では、気体を加圧溶解させた加圧水が槽の下部から注入され、フロックに気泡を付けて浮力を与えることで浮上分離する。浮上分離槽 152 の貯留水のうち下部のきれいな水が、浮上分離処理水として排出される。浮上分離処理水は、例えば、河川や海洋に放流される他、回収水として再利用することが可能である。

[0041] 上述した本実施形態の排ガス処理システム 10A によれば、排ガス分離装置 11 が第 1 のガス 22a に含まれる特定の物質の一部を回収することで、除害装置 12 に要求される冷却エネルギーの低減と水処理装置 16 における特定の物質（ここでは、フッ素）の処理負荷の低減を同時に達成することができる。これにより、第 1 の実施形態で説明した効果に加えて、水処理装置 16 に関して、設備の規模を縮小することができ、プラントコストおよび運転コストを削減することができる。加えて、フッ素凝集沈殿で発生する汚泥の量を低減することができる。以下に、この作用効果について、比較例を挙げて具体的に説明する。

[0042] （比較例 2）

図 8 は、比較例 2 の排ガス処理システムを示す模式図である。比較例 2 の排ガス処理システム 100A は、排ガス分離装置 11 を備えていない点で、本実施形態の排ガス処理システム 10A と異なる。排ガス処理システム 10

0 Aにおいて、排ガス分離装置 1 1 以外の構成は基本的に排ガス処理システム 1 0 Aと同じである。

- [0043] 排ガス処理システム 1 0 0 Aにおいて、排水処理設備 1 3 が排出する第 2 の排水 2 3 b の一日当たりの排出量を、例えば $1,000 \text{ m}^3/\text{d}$ と仮定する。第 2 の排水 2 3 b に含まれる一日当たりのフッ素の量は $2,000 \text{ kg}/\text{d}$ である。フッ素系排水装置 1 4 は、 $2,000 \text{ kg}/\text{d}$ のフッ素を凝集沈殿処理し、 8.4 t の汚泥物質として除去する。フッ素系排水装置 1 4 が排出する排水の一日当たりの排出量を $880 \text{ m}^3/\text{d}$ と仮定する。総排排水装置 1 5 が処理する排水の量を $880 \text{ m}^3/\text{d}$ と仮定する。
- [0044] 本実施形態の排ガス処理システム 1 0 Aによれば、排水処理設備 1 3 が排出する第 2 の排水 2 3 b の一日当たりの排出量を、比較例 2 の $1,000 \text{ m}^3/\text{d}$ から $500 \text{ m}^3/\text{d}$ に削減することができる。また、第 2 の排水 2 3 b に含まれる一日当たりのフッ素の量を、比較例 2 の $2,000 \text{ kg}/\text{d}$ から $1,000 \text{ kg}/\text{d}$ に低減することができる。これにより、フッ素系排水装置 1 4 は、 $1,000 \text{ kg}/\text{d}$ のフッ素を凝集沈殿処理することになり、その結果、汚泥量を、比較例 2 の 8.4 t から 4.2 t に削減することができる。また、フッ素系排水装置 1 4 が排出する排水の一日当たりの排出量を、比較例 2 の $880 \text{ m}^3/\text{d}$ から $440 \text{ m}^3/\text{d}$ に削減することができ、これにより、総排排水装置 1 5 で処理される排水量も、比較例 2 の $880 \text{ m}^3/\text{d}$ から $440 \text{ m}^3/\text{d}$ に削減することができる。
- [0045] 上記のように、本実施形態の排ガス処理システム 1 0 Aによれば、比較例 2 と比較して、フッ素系排水装置 1 4 が処理するフッ素の量を半減することができる。よって、フッ素系排水装置 1 4 の設備の規模を縮小することができ、凝集沈殿処理に必要な薬剤の投入量を削減することができる。
- [0046] 具体的には、図 6 に示したフッ素系排水装置 1 4 において、第 2 の排水 2 3 b の水量低下およびフッ素量低下により、反応槽 1 4 0、1 4 1、凝集槽 1 4 2、沈殿槽 1 4 3、および脱水機 1 4 4 のそれぞれの規模縮小が可能であり、これらを接続する配管の規模縮小も可能である。例えば、比較例 2 に

において、反応槽 140 の容積を 11 m^3 、反応槽 141 の容積を 11 m^3 、凝集槽 142 の容積を 4 m^3 、沈殿槽 143 の面積を 4 m^2 、脱水機 144 の膜面積を 56 m^2 とすると、本実施形態の排ガス処理システム 10A では、反応槽 140 の容積を 6 m^3 、反応槽 141 の容積を 6 m^3 、凝集槽 142 の容積を 2 m^3 、沈殿槽 143 の面積を 2 m^2 、脱水機 144 の膜面積を 28 m^2 に削減することができる。これら設備の縮小により、プラントコストを約 50% 削減することができる。

[0047] また、比較例 2 において、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の投入量を $4,200\text{ kg/d}$ 、PAC の投入量を 300 kg/d 、NaOH（苛性ソーダ）の投入量を 163 kg/d とすると、本実施形態の排ガス処理システム 10A では、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の投入量を $2,100\text{ kg/d}$ 、PAC の投入量を 151 kg/d 、NaOH の投入量を 82 kg/d に低減することができる。

また、図 7 に示した総排排水装置 15 において、第 2 の排水 23b の水量低下およびフッ素量低下により、反応槽 150、凝集槽 151、および浮上分離槽 152 のそれぞれの規模縮小が可能であり、これらを接続する配管の規模縮小も可能である。例えば、比較例 2 において、反応槽 150 の容積を 10 m^3 、凝集槽 151 の容積を 4 m^3 、浮上分離槽 152 の面積を 2 m^2 とすると、本実施形態の排ガス処理システム 10A では、反応槽 150 の容積を 5 m^3 、凝集槽 151 の容積を 2 m^3 、浮上分離槽 152 の面積を 1 m^2 に削減することができる。これら設備の縮小により、プラントコストを約 50% 削減することができる。

また、比較例 2 において、PAC の投入量を 264 kg/d 、NaOH の投入量を 143 kg/d とすると、本実施形態の排ガス処理システム 10A では、PAC の投入量を 133 kg/d 、NaOH の投入量を 72 kg/d に低減することができる。

[0048] 表 2 に、本実施形態と比較例 2 との比較結果を示す。

[表2]

	本実施形態	比較例 2
第 2 の排水23b量	5 0 0 m ³ / d	1, 0 0 0 m ³ / d
除害回収装置フッ素負荷量	1, 0 0 0 k g / d	2, 0 0 0 k g / d
汚泥排出量	4, 2 t	8, 4 t
総合排水量	4 4 0 m ³ / d	8 8 0 m ³ / d
F系排水__反応槽140容積	6 m ³	1 1 m ³
F系排水__反応槽141容積	6 m ³	1 1 m ³
F系排水__凝集槽142容積	2 m ³	4 m ³
F系排水__沈殿槽143面積	2 m ²	4 m ²
F系排水__脱水機144膜面積	28m ²	56m ²
F系排水__消石灰投入量	2, 1 0 0 k g / d	4, 2 0 0 k g / d
F系排水__PACの投入量	1 5 1 k g / d	3 0 0 k g / d
F系排水__苛性ソーダの投入量	8 2 k g / d	1 6 3 k g / d
総排水系排水__反応槽150容積	5 m ³	1 0 m ³
総排水系排水__凝集槽151容積	2 m ³	4 m ³
総排水系排水__浮上分離槽152面積	1 m ²	2 m ²
総排水系排水__PACの投入量	1 3 3 k g / d	2 6 4 k g / d
総排水系排水__苛性ソーダの投入量	7 2 k g / d	1 4 3 k g / d

[0049] 以上説明した第 1 および第 2 の実施形態は、本発明の一例であり、排ガス処理システム 1 0 (1 0 A) の各構成要素は、各実施形態で説明した作用効果を妨げない範囲で、適宜に変更することができる。

上述した第 1 および第 2 の実施形態において、除害装置 1 2 とガス処理装置 2 1 とは、一対一、一対多、多対一、および多対多のいずれか一つの接続形態で、または、2 つ以上の接続形態の組み合わせで配置され、少なくとも一つのガス処理装置 2 1 に対して排ガス分離装置 1 1 が組み込まれていてもよい。

[0050] 図 9 は、除害装置 1 2 とガス処理装置 2 1 との接続形態を説明するための模式図である。図 9 において、実線の矢印はガスを通す配管を模式的に示したものであり、1 つの実線は、単一の配管を示すものであってもよく、複数の配管を示すものであってもよい。

図 9 (a) に示すように、除害装置 1 2 とガス処理装置 (成膜装置) 2 1 とが多対多の接続形態で配置され、除害装置 1 2 とガス処理装置 (ドライエッチング) 2 1 とが多対多の接続形態で配置されている。除害装置 1 2 とガ

ス処理装置（成膜装置）21との多対多の接続形態において、排ガス分離装置11は、除害装置12とガス処理装置（成膜装置）21とを接続する連通管のどこに設けられてもよい。例えば、排ガス分離装置11は、ガス処理装置（成膜装置）21毎または除害装置12毎に設けられてもよく、2つ以上のガス処理装置（成膜装置）21が接続された集合部または2つ以上の除害装置12が接続された集合部に設けられてもよい。同様に、除害装置12とガス処理装置（ドライエッチング）21との多対多の接続形態において、排ガス分離装置11は、除害装置12とガス処理装置（ドライエッチング）21とを接続する連通管のどこに設けられてもよい。例えば、排ガス分離装置11は、ガス処理装置（ドライエッチング）21毎に設けられてもよく、2つ以上のガス処理装置（ドライエッチング）21が接続された集合部に設けられてもよい。

[0051] 図9（b）に示すように、除害装置12とガス処理装置（成膜装置）21とが一对一の接続形態で配置され、除害装置12とガス処理装置（ドライエッチング）21とが一对一の接続形態で配置されている。この場合、排ガス分離装置11は、少なくとも一つのガス処理装置（成膜装置）21に対して設けられてもよい。同様に、排ガス分離装置11は、少なくとも一つのガス処理装置（ドライエッチング）21に対して設けられてもよい。

[0052] 図9（c）に示すように、除害装置12とガス処理装置（成膜装置）21とが多対一の接続形態で配置され、除害装置12とガス処理装置（ドライエッチング）21とが多対一の接続形態で配置されている。除害装置12とガス処理装置（成膜装置）21との多対一の接続形態において、排ガス分離装置11は、除害装置12とガス処理装置（成膜装置）21とを接続する連通管のどこに設けられてもよい。例えば、排ガス分離装置11は、除害装置12毎に設けられてもよく、2つ以上の除害装置12が接続された集合部に設けられてもよい。同様に、除害装置12とガス処理装置（ドライエッチング）21との多対一の接続形態において、排ガス分離装置11は、除害装置12とガス処理装置（ドライエッチング）21とを接続する連通管のどこに設

けられてもよい。例えば、排ガス分離装置 1 1 は、除害装置 1 2 毎に設けられてもよく、2 つ以上の除害装置 1 2 が接続された集合部に設けられてもよい。

[0053] また、図 9 には示されていないが、除害装置 1 2 とガス処理装置（成膜装置）2 1 とが一对多の接続形態で配置されてもよい。同様に、除害装置 1 2 とガス処理装置（ドライエッチング）2 1 とが一对多の接続形態で配置されてもよい。いずれの接続形態においても、排ガス分離装置 1 1 は、少なくとも 1 つのガス処理装置 2 1 に対して設けられてもよい。

また、除害装置 1 2 とガス処理装置（成膜装置）2 1 およびガス処理装置（ドライエッチング）2 1 との接続形態として、一对一、一对多、多対一、多対多の 4 つの接続形態のうちの 2 つ以上を組み合わせてもよい。この場合も、排ガス分離装置 1 1 は、少なくとも 1 つのガス処理装置 2 1 に対して設けられてもよい。

また、上述した各接続形態において、排ガス分離装置 1 1 は、少なくとも一つのガス処理装置 2 1 内に組み込まれてもよい。

[0054] 以下、排ガス分離装置 1 1 の配置例を具体的に説明する。

図 1 0 は、排ガス分離装置 1 1 の配置の一例を示す模式図である。図 1 0 において、実線の矢印はガスを通す配管を模式的に示したものであり、1 つの実線は、単一の配管を示すものであってもよく、複数の配管を示すものであってもよい。

図 1 0 に示す例では、2 台の除害装置 1 2 と 3 台のガス処理装置 2 1 との多対多の接続形態とされている。ガス処理装置 2 1 には、成膜装置またはドライエッチング装置を用いることができる。配置位置 A 1 ～A 6 は、排ガス分離装置 1 1 の配置が可能な位置を示す。配置位置 A 1、A 2 はそれぞれ 2 台の除害装置 1 2 のガス供給管への配置を示す。配置位置 A 3 は、各ガス処理装置 2 1 からの配管の集合部分への配置を示す。配置位置 A 4 ～A 6 はそれぞれ各ガス処理装置 2 1 からの配管への配置を示す。

[0055] 排ガス分離装置 1 1 は、配置位置 A 1 ～A 6 の何れに設けられてもよい。

また、排ガス分離装置 1 1 は、配置位置 A 4 ～ A 6 の 2 箇所以上に設けられてもよい。さらに、排ガス分離装置 1 1 は、配置位置 A 1 および A 2 の両方に設けられてもよい。なお、ガス処理装置 2 1 は 2 台以上であってもよく、この場合、排ガス分離装置 1 1 は、1 台以上のガス処理装置 2 1 に対して設けられてもよい。また、除害装置 1 2 は 3 台以上であってもよく、この場合、排ガス分離装置 1 1 は、1 台以上の除害装置 1 2 に対して設けられてもよい。

[0056] 図 1 1 は、排ガス分離装置 1 1 の配置の別の例を示す模式図である。図 1 1 において、実線の矢印はガスを通す配管を模式的に示したものである。

図 1 1 に示す例では、1 台のガス処理装置（成膜装置）2 1 に対する排ガス分離装置 1 1 の配置位置 A 1 ～ A 9 が示されている。ガス処理装置（成膜装置）2 1 は、4 台のチャンバー 2 1 a を備える。各チャンバー 2 1 a の排出側の配管にポンプ 3 0 が設けられている。各ポンプ 3 0 の排出側の配管は 1 つに合流している。配置位置 A 1 は、各ポンプからの配管の集合部分への配置を示す。配置位置 A 2 ～ A 5 はそれぞれ各ポンプ 3 0 の排出側の配管への配置を示す。配置位置 A 6 ～ A 9 はそれぞれ各チャンバー 2 1 a の排出側の配管への配置を示す。

排ガス分離装置 1 1 は、配置位置 A 1 ～ A 9 の何れに設けられてもよい。また、排ガス分離装置 1 1 は、配置位置 A 2 ～ A 5 の 2 箇所以上に設けられてもよい。さらに、排ガス分離装置 1 1 は、配置位置 A 6 ～ A 9 の 2 箇所以上に設けられてもよい。なお、チャンバー 2 1 a は、2 台以上であってもよい。この場合、排ガス分離装置 1 1 は、1 台以上のチャンバー 2 1 a に対して設けられてもよい。

[0057] 図 1 2 は、排ガス分離装置 1 1 の配置のさらに別の例を示す模式図である。図 1 2 において、実線の矢印はガスを通す配管を模式的に示したものである。チャンバー 2 1 a、ポンプ 3 0 および配管は図 1 1 に示したものと同一である。各ポンプ 3 0 からの配管にバルブ 3 1 が設けられ、このバルブ 3 1 の前後から排ガス分離装置 1 1 に向かって 2 つの配管が設けられている。2

つの配管のうちの一方向の配管は供給ラインであり、他方の配管は排出ラインである。供給ラインにはバルブ 3 2 が設けられ、排出ラインにはバルブ 3 3 が設けられている。各供給ラインは 1 つのラインに連結して排ガス分離装置 1 1 と接続されている。各排出ラインも 1 つラインに連結して排ガス分離装置 1 1 と接続されている。

チャンバー 2 1 a 毎に設けられた 3 つのバルブ 3 1 ～ 3 3 を操作することで、各チャンバー 2 1 a を個別に排ガス分離装置 1 1 と接続することができる。例えば、各チャンバー 2 1 a に対して順にクリーニング工程を実施する場合に、クリーニング工程を実施するチャンバー 2 1 a を排ガス分離装置 1 1 と接続する。これにより、排ガスの回収（分離）を効率的に行うことができる。また、本配置形態によれば、図 1 0 及び図 1 1 に示した配置形態と比較して、最も排ガス量が少なく、処理対象ガス濃度（負荷量）を高くすることができるので、回収設備を小さくすることができ、回収効率も向上する。

なお、図 1 2 に示した配置形態において、バルブ 3 1 ～ 3 3 を用いた経路切替部は、少なくとも 1 つのチャンバー 2 1 a に設けられてもよい。また、チャンバー 2 1 a の台数は 4 台に限定されない。チャンバー 2 1 a は 2 台以上であってもよい。

[0058] 図 1 3 は、排ガス分離装置 1 1 の配置のさらに別の例を示す模式図である。図 1 3 において、実線の矢印はガスを通す配管を模式的に示したものであり、1 つの実線は、単一の配管を示すものであってもよく、複数の配管を示すものであってもよい。除害装置 1 2、ガス処理装置 2 1 および配管は図 1 0 に示したものと同一である。

図 1 3 に示す例では、各ガス処理装置 2 1 からの配管の集合部分にバルブ 3 1 が設けられ、このバルブ 3 1 から排ガス分離装置 1 1 に向かって 2 つの配管が設けられている。2 つの配管のうちの一方向の配管は供給ラインであり、他方の配管は排出ラインである。供給ラインにはバルブ 3 2 が設けられ、排出ラインにはバルブ 3 3 が設けられている。3 つのバルブ 3 1 ～ 3 3 を操作することで、各ガス処理装置 2 1 を排ガス分離装置 1 1 と接続することが

できる。

[0059] 例えば、バルブ 3 1 を常時閉とし、バルブ 3 2、3 3 を常時開として、各ガス処理装置 2 1 からの排ガスが常時、排ガス分離装置 1 1 を通過するようにしてもよい。各ガス処理装置 2 1 からの排ガス量が多くなる時間帯にのみ、バルブ 3 1 を閉とし、バルブ 3 2、3 3 を開として、各ガス処理装置 2 1 からの排ガスが排ガス分離装置 1 1 を通過するようにしてもよい。

なお、バルブ 3 1～3 3 を用いた経路切替部は、配管の集合部分以外の配管に設けることもできる。例えば、図 1 0 に示した配置位置 A 1、A 2、A 4～A 6 の少なくとも 1 つの配置位置に経路切替部を設けてもよい。

[0060] また、バルブ 3 1～3 3 を用いた経路切替部は、図 9 を参照して説明した一対一の接続形態、一対多の接続形態、および多対多の接続形態にも適用可能である。例えば、一対一の接続形態、一対多の接続形態、および多対多の接続形態において、必要に応じて、少なくとも 1 つの配管に対して、バルブ 3 1～3 3 を用いた経路切替部を設けてもよい。

さらに、一対一の接続形態、一対多の接続形態、および多対多の接続形態において、ガス処理装置 2 1 と除害装置 1 2 とを接続する配管を、常用ラインと予備ラインで構成することができる。この場合、常用ラインと予備ラインのそれぞれにバルブ 3 1～3 3 を用いた経路切替部を設けてもよい。具体的には、常用ラインの配管の集合部分に経路切替部を設け、同様に、予備ラインの配管の集合部分に経路切替部を設ける。通常運転時は、常用ラインを使用し、必要に応じて常用ラインを排ガス分離装置 1 1 と接続する。常用ラインのメンテナンス時は、予備ラインを使用し、必要に応じて予備ラインを排ガス分離装置 1 1 と接続する。

[0061] さらに、一対一の接続形態、一対多の接続形態、および多対多の接続形態において、ガス処理装置 2 1 と除害装置 1 2 とを接続する配管の一部を複数の配管を並列に接続した配管構造としてもよい。この場合、配管構造の各配管に対してバルブ 3 1～3 3 を用いた経路切替部を設けてもよい。具体的には、各ガス処理装置 2 1 からの配管の集合部分を上記配管構造とし、この配

管構造の各配管に経路切替部を設けてもよい。

また、一对一の接続形態、一对多の接続形態、および多対多の接続形態において、排ガス分離装置 11 は、複数のガス処理装置 21 のうちの第 1 のガス 22 a に含まれる特定の物質の量が多いガス処理装置 21 に対して配置することが好ましい。

上述の通り、本技術の適用により、除害装置 12、排水処理設備 13 のプラントコスト削減、薬品量、廃棄物量の削減が可能となるが、同時に、これらの活動による CO₂ 排出量も削減可能となる。

[0062] (他の実施形態)

上述した排ガス処理システム 10、10A はいずれも、既存の排ガス処理システムに排ガス分離装置 11 を組み込むことで実現することが可能である。ここでは、除害装置 12 と排ガス分離装置 11 を組み合わせて用いる排ガス処理システムの改善方法について説明する。

[0063] 本他の実施形態の改善方法は、特定の物質を含む排ガスと補給水とを受け、排ガスを燃焼して特定の物質を除害し、除害した特定の物質を補給水に溶け込ませた排水を排出する除害装置 12 と、上記排水を受け、該排水から上記特定の物質を取り除き、上記特定の物質を取り除いた排水を上記補給水として回収する排水処理設備 13 とを備える排ガス処理システムの改善方法であって、上記特定の物質を含む第 1 のガス 22 a を受け、該第 1 のガス 22 a に含まれる上記特定の物質の一部を回収し、上記特定の物質の含有量が第 1 のガス 22 a よりも少ない第 2 のガス 22 b を上記排ガスとして除害装置 12 へ排出する排ガス分離装置 11 を設けることを含む。除害装置 12 に供給される特定の物質の単位時間当たりの供給量が、除害装置 12 が処理する特定の物質の単位時間当たりの処理量よりも少なくなるように、排ガス分離装置 11 の上記特定の物質の回収率が設定されている。

[0064] 上記の排ガス分離装置の組み込み方法によれば、排ガスに含まれる特定の物質の量が増大しても、除害装置 12 の排出設備や排水処理設備 13 の回収設備など、既存の設備を変更することなく、特定の物質を除害することがで

きる。以下に、この効果を具体的に説明する。

- [0065] 特定の物質がフッ素である場合を例に説明する。フッ素の供給量を $2,000 \text{ kg/d}$ と仮定し、除害装置 12 のフッ素の最大処理量を $1,000 \text{ kg/d}$ と仮定する。この場合、除害装置 12 の前段に組み込む排ガス分離装置 11 のフッ素の回収率を 50% に設定すれば、既存の設備を変更することなく、除害装置 12 でフッ素を除去することができる。換言すると、フッ素の供給量の増大に伴って拡大すべき設備を、既存の設備で対応できるように縮小することができる、または、排水処理設備および／または排水設備の増強無しで、製造側の負荷増量に対応することが可能となる。

上記の実施形態の一部または全部は、以下の付記のようにも記載され得るが、以下には限られない。

(付記 1)

特定の物質を含む第 1 のガスを受け、該第 1 のガスに含まれる前記特定の物質の一部を分離し、前記特定の物質の含有量が前記第 1 のガスよりも少ない第 2 のガスを排出する排ガス分離部と、

前記第 2 のガスを処理して前記特定の物質を可溶化する可溶化部と、

可溶化された前記特定の物質を供給水に溶け込ませて第 1 の排水を排出する溶解部と、

前記第 1 の排水を受け、該第 1 の排水から前記特定の物質を取り除き、前記特定の物質を取り除いた排水を前記供給水の補給水として回収する排水処理設備と、を有する、排ガス処理システム。

(付記 2)

前記排水処理設備は、前記第 1 の排水から取り除かれた前記特定の物質を含む第 2 の排水を排出するように構成され、

前記第 2 の排水を受け、該第 2 の排水から前記特定の物質を除去する水処理を行う水処理装置をさらに有する、付記 1 に記載の排ガス処理システム。

(付記 3)

前記第 1 のガスは、薄膜形成工程およびドライエッチング工程の一方、ま

たは、両方で生じたガスである、付記 1 または 2 に記載の排ガス処理システム。

(付記 4)

前記可溶化部と前記溶解部とを含む除害装置が、前記排ガス分離部を介して、前記第 1 のガスを排出するガス処理装置と連通する、付記 1 から 3 のいずれか一つに記載の排ガス処理システム。

(付記 5)

前記除害装置と前記ガス処理装置とはそれぞれ複数配置され、複数の前記除害装置と複数の前記ガス処理装置とが、一対一、一対多、多対一、および多対多のいずれか一つの接続形態で、または、2 つ以上の接続形態の組み合わせで接続され、

前記排ガス分離部は、複数の前記ガス処理装置のうちの少なくとも一つのガス処理装置の内部に設けられた前記特定の物質を含むガスが流れる配管、または、当該ガス処理装置から外部に延びた前記特定の物質を含むガスが流れる配管に組み込まれている、付記 4 に記載の排ガス処理システム。

(付記 6)

複数の前記ガス処理装置からそれぞれ前記配管が延びており、前記排ガス分離部が、各ガス処理装置からの配管の集合部分に組み込まれている、付記 5 に記載の排ガス処理システム。

(付記 7)

前記特定の物質は、フッ素、窒素、炭素、およびケイ素のうちの少なくとも 1 つの成分と該成分の化合物の一方または両方を含む、付記 1 から 6 のいずれか一つに記載の排ガス処理システム。

(付記 8)

特定の物質を含む第 1 のガスを受け、該第 1 のガスに含まれる前記特定の物質の一部を分離し、前記特定の物質の含有量が前記第 1 のガスよりも少ない第 2 のガスを排出する工程と、

前記第 2 のガスを処理して前記特定の物質を可溶化する工程と、

可溶化された前記特定の物質を供給水に溶け込ませて第１の排水を排出する工程と、

前記第１の排水を受け、該第１の排水から前記特定の物質を取り除き、前記特定の物質を取り除いた排水を前記供給水の補給水として回収する工程と、を含む排ガス処理方法。

(付記９)

特定の物質を含む排ガスを処理して前記特定の物質を可溶化し、可溶化された前記特定の物質を供給水に溶け込ませて第１の排水を排出する除害装置と、前記第１の排水を受け、該第１の排水から前記特定の物質を取り除き、前記特定の物質を取り除いた排水を前記供給水の補給水として回収する排水処理設備とを備える排ガス処理システムの改造方法であって、

前記特定の物質を含む第１のガスを受け、該第１のガスに含まれる前記特定の物質の一部を分離し、前記特定の物質の含有量が前記第１のガスよりも少ない第２のガスを前記排ガスとして前記除害装置へ排出する排ガス分離装置を設ける、排ガス処理システムの改造方法。

(付記１０)

前記除害装置に供給される前記特定の物質の単位時間当たりの供給量が、前記除害装置が処理する前記特定の物質の単位時間当たりの処理量よりも少なくなるように、前記排ガス分離装置の前記特定の物質の回収率が設定されている、付記９に記載の排ガス処理システムの改造方法。

[0066] 以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0067] この出願は、２０２３年１１月２９日に出願された日本出願特願２０２３－２０１７５５を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

[0068] １０ 排ガス処理システム

- 1 1 排ガス分離装置
- 1 2 除害装置
- 1 3 排水処理設備
- 2 2 a 第 1 のガス
- 2 2 b 第 2 のガス
- 2 3 a 第 1 の排水
- 2 4 補給水

請求の範囲

- [請求項1] 特定の物質を含む第1のガスを受け、該第1のガスに含まれる前記特定の物質の一部を分離し、前記特定の物質の含有量が前記第1のガスよりも少ない第2のガスを排出する排ガス分離部と、
前記第2のガスを処理して前記特定の物質を可溶化する可溶化部と、
可溶化された前記特定の物質を供給水に溶け込ませて第1の排水を排出する溶解部と、
前記第1の排水を受け、該第1の排水から前記特定の物質を取り除き、前記特定の物質を取り除いた排水を前記供給水の補給水として回収する排水処理設備と、を有する、排ガス処理システム。
- [請求項2] 前記排水処理設備は、前記第1の排水から取り除かれた前記特定の物質を含む第2の排水を排出するように構成され、
前記第2の排水を受け、該第2の排水から前記特定の物質を除去する水処理を行う水処理装置をさらに有する、請求項1に記載の排ガス処理システム。
- [請求項3] 前記第1のガスは、薄膜形成工程およびドライエッチング工程の一方、または、両方で生じたガスである、請求項1または2に記載の排ガス処理システム。
- [請求項4] 前記可溶化部と前記溶解部とを含む除害装置が、前記排ガス分離部を介して、前記第1のガスを排出するガス処理装置と連通する、請求項1または2に記載の排ガス処理システム。
- [請求項5] 前記除害装置と前記ガス処理装置とはそれぞれ複数配置され、複数の前記除害装置と複数の前記ガス処理装置とが、一対一、一対多、多対一、および多対多のいずれか一つの接続形態で、または、2つ以上の接続形態の組み合わせで接続され、
前記排ガス分離部は、複数の前記ガス処理装置のうちの少なくとも一つのガス処理装置の内部に設けられた前記特定の物質を含むガスが

流れる配管、または、当該ガス処理装置から外部に延びた前記特定の物質を含むガスが流れる配管に組み込まれている、請求項４に記載の排ガス処理システム。

【請求項6】 複数の前記ガス処理装置からそれぞれ前記配管が延びており、前記排ガス分離部が、各ガス処理装置からの配管の集合部分に組み込まれている、請求項５に記載の排ガス処理システム。

【請求項7】 前記特定の物質は、フッ素、窒素、炭素、およびケイ素のうちの少なくとも１つの成分と該成分の化合物の一方または両方を含む、請求項１または２に記載の排ガス処理システム。

【請求項8】 特定の物質を含む第１のガスを受け、該第１のガスに含まれる前記特定の物質の一部を分離し、前記特定の物質の含有量が前記第１のガスよりも少ない第２のガスを排出する工程と、

前記第２のガスを処理して前記特定の物質を可溶化する工程と、

可溶化された前記特定の物質を供給水に溶け込ませて第１の排水を排出する工程と、

前記第１の排水を受け、該第１の排水から前記特定の物質を取り除き、前記特定の物質を取り除いた排水を前記供給水の補給水として回収する工程と、を含む排ガス処理方法。

【請求項9】 特定の物質を含む排ガスを処理して前記特定の物質を可溶化し、可溶化された前記特定の物質を供給水に溶け込ませて第１の排水を排出する除害装置と、前記第１の排水を受け、該第１の排水から前記特定の物質を取り除き、前記特定の物質を取り除いた排水を前記供給水の補給水として回収する排水処理設備とを備える排ガス処理システムの改造方法であって、

前記特定の物質を含む第１のガスを受け、該第１のガスに含まれる前記特定の物質の一部を分離し、前記特定の物質の含有量が前記第１のガスよりも少ない第２のガスを前記排ガスとして前記除害装置へ排出する排ガス分離装置を設ける、排ガス処理システムの改造方法。

〔請求項10〕 前記除害装置に供給される前記特定の物質の単位時間当たりの供給量が、前記除害装置が処理する前記特定の物質の単位時間当たりの処理量よりも少なくなるように、前記排ガス分離装置の前記特定の物質の回収率が設定されている、請求項9に記載の排ガス処理システムの改造方法。