

(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2019-155006

(P2019-155006A)

(43) 公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
A61L	9/22	(2006.01)	A61L	9/22	ZAB	2G084	
B01D	53/52	(2006.01)	B01D	53/52		4C180	
B01D	53/72	(2006.01)	B01D	53/72		4D002	
B01D	53/58	(2006.01)	B01D	53/58		4D148	
B01D	53/86	(2006.01)	B01D	53/86	260	4G169	
			審査請求 未請求 請求項の数 13 OL			(全 14 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2018-49899 (P2018-49899)
 (22) 出願日 平成30年3月16日 (2018.3.16)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 110001092
 特許業務法人サクラ国際特許事務所
 (72) 発明者 宇井 明生
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
 (72) 発明者 秋田 征人
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
 (72) 発明者 佐藤 陽介
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

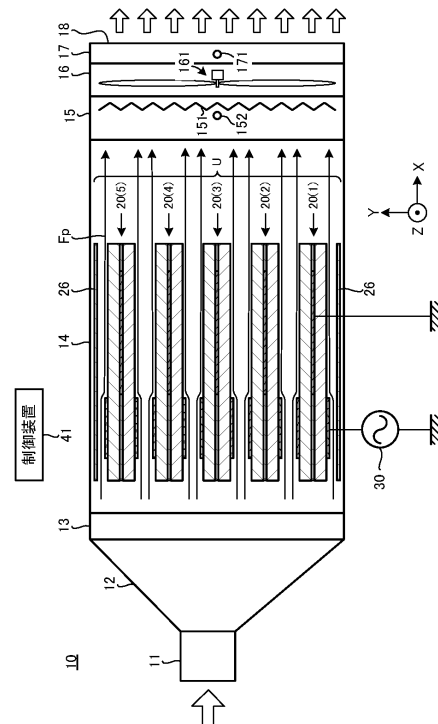
(54) 【発明の名称】 ガス処理装置

(57) 【要約】

【課題】 遅漏オゾンの効率的な処理を図ったガス処理装置を提供する

【解決手段】 実施形態のガス処理装置は、ガス処理部、流れ形成部、交流電源、第1、第2のフィルタを具備する。ガス処理部は、複数の積層体を備える。積層体は、誘電体基板、第1、第2の電極、および第3の電極を有し、間隔を有して配置される。第1、第2の電極は、誘電体基板の第1、第2の主面上に配置される。第3の電極は、誘電体基板の内部に配置される。流れ形成部は、ガス処理部に向かう、対象ガスの流れを形成する。交流電源は、第1、第2の電極と第3の電極間に交流電圧を印加して、誘電体基板の間に対象ガスのプラズマ誘起流を生成する。第1のフィルタは、ガス処理部の上流に配置され、オゾンを除去する。第2のフィルタは、ガス処理部の下流に配置され、オゾンを除去する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

離間して並列に配置され、第1、第2の主面を有する、複数の誘電体基板と、前記複数の誘電体基板の第1、第2の主面上に配置される、複数の第1、第2の電極と、前記複数の誘電体基板の内部に配置される、複数の第3の電極と、を有し、間隔を有して配置される、複数の積層体を有するガス処理部と、

前記ガス処理部に向かう、対象ガスの流れを形成する流れ形成部と、

前記複数の第1、第2の電極と前記第3の電極間に交流電圧を印加して、前記複数の誘電体基板の間に前記対象ガスのプラズマ誘起流を生成する交流電源と、

前記ガス処理部の上流に配置され、オゾンを除去する第1のフィルタと、

前記ガス処理部の下流に配置され、オゾンを除去する第2のフィルタと、

を具備するガス処理装置。

10

【請求項 2】

前記第1のフィルタが活性炭を含む

請求項 1 に記載のガス処理装置。

【請求項 3】

前記第2のフィルタが、金属触媒を含む

請求項 1 に記載のガス処理装置。

【請求項 4】

前記第2のフィルタが、前記複数の第3の電極の下流側端部から1mm以上、5mm以下離間して配置される

請求項 1 に記載のガス処理装置。

20

【請求項 5】

前記第2のフィルタが、ヒータを有する

請求項 1 に記載のガス処理装置。

【請求項 6】

前記第2のフィルタの温度が閾値を越えたときに、前記複数の積層体に前記交流電圧を印加するように制御する制御部をさらに具備する

請求項 5 に記載のガス処理装置。

【請求項 7】

前記閾値が50である、

請求項 6 に記載のガス処理装置。

30

【請求項 8】

前記ガス処理部または前記流れ形成部が第1のモードで稼働し、その後、前記ガス処理部または前記流れ形成部が前記第1のモードより高稼働の第2のモードで稼働するように制御する第2の制御部をさらに具備する

請求項 1 に記載のガス処理装置。

【請求項 9】

前記ガス処理部に印加される電圧は、前記第1のモード時より前記第2のモード時の方が大きい

請求項 8 に記載のガス処理装置。

40

【請求項 10】

前記流れ形成部によって形成される流れの流量は、前記第1のモード時より前記第2のモード時の方が大きい

請求項 8 または 9 に記載のガス処理装置。

【請求項 11】

前記第2の制御部は、第1のモードから5分間以上経過したときに前記第2のモードに切り替える

請求項 8 乃至 10 のいずれか1項に記載のガス処理装置。

【請求項 12】

50

前記流れ形成部、前記ガス処理部を順次に動作させる第3の制御部をさらに具備する請求項1に記載のガス処理装置。

【請求項13】

前記ガス処理部または前記流れ形成部が第3のモードで稼働し、第1の濃度のオゾンを出す第1の状態と、前記ガス処理部または前記流れ形成部が第4のモードで稼働し、前記第1の濃度より大きい第2の濃度のオゾンを出す第2の状態とを切り替える第3の制御部

をさらに具備する請求項1に記載のガス処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明の実施形態は、放電を用いて、ガスを分解する、ガス処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

生活空間内、冷蔵庫内、倉庫内等の大気ガスやプロセス装置からの排ガスに、有害物質、悪臭物質等が含まれることがある。このような有害物質、悪臭物質等を分解、殺菌等する（以下、ガス分解とする）、高効率で小型のガス分解装置（空気清浄装置、空気清浄エアコン、およびガス浄化装置を含む）が求められている。

【0003】

プラズマアクチュエータ方式（PA）のガス分解装置は、放電によって発生したプラズマ、およびイオンの流れを用いてガスを分解する。すなわち、イオンの流れによって対象ガスをプラズマ中に引き込み、プラズマ中のOHラジカルによって対象ガスを酸化・分解する。この結果、対象ガス中の臭い分子、菌が処理され、高速な脱臭・除菌が可能となる。

20

しかし、プラズマは人体に有害なオゾン（ O_3 ）も含み、ガス処理装置から流出してくる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2017-18901号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、遅漏オゾンの効率的な処理を図ったガス処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

実施形態のガス処理装置は、ガス処理部、流れ形成部、交流電源、第1、第2のフィルタを具備する。ガス処理部は、複数の積層体を備える。複数の積層体は、複数の誘電体基板、複数の第1、第2の電極、および複数の第3の電極を有し、間隔を有して配置される。複数の誘電体基板は、離間して並列に配置され、第1、第2の主面を有する。複数の第1、第2の電極は、前記複数の誘電体基板の第1、第2の主面上に配置される。複数の第3の電極は、前記複数の誘電体基板の内部に配置される。流れ形成部は、前記ガス処理部に向かう、対象ガスの流れを形成する。交流電源は、前記複数の第1、第2の電極と前記第3の電極間に交流電圧を印加して、前記複数の誘電体基板の間に前記対象ガスのプラズマ誘起流を生成する。第1のフィルタは、前記ガス処理部の上流に配置され、オゾンを除く。第2のフィルタは、前記ガス処理部の下流に配置され、オゾンを除く。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施形態に係るガス分解装置10の全体構成を示す側面図である。

50

【図2】処理ユニットUを構成するガス分解素子20の詳細を表す拡大模式図である。

【図3】風速とガス処理速度の関係を表すグラフである。

【図4】風速と遅漏オゾン量の関係を表すグラフである。

【図5】遅漏オゾン濃度の時間的変化を表すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照して、実施形態を詳細に説明する。

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係るガス分解装置10の全体構成を示す。

ガス分解装置10は、放電電極と接地電極間に印加された交流高電圧で発生する放電により、処理ガス(大気やプロセス排気ガス)に含まれる分解対象(臭い分子、細菌、ウイルス)を分解する。

10

【0009】

ガス分解装置10は、ガス導入口11、流路拡大部12、上流側フィルタ13、ガス分解室14、下流側フィルタ15、送風部16、ガス検知部17を有し、これらの内部はガス流通空間となっている。

【0010】

ガス導入口11からガス分解装置10内に分解対象を含む処理ガスが流入する。この流入には、ガス分解室14および送風部16が寄与する。後述のように、ガス分解室14で生成されるプラズマ誘起流Fpと送風部16での送風が相俟って、適度の処理ガスの流れが形成され、ガス分解室14での効率的な酸化・分解が容易となる。

20

流路拡大部12は、ガス導入口11から上流側フィルタ13、ガス分解室14へと流路を拡大する。

【0011】

上流側フィルタ13および下流側フィルタ15は、処理ガス中のオゾンを除去する。なお、この詳細は後述する。

【0012】

ガス分解室14は、複数のガス分解素子20(1)~20(5)を含む処理ユニットUが配置され、処理ガスを処理する。処理ユニットUは、複数の積層体を有するガス処理部として機能する。

30

【0013】

図2は、処理ユニットUを構成するガス分解素子(DBD方式プラズマアクチュエータ)20の詳細を拡大して表す。

処理ユニットUは、ガス分解素子20(20(1)~20(5))、ガス流隔壁26を有する。ここでは、処理ユニットUに含まれるガス分解素子20の個数を5としているが、これは適宜に変更でき、例えば、10個とできる。

【0014】

ガス分解素子20は、誘電体基板21(21a, 21b)、放電電極22(22a, 22b)、接地電極23、絶縁封止層24、光触媒層25(25a, 25b)、ガス流隔壁26を有する。

40

【0015】

1つのガス分解素子20の誘電体基板21a, 21b、放電電極22a, 22b(第1、第2の電極)、接地電極23(第3の電極)、絶縁封止層24、光触媒層25a, 25bは、積層体として機能する。

【0016】

誘電体基板21は、誘電体材料(例えば、石英、シリコンゴム、ポリイミド)の基板である。誘電体基板21として、例えば、厚さ1mmの石英板を用いることができる。

放電電極22、接地電極23は、金属等の導電体から構成される。例えば、スパッタリングまたはメッキを用いて、誘電体基板21上に金(Au)の薄膜を形成し、放電電極22、接地電極23とすることができる。

50

【0017】

放電電極22(22a、22b)、接地電極23のサイズは、例えば、処理ガスの流れ方向(X方向)、奥行き方向(Z方向)で前者が5mm×150mm、後者が10mm×150mmである。すなわち、前者のX方向長さLは後者よりも大きい。後述のように、放電電極22側の長さLの範囲でプラズマPおよびプラズマ誘起流Fpが生成され、酸化・分解処理が行われる。

放電電極22(22a、22b)、接地電極23は、X方向(後述のプラズマ誘起流Fpの流れ方向)にずらして配置される。

【0018】

隣接するガス分解素子20の誘電体基板21は、2mm以上、6mm以下(例えば、2mm)の間隔G1を有して配置される。

最上部(および最下部)のガス分解素子20の誘電体基板21は、ガス流隔壁26と、1mm以上、3mm以下(例えば、2mm)の間隔G2を有して配置される。なお、ここでは、間隔G1、G2に対して、放電電極22の厚さや光触媒層25の厚さは無視できるとしている。間隔G1、G2をこのように設定することで、プラズマP中の酸素ラジカル、特にOHラジカルを有効に活用し、分解対象を効率的に分解できる。

【0019】

絶縁封止層24は、接地電極23での逆放電を抑制するための誘電体膜である。絶縁封止層24として、例えば、ガラス膜、シリコン酸化膜、またはシリコン剤を利用できる。接地電極23に処理ガスが接触して不要な放電が発生することで、プラズマPでの酸化・分解処理を阻害することを防止するためである。

【0020】

光触媒層25a、25bは、光触媒材料(例えば、TiO₂)の層であり、誘電体基板21上の、プラズマP付近、あるいはプラズマP内に配置される。光触媒層25a、25bは、例えば、光触媒材料の塗布によって形成できる。

【0021】

光触媒層25a、25bは、プラズマPからの発光によって活性化され、プラズマP中に含まれるNO_x等を除去する。即ち、プラズマPおよび光触媒が相俟って、より効率的な対象物の除去が可能となる。

【0022】

なお、ガス分解素子20は、光触媒層25を有しなくても良い。但し、ガス分解素子20が光触媒層25を有すると、対象物をより効率的な除去が可能となる。

【0023】

高電圧交流電源30は、放電電極22a、22bと、接地電極23との間に交流高電圧(周波数が5kHz~70kHz(例えば、10kHz)、電圧(振幅)が3kV~10kV(例えば、5kV)の正弦波電圧)を印加する。このとき、ガス分解装置10内は、略大気圧である。

【0024】

高電圧交流電源30からの交流高電圧によって、誘電体基板21aの上面および誘電体基板21bの下面(放電電極22側)の接地電極23と対応する領域(長さLに対応する範囲)に誘電体バリア放電のプラズマPが生成される。

プラズマPは、正イオンと電子を含む。正イオンと電子の質量と電気特性の差異により、プラズマPに接する誘電体基板21の表面は負に帯電し、プラズマPにセルフバイアスが発生する。誘電体基板21上、接地電極23のみ配置される(放電電極22は配置されない)箇所でのセルフバイアスによって、正イオンはX軸正方向に移動し、処理ガスの分子と衝突し、これを巻き込んで進む。この結果、イオンとガスの双方を含む流れ(プラズマ誘起流Fp)が発生する。

このプラズマ誘起流Fpは、処理ガスをプラズマP中に引き込み、ガスの効率的な処理(対象物の効率的な酸化・分解)に寄与する。

【0025】

10

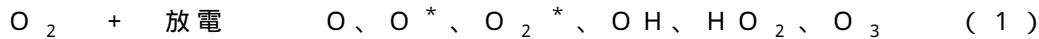
20

30

40

50

プラズマ P は、水蒸気を含む処理ガス（大気）の放電により生成された酸素ラジカル（ O 、 O^* 、 O_2^* 、 OH 、 HO_2 ）、オゾン（ O_3 ）を含む（式（1）参照）。



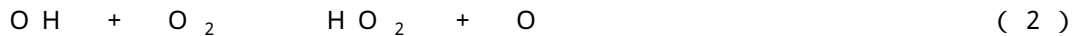
【0026】

酸素ラジカルは、例えば、 O （酸素原子ラジカル）や O^* （励起酸素原子ラジカル）、 O_2^* （励起酸素分子ラジカル）、 OH （ OH ラジカル）、 HO_2 （ヒドロペルオキシラジカル）である。酸素ラジカルは酸化力が強く、処理ガスに含まれる分解対象（臭い分子、細菌、ウイルス）を強力に酸化・分解（脱臭、除菌）する。酸素ラジカル中、 OH ラジカルの酸化力（脱臭・除菌作用）は特に強い。このため、プラズマ P 中の OH ラジカルが特に脱臭・除菌に寄与する。

10

【0027】

しかし、 OH ラジカルはその反応性が強いために、 O_2 分子や N_2 分子と反応して、失活し易い（式（2）、（3）、（4）参照）。



【0028】

大気圧中での OH ラジカルの寿命は1ms以下であり、例えば、ガスの流速が1m/sとすると、このときの移動距離は1mmとなる。即ち、 OH ラジカルは、プラズマ P から1mm以内の範囲（実質的にプラズマ P 内）にのみ存在することになり、人体等に直接影響を与えることはない。

20

【0029】

対象物の酸化・分解は、プラズマ P 内で連続的に生成される一定量の OH ラジカルによって起きる。この分解反応は、分解対象分子に対する1次反応とみなせる。そのため、処理ユニット U から流出する分解対象の濃度 C は式（5）で表せる。

$$C = C_0 \cdot \exp(-k) \quad (5)$$

C_0 : 処理ユニット U に流入する分解対象の濃度

k : 速度定数 ($k = v_t * C_t$)

v_t : 分解対象の分子と OH ラジカルの反応速度

C_t : OH ラジカルの濃度（単位長さあたりの投入電力に依存）

: OH ラジカルが存在する領域（長さ L）を通過する時間（秒）

30

【0030】

プラズマ P 中で生成されるオゾン（ O_3 ）は寿命が長いため（常温では時間オーダ）、ガス分解装置 10（処理ユニット U）から流れ出て室内に拡散する。後述のように、ガス分解装置 10 は、流出するオゾンの濃度が許容濃度を超えないようになっている。なお、オゾンの許容濃度は、0.1ppm（日本産業衛生学会）である。

【0031】

送風部 16 は、例えば、送風機、排風機であり、ここではモータで駆動されるファン 161 を用いている。送風部 16 は、処理ユニット U（ガス処理部）に向かう、対象ガスの流れを形成する流れ形成部として機能する。

40

【0032】

ここでは、送風部 16 は、ガス分解室 14 の下流に配置され、ガス分解室 14 から対象ガスを吸い出している。但し、送風部 16 をガス分解室 14 の上流に配置して、ガス分解室 14 に対象ガスを押し出してもよい。

送風部 16 をガス分解室 14 の下流に配置する場合、下流側フィルタ 15 よりも下流であることが好ましい。後述のように、下流側フィルタ 15 は、処理ユニット U に近接していることが好ましいからである。

【0033】

既述のように、処理ユニット U 中のプラズマ誘起流 F_p が処理ガスを引き込むことから、送風部 16 がなくても、ガス分解装置 10 への処理ガスの流入、流出は可能である。し

50

かし、送風部 16 によって、処理ガスの流量を増加することで、ガスの処理量をさらに増加できる。すなわち、対象ガスの流速 v は、式 (6) のように、プラズマ誘起流 F_p 自体の v_p と送風部 16 に起因する対象ガスの流速 v_f を加算した値となる。

$$v = v_p + v_f \quad (6)$$

【0034】

単位時間のガス処理量は流量（流速 v ）に比例するため、トータルとしての処理量は流速増加とともに増加する。しかし、対象ガスの流速 v を増加すると、ガス分解装置 10 から流出する処理ガス中にある分解対象の濃度 C も増加する。このため、この濃度 C が適正な範囲で、送風部 16 の流量（流速）を増加することが好ましい。

【0035】

ガス検知部 17 は、ガス分解装置 10 から排出されるガスを検知する区画であり、オゾンセンサ 171 が設置される。

オゾンセンサ 171 は、ガス分解装置 10 から排出されるガス中のオゾン濃度を検知する。後述のように、検知されたオゾン濃度に基づいて、送風部 16 での送風量が制御される。

ガス検知部 17 を通ったガスは、ガス流出口 18 から流出する。

【0036】

制御装置 41 は、例えば、ハードウェア（CPU：中央演算装置）、ソフトウェア（プログラム）の組み合わせから構成され、ガス分解装置 10 を制御する。なお、制御装置 41 をハードウェアのみから構成してもよい。

制御装置 41 は、後述の B～F の制御（フィルタの加熱制御、流量制御、オゾン逆流防止の制御、稼働状態の切り替え制御、オゾンによる室内クリーニング制御）に用いることができる。

【0037】

（遅漏オゾン濃度の制御）

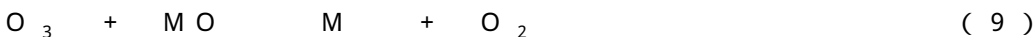
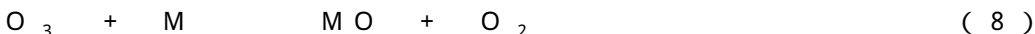
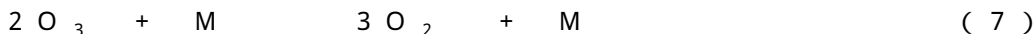
以下、遅漏（流出）オゾン濃度の制御の詳細を説明する。

A. フィルタによる吸収

上流側フィルタ 13、下流側フィルタ 15 は、処理ガスからオゾン除去するオゾン除去フィルタである。以下、この詳細を説明する。

オゾン除去フィルタは、オゾンを分解するフィルタであり、金属触媒（M：例えば、Mn、Co、Ni の酸化物、例えば、二酸化マンガン： MnO_2 ）、または活性炭を有する。金属触媒は、触媒として働きオゾンの分解を加速する（式（7）～（9）参照）。活性炭は、オゾンと反応して CO_2 となる（式（10）参照）。

【0038】



【0039】

金属触媒はオゾン処理能力が大きい。また、金属触媒には自浄作用があり、寿命が長い（式（8）、（9）に示すように、オゾンとの反応によって、金属状態、酸化物状態が入れ替わる、または、式（7）に示すように、オゾンの処理前後で金属状態が維持される）。但し、金属触媒は、アンモニア、硝酸等の処理には不向きである（触媒の表面が被毒して、触媒作用が低下する）。また、温度依存性が大きく、稼働初期の低温時にはオゾン処理性能が良くない。

一方、活性炭はアンモニア、硝酸等を吸着除去できるが、吸着によって処理能力が低下する。また、オゾンとの反応で燃焼・消耗するため、比較的寿命が短い。

【0040】

ここでは、上流側フィルタ 13 に活性炭を用い、下流側フィルタ 15 に金属触媒を用いる。上流側フィルタ 13 で比較的少量のオゾンおよびアンモニア、硝酸等を処理し、下流

10

20

30

40

50

側フィルタ 15 で大量のオゾン进行处理することで、オゾンの安定的な処理が容易となる。

【0041】

基本的には、上流側フィルタ 13 から処理ユニット U に向かって処理ガスが流れるため、処理ユニット U 内で発生したオゾンが上流側フィルタ 13 に逆流する可能性は小さい。

しかし、処理ユニット U 内で発生する高濃度オゾンの一部が処理ガスの流れと逆方向に拡散し、比較的少量のオゾンとして逆流する可能性がある。この逆流は、特に、処理ガスの流れ（ガス分解装置 10 内全体での送風状態）が不安定な稼働開始直後に発生し易い。

【0042】

このようなオゾンの逆流を防止するのに、上流側フィルタ 13 は有効に機能する。この比較的少量のオゾン进行处理するには、活性炭が適する。稼働開始直後は比較的低温でもあり、活性炭の方が温度依存性の大きい金属触媒より適切となる。

10

【0043】

下流側フィルタ 15 には、処理ユニット U 内で発生した大量のオゾンが常時流入することから、金属触媒を用いることが好ましい。上流側フィルタ 13 でアンモニア、硝酸等进行处理し、下流側フィルタ 15 でオゾン进行处理することで、金属触媒の被毒を防止しつつ大量のオゾン进行处理することができる。

【0044】

既述のように、活性炭は比較的寿命が短い。このため、上流側フィルタ 13 の活性炭は交換容易とすることが好ましい。例えば、上流側フィルタ 13 をガス分解装置 10 から取り外し容易なカセットとして、このカセットごと活性炭を交換する。

20

なお、上流側フィルタ 13 に加えて、下流側フィルタ 15 も交換容易としてもよい。

【0045】

以上のように、上流側フィルタ 13、下流側フィルタ 15 に用いるオゾン除去用の材料を適宜に選択することで、効率的なオゾン除去が可能となる。

【0046】

B. フィルタの加熱制御

既述のように金属触媒は温度依存性が大きい。

このため、下流側フィルタ 15 は、触媒のみでなく、ヒータ 151、温度センサ 152 を備える。

ヒータ 151 は、触媒、特に金属触媒の温度を上げ、効率的な処理を可能とする。ヒータ 151 として、例えば、抵抗型電熱ヒータを利用できる。

30

温度センサ 152 は、下流側フィルタ 15（触媒）の温度をモニタし、適温に保つために用いられる。

【0047】

即ち、ヒータ 151 によって下流側フィルタ 15 を加熱することで、下流側フィルタ 15 によるオゾンの効率的な分解が容易となる。また、下流側フィルタ 15 の温度をモニタし、その温度に基づいてヒータ 151 による加熱状態を制御し、下流側フィルタ 15 の温度を適正な範囲（50～80、例えば、60）に保持できる。

【0048】

ここで、下流側フィルタ 15（金属触媒）の温度がある程度上がったところで、処理ユニット U を稼働すれば、処理ユニット U で発生したオゾンを実際に下流側フィルタ 15 で除去できる。

40

例えば、制御部 41 がガス分解装置 10 を制御し、下流側フィルタ 15 の温度が閾値（例えば、50）を越えたときに、処理ユニット U の駆動を開始する（交流電圧を印加する）。

【0049】

C. 流量制御

オゾンセンサ 171 によって遅漏オゾン濃度を検出し、この検出結果に基づいて、送風部 16 の流量を制御する。例えば、検出されたオゾン濃度が閾値を越えたときに送風部 16 の流量を大きくする。このようにすると、排出される処理ガスに対するオゾンの割合が

50

低減し、オゾン濃度が低下する。

【 0 0 5 0 】

D . オゾン逆流防止の制御

既述のように、稼働開始直後などにオゾンの一部が逆流する可能性がある。これを避けるには、処理ユニットUの稼働に先んじて、送風部16を稼働することが考えられる。送風部16を稼働し、ガス分解装置10内全体での送風状態が安定化してから、処理ユニットUを稼働することで、処理ユニットU内で発生したオゾンが上流側に逆流することを防止できる。すなわち、時間(10秒~120秒程度、例えば、30秒)をおいて、送風部16、処理ユニットUを順次に稼働すればよい。

この順次稼働は、制御部41が制御できる。但し、単なるタイマを用いてもよい。

10

【 0 0 5 1 】

E . 稼働状態の切り替え制御

後述の実施例3に示すように、ガス分解装置10(処理ユニットU)は稼働の比較的初期(例えば、稼働開始から5分程度まで)において、オゾンが出易い傾向が見られた。

【 0 0 5 2 】

このため、運転の推移に応じて、低稼働状態から通常稼働状態へと稼働状態を切り替えることで、オゾン漏洩の無いガス処理が可能となる。

例えば、制御部41が、処理ユニットU(ガス処理部)または送風部16(流れ形成部)を第1のモード(低稼働モード)で稼働し、その後、処理ユニットU(ガス処理部)または送風部16が第2のモード(通常稼働モード)で稼働するように制御する。低稼働状態が所定時間(例えば、5分以上)続いたら、低稼働状態から通常稼働状態に切り換える。

20

【 0 0 5 3 】

処理ユニットUおよび送風部16の少なくとも一方のパワーを変更することで、稼働状態の高低を変化できる。例えば、処理ユニットUに印加する電圧の高低に応じて、通常稼働、低稼働を切り替えられる。また、送風部16によるガスの風速(風量)の大小に応じて、通常稼働、低稼働を切り替えられる。処理ユニットUおよび送風部16の双方のパワーを変更して、通常稼働、低稼働を切り替えてもよい。

【 0 0 5 4 】

F . オゾンによる室内クリ - ニング制御

30

以上では、ガス分解装置10からの遅漏オゾンの濃度を防止し、人間の健康を守ることを目的としている。

これに対して、処理ユニットUで発生するオゾンを積極的に活用することも考えられる。すなわち、ガス分解装置10から比較的低濃度のオゾン(例えば、0.1ppm程度)を放出し、室内を脱臭することができる。

【 0 0 5 5 】

適度なオゾン濃度を確保するには、例えば、処理ユニットU、送風部16双方のパワーを通常より大きくすればよい。処理ユニットUに印加される電圧を大きくすることで、処理ユニットUで生成されるオゾンの生成量を増大できる。送風部16のパワー(流量、流速)を大きくすると、上流側フィルタ13、下流側フィルタ15があってもこれらのフィルタで分解されるオゾンの量は少なくなる。この結果、適度な濃度のオゾンをガス分解装置10から放出できる。

40

【 0 0 5 6 】

例えば、制御部41が処理ユニットU(ガス処理部)または送風部16(流れ形成部)が第3のモード(通常稼働モード)で稼働し、第1の濃度(低濃度)のオゾンを排出する第1の状態と、処理ユニットUまたは送風部16が第4のモード(高稼働モード)で稼働し、第2の濃度(高濃度)のオゾンを排出する第2の状態とを切り替える。この第3のモード(通常稼働モード)は、「E. 稼働状態の切り替え制御」で説明した第2のモード(通常稼働モード)と同じにすることができる。

【 0 0 5 7 】

50

ここで、オゾンセンサ 171 を用いて、通常稼働モード、高稼働モードでのオゾンの濃度を制御できる。例えば、オゾンセンサ 171 でオゾン濃度の高低に対応して、処理ユニット U および / または送風部 16 のパワーを調節する。

【0058】

高稼働モードでの動作は、人のいない時間帯（例えば、深夜）とすることが好ましい。例えば、高稼働モードでの動作の開始、終了の時刻を設定し、この設定に基づいて、制御部 41 がガス分解装置 10 を制御する。室内に放出された、適度な濃度のオゾンを含む大気は建築法に基づく基準（0.5 回/h 以上）で換気されるため、ガス処理（脱臭、除菌）に用いられた後、徐々に排気される。

【実施例】

【0059】

以下、実施例を説明する。

(1) 実施例 1

10 個のガス分解素子 20 を各々 2 mm の間隙（ギャップ）を設けて積み重ね処理ユニット U とした。ここで、放電電極 22（22a、22b）、接地電極 23 は、長さ方向（X 方向）、奥行き（Z 方向）で前者が 5 mm x 150 mm、後者が 10 mm x 150 mm とした。

【0060】

上流側フィルタ 13 は、20 mm 厚の活性炭 1 枚とし、下流側フィルタ 15 を 10 mm 厚の MnO_2 触媒 2 枚とした。

【0061】

送風部 16 を作動させ、処理ユニット U 内の間隔 G1 における流速 v_f を 0.4 [m/s] とした。

【0062】

その後、放電電極 22 と接地電極 23 間に 10 kHz、振幅 5 kV の交流電圧を印加する。その結果、放電電極 22 の端部から放電電極 22 側の誘電体基板 21 の面上 10 mm にかけて誘電体バリア放電のプラズマが生成し、プラズマ誘起流 F_p が発生した。

このとき、プラズマ誘起流 F_p 自体の流速 v_p は、0.3 [m/s] 程度であった（触媒設置時、すなわち、上流側フィルタ 13、下流側フィルタ 15 での圧力損失を含む）。式 (6) から処理ガスの流速 $v (= v_p + v_f)$ は、0.7 [m/s] となる。

【0063】

図 3 は、風速とガス処理速度の関係を表すグラフである。ここでは、実験で求めた OH ラジカル濃度を用いて解析を行った。

図 3 の横軸は、処理ガスの流速 v であり、縦軸は、分解対象の処理能力（処理量）を換算換気量 [m³/s]（同等性能を示す大気の換気量）で表す。

【0064】

グラフ g1 ~ g7 はそれぞれ、分解対象であるアセトアルデヒド (CH_3CHO)、タバコ臭全体（主成分であるアンモニア、酢酸、アセトアルデヒドを 1 : 1 : 2 の比率で総合したタバコ臭）、酢酸 (CH_3COOH)、アンモニア (NH_3)、エチレン、トルエン、硫化水素 (H_2S) に対応する。

【0065】

上流側フィルタ 13 の活性炭は、グラフ g1 ~ g4 での分解対象（酢酸やアンモニア）を吸着除去する力が大きく、グラフ g5 ~ g7 での分解対象（エチレンなど）を吸着除去する力は比較的小さい。

このため、グラフ g1 ~ g4 では、流速 v に略比例して処理量が増加する。一方、グラフ g5 ~ g7 でも、流速 v と共に処理量は増加するが、その勾配はグラフ g1 ~ g4 に比べてずっと小さい。

【0066】

図 4 は、風速と遅漏オゾン量の関係を表すグラフであり、実施例 1 の下流側フィルタ 15 の 2 枚の MnO_2 フィルタによるオゾン除去の実験結果を示す。

10

20

30

40

50

図4の横軸は、処理ガスの流速 v であり、縦軸は遅漏オゾンの量（排出量）を $[ppm \cdot m^3 / min]$ の単位で表す。

グラフ $t_1 \sim t_5$ はそれぞれ、温度 $22, 30, 40, 50, 70$ に対応する。

【0067】

オゾンを含む処理ガスが下流側フィルタ15を通過する際、 MnO_2 と接触することによりオゾンが酸化・分解される。図4中の破線に示すように、オゾンの除去能力は滞留時間（長さ L を通過する時間）に比例する（流速に反比例）。すなわち、流速が早くなると、オゾンの除去能力は低下する。

【0068】

今、8畳間（約 $30m^3$ 空間）を想定すると、建築基準法に規定される換気回数 0.5 [回/h]での流量は $0.25 [m^3 / min]$ である。このとき、オゾンの許容濃度 $0.1 ppm$ から、安全基準値 S （室内のオゾン濃度が許容濃度を超えないための上限オゾン生成量）は、 $0.025 [ppm \cdot m^3 / min]$ となる。

【0069】

すなわち、安全基準値 S を超えない範囲で送風部16の流量を調整したときの、最大流速が最大のガス処理能力を示す。図4の例22では、安全基準量 S と温度 22 のグラフ t_1 の交点である「基準流速 $v_s = 0.7 [m/s]$ 」が好ましい。

すなわち、処理ガスの流速 v を基準流速 v_s 以下とすることで、室内（ここでは、30畳想定）のオゾン濃度が時間とともに増大したとしても、 $0.1 ppm$ 以下が確保される。既述のように、実施例1では処理ガスの流速 v を $0.7 [m/s]$ として、オゾン濃度を許容限度内に抑えつつ、ガスの処理量が最大となるようにしている。

【0070】

処理ガス中のオゾンは、フィルタを通過する間に、その孔構造内の孔壁面に到達して反応、除去される。そのため、フィルタでのオゾンの除去能力は、フィルタ通過時間 T （=フィルタの厚み T /流速 v ）に比例する。

下流側フィルタ15で取り切れずに通過するオゾン量 $Q [ppm \cdot m^3 / min]$ は式(11)で表せる（式(11)は「 $v_0 > U$ 」の範囲で有効）。

$$Q = A \cdot v \cdot 60 \cdot C_0 \cdot (1 - U/v_0) \quad (11)$$

A : フィルタ15の流路面積 $[m^2]$

C_0 : フィルタ前面のオゾン濃度 $[ppm]$

U : ガスの流速 $v = 1 [m/s]$ のときの下流側フィルタ15のオゾン除去率

v_0 : 流速 v の無次元化量（ $v_0 = v [m/s] / 1 [m/s]$ ）

【0071】

ここで、前述の安全基準値 S （30畳の部屋空間では $0.025 [ppm \cdot m^3 / min]$ ）を超えないオゾン量 Q とする（ $Q \leq S$ ）。この範囲で流速 v を最大とすると、安全かつオゾンの分解効率が最大となる。式(11)で表されるオゾン通過量は流速 v とともに増加するからである。

【0072】

(2) 実施例2

式(12)に示すように、オゾンは、発熱の3体衝突反応で生成する。そのため、温度が高いほど逆反応でオゾンは分解する。

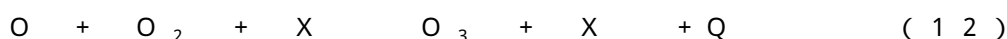


図4に示すように、温度が高い方が下流側フィルタ15でのオゾン除去能力が高くなる。特に 50 以上は有効で、 70 以上では流量上制限がなくなる。

【0073】

このとき、下流側フィルタ15を処理ユニット U に近接させることが好ましい。放電する処理ユニット U からの熱によって、下流側フィルタ15の温度は時間と共に上昇し、 50 程度を保つようになる。

処理ユニット U の下流側に接地電極23が配置されている。このため、下流側フィルタ15を処理ユニット U （接地電極23）に接触させることも可能である。但し、下流側フ

10

20

30

40

50

フィルタ 15 が接地電極 23 に近接、接触すると、プラズマ P が不安定になる可能性もある。このため、プラズマ P の安定性を考慮すると、下流側フィルタ 15 を電極 23 の下流端から 1 ~ 5 mm 程度離すことが好ましい。このとき、下流側フィルタ 15 が処理ユニット U の誘電体基板 21 や絶縁封止層 24 に接触してもよい。

【0074】

(3) 実施例 3

図 5 は、ガス分解装置 10 から流出するガス中のオゾン濃度の時間変化を表すグラフである。図 5 の横軸がガス分解装置 10 の動作開始からの経過時間であり、縦軸がオゾン濃度である。

図 5 に示す通り、流出するガス中のオゾン濃度は、ガス分解装置 10 の動作開始初期（5 分程度）には若干漏れ、その後、事実上漏れなくなる。これはフィルタ 5 B 中の触媒、特にその表面の温度変化に対応すると考えられる。動作開始直後には触媒の温度は低く、オゾンの漏れが発生する。その後、オゾンの酸化処理により、触媒の温度は高くなり、オゾン漏れはなくなる。

このため、既述のように、運転の推移に応じて、低稼働状態から通常稼働状態へと稼働状態を切り替えることで、オゾン漏洩の無いガス処理が可能となる。

【0075】

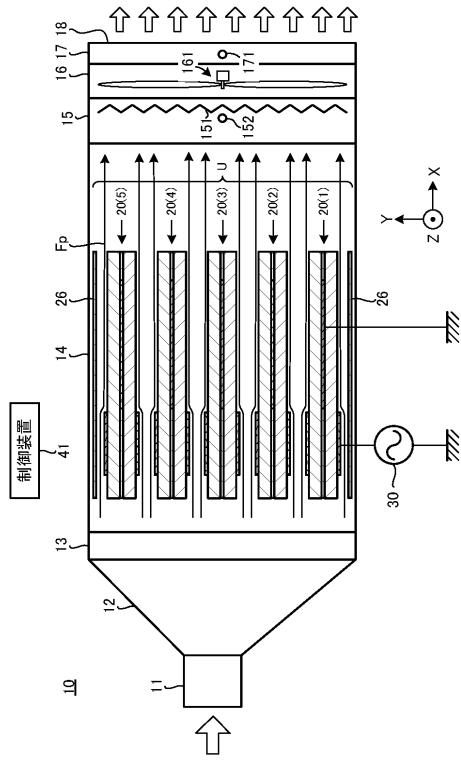
本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

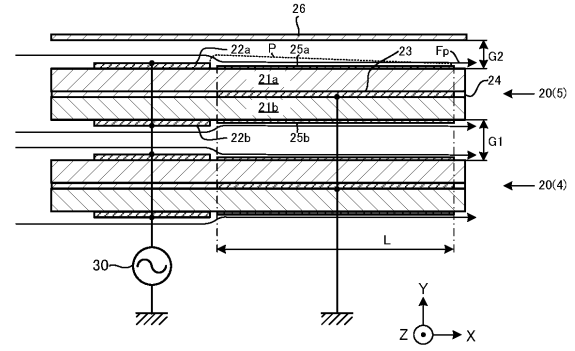
【0076】

U	処理ユニット	
10	ガス分解装置	
11	ガス導入口	
12	流路拡大部	
13	上流側フィルタ	30
14	ガス分解室	
15	下流側フィルタ	
16	送風部	
17	ガス検知部	
18	ガス流出口	
20	ガス分解素子	
21 (21a, 21b)	誘電体基板	
22 (22a, 22b)	放電電極	
23	接地電極	
24	絶縁封止層	40
25 (25a, 25b)	光触媒層	
26	ガス流隔壁	
30	高電圧交流電源	
41	制御装置	
151	ヒータ	
152	温度センサ	
161	ファン	
171	オゾンセンサ	
Fp	プラズマ誘起流	
P	プラズマ	50

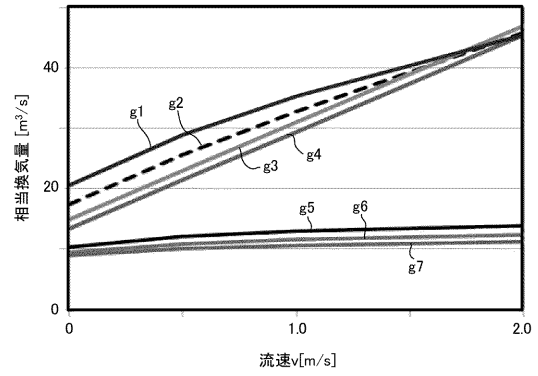
【 図 1 】



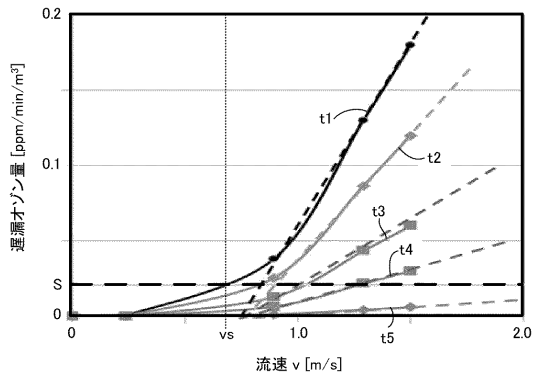
【 図 2 】



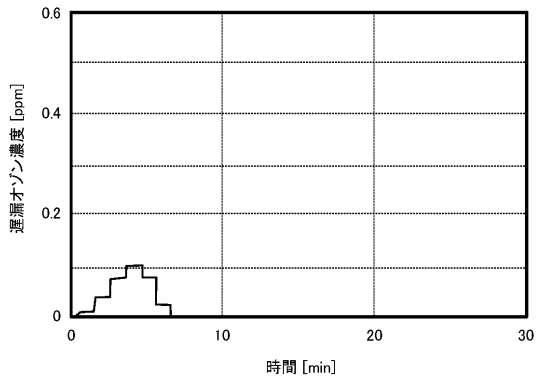
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
A 6 1 L 9/00 (2006.01)	A 6 1 L	9/00	C	
B 0 1 J 35/02 (2006.01)	B 0 1 J	35/02	G	
B 0 1 J 23/34 (2006.01)	B 0 1 J	23/34	A	
H 0 5 H 1/24 (2006.01)	H 0 5 H	1/24		
A 6 1 L 9/01 (2006.01)	A 6 1 L	9/01	B	

Fターム(参考) 2G084 AA18 AA23 AA25 BB07 BB24 CC03 CC19 CC20 CC34 DD01
DD14 DD22 DD25 DD66 FF23
4C180 AA02 AA07 BB03 BB06 BB08 BB09 BB11 CA01 CA10 CC02
CC04 DD11 DD17 EA14X EA16X EA35X EA37X EA38X EA54X HH02
HH05 KK02 KK05 LL06 LL11
4D002 AA03 AA11 AA13 AA32 AA33 AA40 AB02 AC10 BA07 CA20
4D148 AA12 AB03 BA28X BA37Y BA38Y BA41X BA45X CA06 CC32 CC46
CC53 EA04
4G169 AA03 BB02A BB04B BC62B CA02 CA03 CA16 DA06