

(51) 国際特許分類7 B01J 19/08, B01D 53/70	A1	(11) 国際公開番号 WO00/61284 (43) 国際公開日 2000年10月19日(19.10.00)									
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02366 (22) 国際出願日 2000年4月12日(12.04.00) (30) 優先権データ <table border="0"> <tr> <td>特願平11/104610</td> <td>1999年4月12日(12.04.99)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平11/140714</td> <td>1999年5月20日(20.05.99)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平11/202326</td> <td>1999年7月15日(15.07.99)</td> <td>JP</td> </tr> </table> (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)(JP/JP) 〒100-8315 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 別所正博(BESSHO, Masahiro)(JP/JP) 服部敏夫(HATTORI, Toshio)(JP/JP) 椿 泰廣(TSUBAKI, Yasuhiro)(JP/JP) 〒453-8515 愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地 三菱重工業株式会社 名古屋研究所内 Aichi, (JP)		特願平11/104610	1999年4月12日(12.04.99)	JP	特願平11/140714	1999年5月20日(20.05.99)	JP	特願平11/202326	1999年7月15日(15.07.99)	JP	(74) 代理人 弁理士 藤田考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.) 〒169-8925 東京都新宿区高田馬場三丁目23番3号 ORビル Tokyo, (JP) (81) 指定国 AU, NO, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書
特願平11/104610	1999年4月12日(12.04.99)	JP									
特願平11/140714	1999年5月20日(20.05.99)	JP									
特願平11/202326	1999年7月15日(15.07.99)	JP									
(54)Title: ORGANIC HALOGEN COMPOUND DECOMPOSING DEVICE AND OPERATION CONTROL METHOD THEREFOR, AND ORGANIC HALOGEN COMPOUND DECOMPOSING METHOD (54)発明の名称 有機ハロゲン化合物分解装置とその運転制御方法、及び有機ハロゲン化合物の分解方法 (57) Abstract An organic halogen compound decomposing device using plasma and capable of a positive and stable ignition at operation start-up and a stable post-ignition operation with a satisfactory plasma shape maintained, the device comprising a cylindrical waveguide (7) consisting of an outer conductor (8) and an inner conductor (9), and a dual-structure discharge pipe (5) installed coaxially with and inside the waveguide (7) and consisting of an inner pipe (11) and outer pipe (12). A probe antenna (9a) formed by extending the inner conductor (9) is disposed to surround the discharge pipe (5), and the tip end of the inner pipe (11) is positioned on the inner side of the tip end of the probe antenna (9a).											

(57)要約

本発明は、プラズマを利用した有機ハロゲン化合物分解装置において、運転開始時における確実かつ安定した着火を可能とするとともに、着火後も良好なプラズマ形状を維持して安定した運転を可能とするためになされたものである。この有機ハロゲン化合物分解装置は、外側導体 8 及び内側導体 9 よりなる円筒導波管 7 と、円筒導波管 7 内に同軸に設置された内管 11 及び外管 12 よりなる二重構造の放電管 5 とを具備している。また、前記内側導体 9 を延長してなるプローブアンテナ 9a が前記放電管 5 を囲むように配置され、前記内管 11 の先端が前記プローブアンテナ 9a の先端より内側に位置している。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AG アンティグア・バーブーダ	DZ アルジェリア	LC セントルシア	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LR リベリア	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LS レソト	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LT リトアニア	SL シェラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	MA モロッコ	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BR ブラジル	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサウ	共和国	TT トリニダード・トバゴ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TZ タンザニア
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	MZ モザンビーク	VN ヴェトナム
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	YU ユーゴスラヴィア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

明 細 書

発明の名称

有機ハロゲン化合物分解装置とその運転制御方法、及び有機ハロゲン化合物の分解方法

背景技術

1. 発明の技術分野

本発明は、プラズマを利用した有機ハロゲン化合物分解装置及びこの装置を用いた有機ハロゲン化合物の分解方法並びに上記分解装置の運転制御方法に関し、特に、マイクロ波を利用してプラズマを発生させるようにした有機ハロゲン化合物分解装置とこの分解装置に用いて好適なマイクロ波式プラズマトーチ及びプラズマ着火方法並びに上記分解装置の運転制御方法に関する。

2. 従来技術

分子内にフッ素、塩素、臭素等を含んだフロン、トリクロロメタン、ハロン等の有機ハロゲン化合物は、冷媒、溶剤、消火剤等の幅広い用途に大量に使用されており、産業分野における重要度は極めて高い。

しかし、これら化合物は揮発性が高く、未処理のまま大気、土壌、水等の環境に放出されると、発ガン性物質の生成、オゾン層の破壊等、環境に悪影響を及ぼすことがあるため、環境保全の見地から無害化処理を行う必要がある。

従来から報告されている有機ハロゲン化合物の処理方法は、主として高温での熱分解反応を利用している。この処理方法はさらに焼却法とプラズマ法とに大別される。

焼却法では、有機ハロゲン化合物を樹脂等の通常の廃棄物と一緒に焼却する。これに対し、プラズマ法では、プラズマ中で有機ハロゲン化合物を水蒸気と反応させ、二酸化炭素、塩化水素、フッ化水素に分解する。さらに、後者のプラズマ法に係る有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法については、マイクロ波を利用してプラズマを発生させる方法が近年開発されている。

この分解方法に用いられる分解装置は、アルカリ液を収容する排ガス処理タン

クと、開口した下端部がアルカリ液に浸漬されている反応管と、反応管の上方に垂直方向に延在された円筒導波管と、円筒導波管の内部に配置され、その下端が反応管に連通された放電管と、その一端部近傍が円筒導波管に接続された方形導波管と、方形導波管の他端に装着されたマイクロ波発信器等を備えている。

この分解装置では、放電管にフロンガスおよび水蒸気が供給される一方、マイクロ波発信器から発信されたマイクロ波が方形導波管を介して円筒導波管に伝送される。そして、円筒導波管の内部に形成されたマイクロ波電界で放電を起こし、反応管内でフロンガスを熱プラズマにより分解する。他方、この分解反応により生成された生成ガスは、アルカリ液中を通して中和され、炭酸ガス等を含む残りのガスは排気ダクトから排出される。

ところで、上記プラズマ法による有機ハロゲン化合物の分解装置においては、プラズマの形成に先立ち、ガスに対し確実に着火し、容易にプラズマを形成することが求められている。また、着火完了後の装置の運転に際しては、良好なプラズマ形状を維持し、安定した分解反応を継続することが重要である。

さらに、この有機ハロゲン化合物の分解装置においては、フロンガス等をプラズマ状態にする必要があるため、フロンガスが確実に着火してプラズマ化するように装置を制御する必要がある。また、フロンガスの分解に際して生成される物質は有害であるため、その制御にあたっては、安全性も要求される。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、プラズマ形成に先立ち、確実に着火が可能で、しかも着火後は良好なプラズマ形状を維持して安定した運転を可能にするマイクロ波式プラズマトーチ及び有機ハロゲン化合物分解装置の提供を目的としている。

また、本発明は、プラズマ形成に先立ち、確実に着火を可能とするプラズマ着火方法及びこの着火方法を利用してなる有機ハロゲン化合物の分解方法の提供をも目的としている。

さらに、本発明は、フロンガス等の有機ハロゲン化合物を確実に着火してプラズマ化することが可能な有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法の提供をも目的としている。加えて、本発明は、有機ハロゲン化合物分解装置の安全性を向上することが可能な有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法の提供をも目

的としている。

発明の開示

上記課題を解決するために、本発明においては以下の構成を採用した。

本発明のマイクロ波式プラズマトーチは、外側導体及び内側導体よりなる円筒導波管と、この円筒導波管内に同軸に設置された内管及び外管よりなる二重構造の放電管とを備え、前記内側導体を延長してなるプローブアンテナが前記放電管を囲むように配置され、前記内管の先端が前記プローブアンテナの先端より内側に位置することを特徴としている。

このマイクロ波式プラズマトーチによれば、内管と外管との間を螺旋状に流れて流出するガス流が、内管の真下によどみを形成する。このため、ガス流のよどみに対して、容易に着火できるようになり、確実に安定した着火が可能になる。また、内管の先端がプローブアンテナの先端より内側に位置するので、内管先端部がプラズマのエネルギー集中部から離れ、熱影響を受けにくくなる。

また、内管先端とプローブアンテナ先端との間に距離 L を設けて内管を内側に位置させたので、内管先端がプラズマのエネルギー集中部から離れて熱影響を受けにくくなる。従って、内管が熱変形するのを防止でき、安定したガス流が供給されることによって安定した分解反応を継続することが可能になる。

また、本発明の有機ハロゲン化合物分解装置は、有機ハロゲン化合物の分解物を中和処理するための処理液が収容された排ガス処理タンクと、開口した下端部が前記排ガス処理タンク内の処理液に浸漬された反応管と、マイクロ波式プラズマトーチとを備え、このマイクロ波式プラズマトーチが、前記反応管の上方に垂直方向に延在する外側導体及び内側導体よりなる円筒導波管と、この円筒導波管内に同軸に設置された内管及び外管よりなる二重構造の放電管とを備え、前記内側導体を延長してなるプローブアンテナが前記放電管を囲むように配置され、前記内管の先端が前記プローブアンテナの先端より内側に位置することを特徴としている。

この有機ハロゲン化合物分解装置によれば、着火性に優れ、しかも安定した分解反応を継続できるプラズマトーチを採用しているので、運転開始時に確実に安

定した着火が可能となる。しかも、運転中も良好なプラズマ形状が維持されるため、安定した分解反応を継続して実施可能となる。

また、本発明のプラズマ着火方法は、プラズマの発生に先立ち、内管及び外管よりなる二重構造の放電管に導入され前記内管と前記外管との間を旋回して流れるアルゴンガスに着火してプラズマを形成するプラズマ着火方法において、前記内管と前記外管との間を流れるアルゴンガスの軸方向流速を80 cm/sec以上に設定したことを特徴としている。

このプラズマ着火方法によれば、二重構造の放電管を採用し、アルゴンガスの軸方向流速を80 cm/sec以上の高速としたことで、内管下部にガス流の適度なよどみが生じ、このよどみに着火することによってプラズマ形成時において90%以上の高い着火率が得られ、確実に安定した着火が可能となる。さらに、上述したよどみは、着火後においてもプラズマを安定した状態に保持するので、良好なプラズマの維持にも貢献する。

また、本発明の有機ハロゲン化合物の分解方法は、アルカリ液を収容する排ガス処理タンクと、開口した下端部が前記アルカリ液に浸漬された反応管と、この反応管の上方に垂直方向に延在する円筒導波管と、この円筒導波管の内部に配置され、その下端にて前記反応管に連通する内管及び外管よりなる二重構造の放電管と、水平方向に延在しその一端部近傍にて前記円筒導波管に接続される方形導波管と、この方形導波管の他端に装着されるマイクロ波発振器とを具備する有機ハロゲン化合物分解装置を用い、前記反応管内で有機ハロゲン化合物を水蒸気と反応させてプラズマにより分解する有機ハロゲン化合物の分解方法において、前記プラズマの発生に先立ち、前記放電管に導入され前記内管と前記外管との間を旋回して流れるアルゴンガスの軸方向流速を80 cm/sec以上に設定し、このアルゴンガスに着火して前記プラズマを形成することを特徴としている。

この有機ハロゲン化合物の分解方法によれば、確実に安定した着火方法を採用しているので、プラズマ形成時において90パーセント以上の高い着火率が得られ、確実に安定した着火が可能となる。また、着火後のプラズマ維持も容易になるので、安定した分解反応を容易に継続することができる。

さらに、この有機ハロゲン化合物の分解方法においては、前記軸方向流速を2

30 cm/sec以上に設定することが望ましい。

この有機ハロゲン化合物の分解方法によれば、前記軸方向流速を一層高速に設定したことにより、着火率が100%になり、一層確実に安定した着火が可能となる。

また、本発明の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法は、有機ハロゲン化合物をプラズマ化し、水と反応させて有機ハロゲン化合物を分解する有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法において、希ガス、有機ハロゲン化合物の順に装置系にガスの供給を開始するとともに、前記有機ハロゲン化合物の供給を開始する前に、前記希ガスをプラズマ化し、前記有機ハロゲン化合物の供給開始後に前記希ガスの供給を停止することを特徴としている。

この有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法においては、まず、プラズマ状態になりやすいAr、Ne、He等の希ガスをプラズマ状態とした後、有機ハロゲン化合物を供給して有機ハロゲン化合物をプラズマ化する。そして、有機ハロゲン化合物のプラズマ状態が安定した後、希ガスの供給を停止する。すなわち、この有機ハロゲン化合物の制御方法によれば、希ガスと有機ハロゲン化合物の供給のオーバーラップ時間を設けることができ、その結果、有機ハロゲン化合物のプラズマを確実にかつ安定に発生させるとともに、希ガスの消費を抑えることができる。希ガスと有機ハロゲン化合物の供給のオーバーラップ時間は、ごくわずかでもよい。したがって、長時間にわたる有機ハロゲン化合物の分解時には、希ガスの供給は不要となる。

さらに、この有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法においては、前記プラズマ化を、マイクロ波の照射により行うことが望ましい。

マイクロ波の照射により発生するプラズマでは、例えば、高周波誘導プラズマに比べてプラズマ炎の安定性が高い。したがって、プラズマ化しやすい希ガスの供給が停止しても、有機ハロゲン化合物のプラズマ化への影響が殆どない。よって、有機ハロゲン化合物のプラズマ化が安定した後は、希ガスの供給を停止しても、有機ハロゲン化合物を確実にかつ安定してプラズマ状態にすることができる。

さらに、この有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法においては、水の供給を、希ガスを供給した後であって、さらに有機ハロゲン化合物を供給する前

を開始することが望ましい。

この方法では、まず、プラズマ状態になりやすい希ガスの供給を開始し、希ガスをプラズマ化する。その後、分解対象である有機ハロゲン化合物を装置系に供給し、プラズマ状態となった有機ハロゲン化合物と水蒸気を反応させることで、分解物としての酸性ガスを発生させるが、この際、有機ハロゲン化合物の供給に先立って水の供給を開始する。その理由は、有機ハロゲン化合物のみをプラズマ化すると、解離された原子の再結合によって予想外の有害なハロゲン化合物が発生し、無害化処理することができなくなる為である。換言すれば、この方法によれば、有機ハロゲン化合物分解前に水が存在するので、有機ハロゲン化合物と水が反応し、安全に有機ハロゲン化合物を分解することができる。また、水の供給を、希ガスの供給後に行うため、装置系内を乾燥状態に保つことができ、着火を安定化させることができる。

さらに、この有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法においては、前記希ガスの供給を開始する前に、装置系内の水分除去処理を行うことが望ましい。

有機ハロゲン化合物分解装置の運転に際しては、装置系内に水分が残留しているとプラズマの着火が安定しない。したがって、プラズマ着火前にあらかじめ装置系内の水分を除去しておくことにより、プラズマの着火を確実に安定して行うことができる。

この場合、プラズマの着火を安定化するために行う装置系内の水分除去を、ガスを供給することにより行うことが望ましい。特に、供給するガスを、例えば100～180℃に加熱し、あるいは、乾燥させておくことにより、系内の残留水分が確実に除去される。

さらに、この有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法においては、前記有機ハロゲン化合物の供給停止後に、掃気ガスを装置系内に供給することが望ましい。

有機ハロゲン化合物の供給停止後、すなわち、有機ハロゲン化合物の分解終了後に、掃気ガスを装置系内に供給することにより、系内に残留している分解物の酸性ガスがパージされ、安全性が向上する。

また、本発明の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法は、有機ハロゲン

化合物をプラズマ化し、水と反応させて有機ハロゲン化合物を分解する有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法において、装置系内の水分除去処理を行った後に有機ハロゲン化合物の分解処理を行うことを特徴としている。

この有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法によれば、有機ハロゲン化合物の分解処理前に、プラズマの着火を不安定化させる要因である装置系内の水分をあらかじめ除去することにより、プラズマの着火を確実に安定して行うことができる。

また、本発明の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法は、有機ハロゲン化合物をプラズマ化し、水と反応させて有機ハロゲン化合物を分解する有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法において、分解処理終了後に、掃気ガスを装置系内に供給することを特徴としている。

この有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法によれば、有機ハロゲン化合物の分解終了後に、掃気ガスを装置系内に供給することにより、系内に残留している酸性ガスがパージされ、安全性が向上する。

さらに、上記の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法においては、有機ハロゲン化合物の分解中に、前記有機ハロゲン化合物の分解物を中和する処理液を攪拌し、分解終了後に、前記攪拌を停止することが望ましい。

有機ハロゲン化合物分解中に処理液を攪拌することにより、分解物の処理が促進される。また、分解終了後に攪拌を停止することにより、処理液内の反応物を沈澱させることができるとともに、省電力にも寄与する。なお、攪拌の開始、停止は、分解の開始、停止と一致している必要はない。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る有機ハロゲン化合物分解装置の一実施例を示すシステム系統図である。

図2(a)は、図1に示す分解装置の要部拡大図である。

図2(a)は、図1に示す分解装置のマイクロ波式プラズマトーチ部分の概要を示す説明図である。

図3は、図1に示す分解装置の全体構成を示す上方斜視図である。

図4は、図1に示す分解装置に設けられたミキサーの要部断面図である。

図5は、図1に示す分解装置においてマイクロ波、アルゴンガス等が供給される時期と点火の時期を経時的に例示する図である。

図6は、本発明に係るプラズマ着火方法の説明図である。

図7は、軸方向流速Vと着火率との関係を示す実験結果の表である。

発明を実施するための最良の形態

実施例

次に、本発明の実施例について、図1から図7を参照しながら説明する。

本発明に係る有機ハロゲン化合物分解装置の例を、図1ないし図4に示す。図1において、水平方向に延びる方形導波管1は、その始端部（右端部）に周波数2.45GHzのマイクロ波を発信するマイクロ波発信器2を備えており、始端側から終端（左）側に向けてマイクロ波を伝送する。

方形導波管1には、図1に示すように、その終端部側で反射して始端部側に戻ってきたマイクロ波を吸収することにより反射波の発信側への影響を防止するアイソレータ3と、複数の波動調整部材4を各々出入りさせることにより電波の波動的な不整合量を調整して放電管5に電波を収束させるチューナー6が設けられている。

この動作を詳細に説明する。

マイクロ波発信機2は断面矩形の導波管の一端に置かれマグネトロンを駆動して所定周波数の電磁波を放射する。この電磁波の伝播現象は電磁波に関するマクスウェルの波動方程式を解くことによって特性が把握されるわけであるが、結果的には伝播方向に電界成分を持たない電磁波TE波として伝播する。

この1次成分 TE_{10} の例を方向が交番する矢印で図2（a）の方形導波管の伝播方向に示す。また、方形導波管1の他端部に2重の円筒状導体からなる2重円筒導波管の環状空洞には、導波管1を伝播する電磁波、管端で反射する電磁波の導体9による結合作用により、環状空洞部には、進行方向に電界成分を持つTM波が生じる。

この1次成分である TM_{10} 波を同じく図2（a）の環状空洞部に矢印で示す。

電磁波の波動の伝播に関する２次以上の高調波に起因する微妙な調整はチューナ４で調整される。

アイソレータ３は発信機２に根本的なダメージを及ぼすのを防止している。

円筒導波管７は、図２（ａ）に示すように、外側導体８と、それよりも小径の内側導体９とから構成され、方形導波管１の終端部近傍において、方形導波管１に連通した状態で垂直方向に延びるように接続されている。

内側導体９は、方形導波管１の上部に固定された状態で石英製の放電管５を囲み、かつ外側導体８の端板８Ａに向けて延在されている。この延在部分をプローブアンテナ９ａとする。

放電管５には、内管１１と外管１２とから構成された二重構造のものが採用され、内管１１と外管１２との間がガス流路となっている。このような二重管式の放電管５は、円筒導波管７の中心軸に対して同軸となるよう内側に配置されている。以後、本発明では、円筒導波管７と放電管５とを組み合わせたものをマイクロ波式プラズマトーチ（又は単にプラズマトーチ）と称する。また、放電管５の内管１１には、着火装置１３により発熱するテスラコイル１４が挿入されている。

さらに、内管１１の先端（下端）は、内側導体９を下方へ延長し放電管５を囲むように配置したプローブアンテナ９ａの先端よりも所定の距離Ｌだけ内方（上方）に後退した位置に配置されている（図２（ｂ）参照）。

この距離Ｌは、着火性を優先した場合、プローブアンテナ９ａの先端と内管１１の先端とが一致するように、すなわち $L=0$ に設定するのがベストである。しかし、 $L=0$ に設定すると、着火と同時に内管１１の先端部がプラズマのエネルギー集中部にさらされるため、運転の継続に伴い、その熱影響による溶融変形が生じる。内管１１の先端部に溶融変形が生じると、内管１１と外管１２との間から流出するガスの流れが不安定となり、プラズマ形状にも著しい変形が生じる。その結果、分解反応が不安定になったり、あるいは変形したプラズマの熱影響を受けて外管１２が破損する場合がある。

しかし、本発明では、上述したように内管１１の先端部を上げてプローブアンテナ９ａの先端部との間に距離Ｌを設けてあるので、内管１１の先端部はプラズマのエネルギー集中部から離れて熱影響を受けなくなる。また、距離Ｌを大きくす

ればするほど熱影響の面では有利にはなるが、その分だけガスの旋回流を形成する距離が短くなるので、限られたスペース内では、熱影響と旋回流形成との適度なバランスを考慮する必要がある。

一方、内管 11 の先端をプローブアンテナ 9a の先端より下方へ延ばして突出させた場合には、プラズマの熱影響を大きく受けることになるので好ましくない。

外管 12 の先端部は、外側導体 8 の端板 8A を貫通して銅製の反応管 15 に連通し、また、外管 12 の基端側（上端側）は、内側導体 9 との間に隙間を有するよう取り付けられている。

符号 17 は、外側導体 8 の端板 8A と反応管 15 との間に露出する外管 12 に向けられた光センサ 17 である。光センサ 17 は、光度を検出することにより、プラズマの生成状態を監視する。

また、前記隙間には、ガス供給管 16 が、外管 12 と内管 11 とにより形成される環状通路の入口側で、接線方向に沿って挿入されている。アルゴンガス（希ガス）、フロンガス（有機ハロゲン化合物）、エアー、および水蒸気が、ガス供給管 16 を介して放電管 5 の環状通路に供給される。これらアルゴンガス、フロンガス、およびエアーは、図 1 に示す電磁弁 19a、19b、19c の開閉動作により、それぞれの供給源から選択的にヒータ 18 へと送られる。

アルゴンガスは、プラズマの発生に先立って着火を容易にするために供給されるもので、アルゴンボンベ 21 に貯蔵されている。なお、アルゴンガスの他、ヘリウム、ネオン等の希ガスを用いることができるのは言うまでもない。また、アルゴンボンベ 21 と電磁弁 19a との間には、圧力調整機 22 と圧力スイッチ 23 が設けられている。

エアーは、系内に残存する水分を除去して着火の安定性を高めるために、また、系内に残存するガスを排出するために、エアーコンプレッサ 24 から供給されるもので、空気、窒素ガス、アルゴンガス等が用いられる。

水蒸気は、フロンガスの分解に必要なもので、プランジャポンプ 25 によって貯水タンク 26 内の水をヒータ 18 に送り込むことで生成される。貯水タンク 26 には、水位の変動を検知するレベルスイッチ 27 が設けられている。

フロンガスは、回収フロンボンベ 28 に液体として貯蔵され、回収フロンボン

ベ28と電磁弁19bとの間には、絞り装置31、ミストセパレータ32、および圧力スイッチ33が設けられている。

絞り装置31は、流れの定量化を図るために設けられたもので、例えばキャピラリー管とオリフィスとの組み合わせにより構成されている。

ミストセパレータ32は、フロンガス中に含まれる油分（潤滑油）および水分を除去するためのもので、衝突式や遠心分離式のものが採用される。

ヒータ18は、フロンガスに反応させる水蒸気を生成するだけでなく、フロンガス等をあらかじめ加熱しておくことにより、装置内で水蒸気がフロンガス等に冷却されて再凝縮する等の不具合を回避することを意図して設けられており、電気式、スチーム式等の加熱方式が採用される。

ヒータ18内には、並列する二つの流路34a、34bが形成されている。一方の流路34aにはフロンガス、アルゴンガス、およびエアーが導入され、他方の流路34bには貯水タンク26から水が導入されて水蒸気が生成される。

このうち、水蒸気を生成する側の流路34bには、流路34b内を移動する水蒸気に抵抗を与える抵抗体35が充填され、流路内における水蒸気の円滑な流通を阻止している。抵抗体35としては、無機または有機の粒状、繊維状、多孔質のもの若しくはこれらを成形したものが採用されるが、高温下における劣化を防止する観点からは、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 MgO 、 ZrO_2 等に代表される酸化物や、炭化物、窒化物等の無機材であることが好ましい。

なお、ヒータ18の出口近傍には、熱電対36が設けられている。

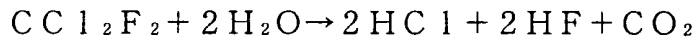
ヒータ18を通過したフロンガス等と水蒸気は、ミキサー37内で混合された後、ガス供給管16を通過して放電管5へと供給される。

ミキサー37の内部には、図4に示すように、オリフィス38が設けられ、その開口38aは直径0.1mm～5mmに設定されている。また、開口38aが臨むミキサー37の出口側端面37Aは、流路断面が漸次縮小するような傾斜面をなしている。

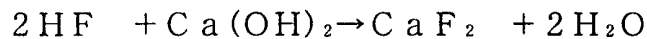
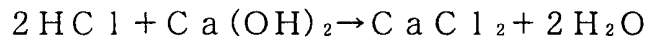
排ガス処理タンク41は、フロンガスを分解した際に生成される酸性ガス（フッ化水素および塩化水素）を中和して無害化するために設けられたものであり、水に水酸化カルシウムを加えたアルカリ性懸濁液が収容されている。

例えば、分解するフロンガスが廃冷蔵庫から回収した冷媒用のフロンR 1 2 の場合には、式 1 に示す分解反応により生成された生成ガスは、式 2 に示す中和反応により無害化される。

(式 1)



(式 2)



式 2 の中和反応により生成された中和生成物（塩化カルシウムおよびフッ化カルシウム）は溶解度が小さいため、一部はアルカリ液に溶解するが、ほとんどはスラリーとして存在する。

また、式 1 の分解反応により生成された二酸化炭素と、式 2 の中和反応により排出基準値以下の微量に低減された酸性ガスは、排ガス処理タンク 4 1 の上方に接続された排気ダクト 4 2 からブローア 4 3 により系外に排出される。

排ガス処理タンク 4 1 の内部には、交換継手 4 4 を介して反応管 1 5 に接続される吹込管 4 5 が、その下端部をアルカリ液に浸漬した状態で垂直方向に延びるように配置されている。また、吹込管 4 5 の先端部 4 5 a は、垂直方向に対して所定の角度傾斜するように形成されている。

反応管 1 5 の軸線方向中間部には、その周面を取り囲むようにして冷水配管を（図示略）備えた冷却器 4 6 が付設されている。冷却器 4 6 は、式 1 の分解反応による生成ガスを冷却するものであるが、反応管 1 5 内の残留水蒸気の再凝縮を防止すべく、その露点以下には冷却しないように制御される。本実施例の場合、生成ガスは 4 0 0℃程度に冷却される。

また、反応管 1 5 を冷却することで温められた冷却器 4 6 の冷却水（温水）は、回収フロンポンプ 2 8 の加熱源として用いられる。すなわち、回収フロンポンプ 2 8 の周りには、温水配管（図示略）を備えた加熱器 4 7 が付設されていて、この温水配管に反応管 1 5 の冷却に使用された冷却水を流通させることにより、回収フロンポンプ 2 8 が加熱される。

交換継手 4 4 は、図 2 に示すように、反応管 1 5 と吹込管 4 5 との間に着脱可

能に接続され、その内部に向けて水噴射ノズル 5 1 が連通している。水噴射ノズル 5 1 からは冷却水が吐出され、樹脂製、例えばテフロン製の吹込管 4 5 がその耐熱温度範囲で急冷される。ちなみに、吹込管 4 5 がテフロン管の場合には、100℃以下に冷却される。

ここで、吹込管 4 5 を樹脂製にする理由は、吹込管 4 5 は酸性ガスが冷却水に溶解してできた酸性液と、排ガス処理タンク 4 1 内のアルカリ液との双方に対して良好な耐食性を備える必要があり、金属ではその実現が困難だからである。これに対し、反応管 1 5 の場合には、その内部が常に乾燥状態とされているから、式 1 の分解反応で生成された酸性ガスが水に解けてできる酸性液による腐食のおそれは低い。その一方で、反応管 1 5 は、高温のプラズマ及び分解ガスに対する耐熱性が要求されるため、反応管 1 5 を銅製とすることで長寿命化を図っている。

吹込管 4 5 の先端（下端）からは、式 1 の分解反応による生成ガスがアルカリ液中に気泡となって放出される。アルカリ液中での中和反応は、気泡とアルカリ液との接触面積が大きく、気泡が液面に到達するまでの時間が長いほど促進されるため、排ガス処理タンク 4 1 内には、気泡を細かく分断させて式 2 の中和反応を促進させる気泡分断手段 5 2 が設けられている。

気泡分断手段 5 2 は、モータ 5 2 a により回転駆動される軸部 5 2 b と、この軸部 5 2 b の先端に固定される円盤状のブレード保持部 5 2 c と、このブレード保持部 5 2 c の外縁部に固定される 6 つのブレード 5 2 d とを具備している。これら軸部 5 2 a、ブレード保持部 5 2 c、およびブレード 5 2 d は、いずれもステンレス鋼で製作され、ブレード 5 2 d は、ブレード保持部 5 2 c に対して交差し、かつその周方向に等しい間隔をおいて銀ロウ付けにより固定されている。ブレード 5 2 d とブレード保持部 5 2 c とを銀ロウ付けにより固定したのは、一般の溶接ではアルカリ液に対する腐食が激しいからである。

気泡分断手段 5 2 は、ブレード保持部 5 2 c の中心が反応管 1 5 の先端の上方に位置するように配置され、反応管 1 5 の先端から浮上する気泡は、300rpm で回転するブレード 5 2 d に当たって、直径約 3mm～5mm の気泡に細かく分断される。

また、気泡分断手段 5 2 は、排ガス処理タンク 4 1 に投入した水酸化カルシウ

ムの粉末を攪拌することにより、水に不溶性の水酸化カルシウムと水の懸濁液を作る役目も果たしている。

気泡分断手段 5 2 は、プラズマ分解装置の操業開始から操業終了まで、作動状態を保つ。一方、分解装置操業期間中以外は停止状態を保つ。

排ガス処理タンク 4 1 には、式 2 の中和反応が発熱反応であることから、排ガス処理タンク 4 1 の温度を吹込管 4 5 の耐熱温度以下に冷却する冷却機 5 3 が設けられている。冷却機 5 3 は、ファン 5 3 a により冷却される放熱部 5 3 b に接続された配管の一部を、排ガス処理タンク 4 1 内を挿通させることにより構成されている。そして、この配管に水等の冷却媒体を流通させることにより、排ガス処理タンク 4 1 内の熱を奪い、これを放熱部 5 3 b において放熱する。ちなみに、排ガス処理タンク 4 1 内の温度は熱電対 5 4 により検出される。

さらに、排ガス処理タンク 4 1 には、PHセンサ 5 5 が設けられている。アルカリ液のPH値は、PHセンサ 5 5 を介して常に制御装置 6 1 により監視されており、例えばPH値が 9（運転開始時は 1 1 ～ 1 2）になると、制御装置 6 1 からの指令によって警報手段が作動するとともに、分解運転が停止するようになっている。警報手段としては、周囲に注意を喚起できるものであれば何でもよく、例えばランプを点滅させたり、警笛をならす等の手段が採用される。

排ガス処理タンク 4 1 内のスラリーは、運転時間の経過に伴って次第に増加するため、運転停止後にアルカリ液とともに固液分離器 6 2 に導入され、固液分離された後、廃棄物として処分されるか、他の用途に利用される。また、分離されたアルカリ液は、再び排ガス処理タンク 4 1 内に戻され、再利用される。

固液分離器 6 2 と排ガス処理タンク 4 1 とは排出管 7 1 により連通され、排出管 7 1 の一端は排ガス処理タンク 4 1 下部に位置し、その開口部は下方に向けられている。さらにその先端には端板が設けられており、スラリー排出の際に上方のアルカリ液層を巻き込まないようにされている。また、排ガス処理タンク 4 1 内における液面の変動は、レベルスイッチ 5 6 により検知される。

以上の構成からなる有機ハロゲン化合物の分解装置において、電磁弁の開閉動作およびテスラコイル 1 4 の点火動作は、制御装置 6 1 によって、図 5 に示すように制御される。

図5から明らかなように、この分解装置では、8時間を1サイクルとしたバッチ処理によりフロンガスの分解が行われる。すなわち、フロンガスや水蒸気を供給する前に、まず、残留水分の除去を目的としてエアーを所定の時間（3分間）供給し、その供給停止後、着火の安定性向上を目的としてアルゴンガスの供給を開始する。図6に示すように、アルゴンガスはガス供給管16から放電管5の内管11と外管12との間に供給され、内管11の周囲を旋回しながら下向きに流れる。この場合、図中に白抜き矢印で示したように、内管11及び外管12の軸と平行に下向きに流れるアルゴンガスの平均流速、すなわち軸方向流速Vが、80 cm/sec以上となるように設定する。

より好適には、この軸方向流速Vが230 cm/sec以上となるように設定するとよい。なお、流速を必要以上に上げるとアルゴンガスの流量が増加するため、余分なガス消費となって経済性の面では不利になる。

そして、アルゴンガス供給中に、マイクロ波を発振してテスラコイル14による着火を行うとともに水蒸気およびフロンガスを供給し、その後、アルゴンガスの供給を停止する。なお、エアーを乾燥させることにより水分除去を行うこととしてもよい。

分解運転の停止後は、安全性を確保することを目的として掃気ガスとしてのエアーを所定時間（5分）供給し、残留酸性ガスをパージする。

パージされた酸性ガスは排ガス処理タンク41内で中和される。このとき、気泡分断手段52を作動させておくことにより、処理液が攪拌されて中和が促進される。

その後、パージを停止して分解装置の操業を終了する。同時にモータ52aを停止し、気泡分断手段52の作動を停止させる。気泡分断手段52の停止により排ガス処理タンク41内の攪拌も停止するので、排ガス処理タンク41内では、スラリーが沈降する。

以上の工程では、アルゴンガスの供給とフロンガスの供給とがオーバーラップしているときがあるが、フロンガスの供給を始めてからアルゴンガスの供給を止めるまでの間は、ごくわずかでよい。その理由は、着火の状態が安定しさえすれば、アルゴンガスを供給し続ける必要はなくなり、また、低コスト化を図る観点

からもアルゴン消費量を低く抑える必要があるからである。特に、他のプラズマ、例えば高周波誘導プラズマに比べ、マイクロ波によるプラズマは安定性が高いため、アルゴンガスの供給を停止してもフロンガスのプラズマ化への影響は殆どない。

また、制御装置 6 1 は、圧力スイッチ 2 3、3 3、熱電対 3 6、5 4、レベルスイッチ 2 7、5 6、光センサ 1 7 等の各種センサから信号を受信することにより、アルゴンガスおよびフロンガスのヒータ 1 8 への供給圧、貯水タンク 2 6 内の液位、プラズマの生成状態、排ガス処理タンク 4 1 内の温度および液位を常に監視しており、これらが規定値を外れた場合には、運転が正常または効率的に行われていないおそれがあるため、運転を停止する。

そして、運転停止後は、安全性を確保すべく上記の通りエアーを供給し、装置内の残留ガスを掃気する。

以下、上記構成を有する分解装置の作用について説明する。

この分解装置では、まず、電磁弁 1 9 a、1 9 b を閉にするとともに電磁弁 1 9 c を開にして、エアコンプレッサー 2 4 からのエアーをガス供給管 1 6 を介して放電管 5 に 3 分間供給する。このエアーは、ヒータ 1 8 を通過することにより、1 0 0 ~ 1 8 0 °C に加熱されている。このため、装置内の残留水分は確実に除去され、着火の安定性が向上する。

次に、電磁弁 1 9 c を閉にするとともに電磁弁 1 9 a を開にして、アルゴンガスを放電管 5 に供給する。このとき、アルゴンガスは、外管 1 2 の接線方向から供給されて二重構造の放電管 5 内を螺旋状に流下するため、内管 1 1 の先端近傍によどみが形成されて着火が容易になり、しかも着火後におけるプラズマの保持も容易になる。このようなよどみは、軸方向流速 V が 8 0 cm/sec 以上の時着火に最適なものとなる。

図 7 の表は、アルゴンガスの軸方向流速 V と着火率との関係を示す実験結果である。この実験では、内管 1 1 と外管 1 2 との間を旋回しながら流れるアルゴンガスの軸方向流速 V を変化させて、それぞれの着火率を調べている。また、この表には、ケース 1 からケース 3 まで、内管 1 1 の外径 d 及び外管 1 2 の内径 D がそれぞれ異なる組み合わせについて、同様の実験結果が示されている。

この実験結果によれば、内管外径 d が 6 mm で外管内径 D が 10 mm のケース 1、内管外径 d が 6 mm で外管内径 D が 13 mm のケース 2、内管外径 d が 8 mm で外管内径 D が 13 mm のケース 3 のいずれの場合においても、軸方向流速 V が 80 cm/sec 未満の低速では着火率が 90 パーセントに満たない低い値となり、実用上は着火不安定と判断される。そして、アルゴンガスの軸方向流速 V が低いと、石英管よりなる放電管 5 がプラズマの熱影響を受けやすくなるので、結果的に、熔融変形による破損が多くなるという問題があることも確認されている。

また、軸方向流速 V が 80 cm/sec 以上になると、いずれのケースでも着火率が 90 パーセント以上となり、確実に安定した着火が可能であることが確認されている。このような流速で着火率が向上するのは、内管 11 の下方にアルゴンガスのよどみが形成され、このよどみに対して発熱したテスラコイル 14 が着火するためと考えられる。さらに、このような着火率の向上は、適切なよどみの存在が形成されたプラズマを保持しやすくなることにも原因があると考えられる。

そして、軸方向流速 V が 230 cm/sec 以上の高速になれば、いずれのケースでも着火率が 100 パーセントになることが確認されており、着火に対する確実性や安定性は極めて高くなる。このように着火率が向上するのは、軸方向流速 V がより高速となったことで、一層適切なよどみが形成されるためと考えられる。

なお、この実験では軸方向流速 V が 850 cm/sec の場合を上限にしているが、これは、良好な着火率が得られるのであればアルゴンガスの消費量を低く抑えるのが経済的であり、むやみに流速を上げて流量（消費量）を増す必要がないからである。

また、このときのガス供給量は、4～40 l/min、望ましくは 12 l/min 以上に設定する。この設定範囲では、よどみが効果的に形成されてプラズマが一層保持され易くなるとともに、プラズマの熱的影響を放電管 5 が受け難くなり、その熔融変形や破損が効果的に防止される。しかも、内管 11 先端とプローブアンテナ 9a 先端との間に適度な距離 L を設けたので、プラズマの熱的影響を放電管 5 が受け難くなり、その熔融変形や破損が効果的に防止されることになる。

そして、アルゴンガスの供給開始から一定の間隔をおいて、マイクロ波発信器 2 からマイクロ波を発信する。マイクロ波は、方形導波管 1 によりその後端部側

に伝送され、さらに円筒導波管 7 へと伝送される。

このとき、円筒導波管 7 内の電界としては、電界強度の大きな $TM_{0,1}$ モードが形成され、しかも、内側導体 9 により、方形導波管 1 内の電界モードと、円筒導波管 7 内の電界モードとがカップリングされているため、円筒導波管 7 内の電界は安定している。当然のことながら磁界は電解に直交する方向に生じている。この振動する電磁界により放電管 5 に導入されたガスはプラズマ状態に加熱される。

次に、点火装置 1 3 に連結されたテスラコイル 1 4 に高電圧を印加し、内側導体 9 との間に火花放電を発生させ着火させる。このとき、放電管 5 の内部では、エアーにより水分が除去され、かつ着火し易いアルゴンガスがあらかじめ供給されているため、着火は容易に行われる。

次いで、プランジャポンプ 2 5 により貯水タンク 2 6 から水を吸引し、これをヒータ 1 8 に通して生成した水蒸気を放電管 5 に供給する。

水蒸気の供給開始の後、後述のようにフロンガスの供給を開始するが、水蒸気を先に供給する理由は以下の通りである。本実施例に係る有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法においては、フロンガスと水蒸気とを一定のモル比で供給して分解、反応させ、酸性ガスを発生させる。これは、フロンガスのみをプラズマ化すると、解離された原子の再結合によって予想外の有害なハロゲン化合物が発生し、無害化処理することができなくなる為である。

したがって、上記のように水蒸気を放電管 5 に供給してからフロンガスを供給して、フロン分解時には水蒸気が存在する状態としておくことにより、安全にフロンを分解することができる。

また、この水蒸気の円滑な流通が、ヒータ 1 8 内に充填された抵抗体 3 5 によって阻止されるため、ヒータ 1 8 内には常に一定量の水蒸気が滞留した状態になる。したがって、脈動や突沸による飛散が防止されて水蒸気の流出量が安定し、ミキサー 3 7 上流側の流量変動が効果的に抑制可能となる。

その結果、プラズマの消失を招くことなくプラズマが安定化し、処理能力の向上が可能となる。

次いで、電磁弁 1 9 b を開にして、フロンガスを放電管 5 に供給する。このと

き、回収フロンポンベ 28 から流出したフロンガスは、ミストセパレータ 32 を通過することで油分および水分が除去されている。このため、フロンガス中の潤滑油による配管等の汚れおよび副生成物の生成が抑制されて、フロンガス等の効率的かつ安定的な供給が可能になり、しかも余分な水分供給を防止し得てプラズマの消失を招くこともない。

よって、プラズマを安定化させて、処理能力の向上を図ることができる。

また、ヒータ 18 を通過してミキサー 37 内に流入した水蒸気、アルゴンガス、およびフロンガスは、オリフィス 38 の開口 38a を通過する際の圧力損失によって混合が促進されるだけでなく、出口側端面 37A に衝突することによっても混合が促進されるため、より均一に混合された状態でミキサー 37 から流出して、放電管 5 に供給される。

このため、式 1 の分解反応が十分に行われることになり、塩素ガスや一酸化炭素等の副生成物の生成を抑制することができる。

このようにして放電管 5 に供給されたフロンガスにマイクロ波が照射されると、放電管 5 内には、電子エネルギーが高く、しかも温度が 2,000 K ~ 6,000 K に高められた熱プラズマが発生する。このとき、放電管 5 には、フロンガスと水蒸気のみならず、アルゴンガスも同時に供給されているため、プラズマの消失を招くこともない。

また、内管 11 の先端が、ブローブアンテナ 9a の先端よりも所定の距離 L だけ内方に配置されているため、生成されたプラズマの熱的影響を回避し得て、内管 11 の溶融破損が防止される。

これにより、プラズマ形状の著しい変形をなくして、安定した分解運転が可能になる。

また、熱プラズマの発生により、フロンガスは塩素原子、フッ素原子、および水素原子に解離し易い状態になるため、式 1 に示すように、水蒸気と反応して容易に分解される。

そして、プラズマが安定したら、電磁弁 19a を閉にしてアルゴンガスの供給を止める。したがって、長時間にわたるフロンガスの分解時においては、アルゴンの供給は不要であり、アルゴン消費量が低く抑えられる。

分解反応による生成ガスは、交換継手 4 4 および吹込管 4 5 を通って排ガス処理タンク 4 1 内のアルカリ液中に放出される。ただし、これらの生成ガスは極めて高温であるため、吹込管 4 5 に流入するまでの間に、まず、反応管 1 5 の下部に付設された冷却器 4 6 によって約 4 0 0℃に冷却される。この温度では、反応管 1 5 の内部で残留水蒸気が再凝縮することはないため、反応管 1 5 は乾燥状態に保持され、プラズマの消失を招くことはない。

他方、反応管 1 5 を冷却することで約 5 0℃に温められた冷却器 4 6 の冷却水は、回収フロンポンベ 2 8 に付設された加熱器 4 7 に導かれ、回収フロンポンベ 2 8 内の液体フロンが気化する際に生じる回収フロンポンベ 2 8 およびその下流側配管での霜の生成を防止するとともに、温度低下による圧力変動も抑制する。また、これにより熱を奪われた冷却水は、冷却器 4 6 の冷却水に再度用いることができ、水の消費量を低く抑えることができる。

冷却器 4 6 により冷却された生成ガスは、交換継手 4 4 を通過する間に、さらに水噴射ノズル 5 1 から吐出される冷却水によって約 1 0 0℃以下となるように急冷される。これにより、樹脂製の吹込管 4 5 をその耐熱温度範囲内で使用することができ、高温による熱的損傷から保護することができる。このとき、式 1 の分解反応による生成ガスが冷却水に溶解することによって酸性液が生成されるため、交換継手 4 4 は次第に腐食することになるが、このような場合には腐食の程度に応じて交換継手 4 4 を交換すればよい。したがって、反応管 1 5 の下流側においては、腐食による交換部分が交換継手 4 4 のみで済むため、低コスト化および交換作業の容易化が図られる。

また、吹込管 4 5 を通ってアルカリ液中に放出された生成ガスは、式 2 の中和反応によって無害化され、排気ダクト 4 2 から排出される。この中和反応は発熱反応であるため、吹込管 4 5 の熱的損傷を防止すべく、アルカリ液の温度は冷却機 5 3 によって 7 0℃以下に保持される。また、吹込管 4 5 の先端から気泡として放出された生成ガスは、気泡分断手段 5 2 のブレード 5 2 d に当たって細かく分断させられるため、アルカリ液との接触面積が増大するとともに液面までに達する時間も長くなり、中和反応が促進される。したがって、中和処理の不足によって基準値を超える量の酸性ガスが系外に排出されることはない。

中和反応により生成された中和生成物は、アルカリ液中にスラリーとして存在しているが、このスラリーは分解運転停止後にアルカリ液とともに固液分離器 6 2 に受け入れられ、連続的に固液分離される。この分離液は、排ガス処理タンク 4 1 内に戻されて再利用されるため、本分解装置では、上記冷却水の再利用と相まって水消費量の大幅な低減が図られる。

また、分解運転停止後は、エアコンプレッサ 2 4 を駆動することにより、装置内に残留する酸性ガスを掃気するようにしているため、安全性も高められる。

なお、本発明に係る有機ハロゲン化合物の分解装置は、上述の実施形態に限定されるものではなく、以下の形態をも含むものである。

(1) ミキサー 3 7 内での混合を促進するための手段として、オリフィス 3 8 の代わりに、ミキサー 3 7 内にビーズ等を充填するようにしてもよい。

この構成では、フロンガス等と水蒸気がミキサー 3 7 内に形成された隙間をランダムに流通するため、混合が促進される。

また、ミキサー 3 7 の内周面に複数のじゃま板を、例えば上下または左右に交互に間隔をおいて設置するようにしてもよい（スタティックミキサー）。

この構成では、フロンガス等と水蒸気が蛇行しながら流通するため、混合が促進される。

さらに、ミキサー 3 7 の入口側に接続される配管を流方向に対して傾斜させるとともに、ミキサー 3 7 の内周面に螺旋状に延びる案内板を設置するようにしてもよい（スワールミキサー）。

この構成では、フロンガス等と水蒸気が螺旋を描きながら流れるため、混合が促進される。

(2) 中和処理不足による酸性ガスの系外排出を未然に回避する手段として、アルカリ液の PH 管理に代えて、モータ電流値を管理するようにしてもよい。

これは、モータ回転数が低下したり停止すると、吹込管 4 5 から放出された気泡が十分に分断されず、中和反応が十分に行われないことがあるためである。これに対し、モータ回転の異常をモータ電流値に基づき検出し、制御装置 6 1 からの指令によって分解装置の運転を停止させるようにすれば、酸性ガスの系外排出を未然に防止することができる。

(3) 反応管 15 の内部は乾燥状態に保たれているため、式 1 の分解反応で生成された酸性ガスによる腐食の影響はほとんどない。しかしながら、安全性をより一層高めるために、反応管 15 を内包するような簡易型ブースを設置するとともに、このブースと反応管 15 との間に CO_2 ガスや CO ガス等を検出する排ガスセンサを設けるようにしてもよい。

この構成では、反応管 15 の腐食状態を排ガスセンサを介して制御装置 61 により常に監視することができるため、たとえ反応管 15 が腐食して式 1 の分解反応による生成ガスが反応管 15 から流出しても、制御装置 61 からの指令によって分解装置の運転を停止させるとともに、流出した生成ガスを吸引することにより、酸性ガスの系外排出を防止することができる。この場合のガス吸引は、排気ダクト 42 に設けられたブロア 43 で兼用する。

(4) 排ガス処理タンク 41 内のスラリーは、運転停止後、一晩放置しておけば完全に沈降するため、沈降した高濃度スラリーをポンプで汲み上げ、これを固液分離して処分するようにしてもよい。この場合には、高濃度スラリーのみを遊離アルカリ液と混合することなく汲み上げることができるため、効率の良いスラリー処理が可能になる。

また、アルカリ液に造粒剤、凝集剤等を添加してスラリー粒子を増大させておけば、沈降時間を短縮し得て、より効率良くスラリー処理を行える。

(5) テスラコイル 14 の先端を放電管 5 の内部に配置する代わりに、放電管 5 の外部に配置して、火花放電で着火するようにしてもよい。

(6) 回収フロンポンベ 28 を加熱することによりガス状態にしてフロンガスを流出させる代わりに、回収フロンポンベ 28 を倒立させて液状態のまま回収フロンを流出させ、さらに差圧制御弁等の絞り装置に通して流れを定量化したうえで、加熱気化させてヒータ 18 側へと送るようにしてもよい。

この場合には、絞り装置および配管を加熱することにより、温度低下による流量変動を抑制する。

(7) 回収フロンポンベ 28 の加熱には、反応管 15 の冷却に用いた冷却水に代えて、排ガス処理タンク 41 内のスラリー冷却に使用された冷却機 53 の冷却水を用いてもよい。

(8) 上記の通り、内管 11 が溶融しなければ、内管 11 の先端とプローブアンテナ 9 a の先端とを一致させるのが最適である。この場合、内管 11 の先端がプローブアンテナ 9 a の先端から内方に離間する距離 L は、プローブアンテナ 9 a の先端とマイクロ波によるエネルギー集中部との距離に等しくなる（すなわち、 $L = 0$ となる）。

(9) 気泡分断手段 52 は、軸部の先端にプロペラを固定してなるスクリュー式のものであってもよい。

また、気泡分断手段 52 を、各構成要素 52 b、52 c、52 d をテフロン等の樹脂製とし、かつこれらをネジ結合することにより構成してもよい。この構成では、溶接部分がないうえに各構成要素 52 b、52 c、52 d が樹脂製となるため、耐食性が大幅に向上する。

(10) 吹込管 45 の先端部を垂直方向に対して所定角度傾斜させる代わりに、略 U 字状に形成してもよい。

(11) 排ガス処理タンク 41 に貯留される中和液に、上記のアルカリ性懸濁液に限らず、水酸化ナトリウム水溶液等のアルカリ性水溶液を用いてもよい。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明に係る有機ハロゲン化合物分解装置とその運転制御方法、及び有機ハロゲン化合物の分解方法は、マイクロ波式プラズマトーチを用いた有機ハロゲン化合物分解装置に適用して好適なものである。

請求の範囲

1. 外側導体及び内側導体よりなる円筒導波管と、この円筒導波管内に同軸に設置された内管及び外管よりなる二重構造の放電管とを備え、前記内側導体を延長してなるプローブアンテナが前記放電管を囲むように配置され、前記内管の先端が前記プローブアンテナの先端より内側に位置することを特徴とするマイクロ波式プラズマトーチ。
2. 有機ハロゲン化合物の分解物を中和処理するための処理液が収容された排ガス処理タンクと、開口した下端部が前記排ガス処理タンク内の処理液に浸漬された反応管と、マイクロ波式プラズマトーチとを備え、このマイクロ波式プラズマトーチが、前記反応管の上方に垂直方向に延在する外側導体及び内側導体よりなる円筒導波管と、この円筒導波管内に同軸に設置された内管及び外管よりなる二重構造の放電管とを備え、前記内側導体を延長してなるプローブアンテナが前記放電管を囲むように配置され、前記内管の先端が前記プローブアンテナの先端より内側に位置することを特徴とするハロゲン化合物分解装置。
3. プラズマの発生に先立ち、内管及び外管よりなる二重構造の放電管に導入され前記内管と前記外管との間を旋回して流れるアルゴンガスに着火してプラズマを形成するプラズマ着火方法において、前記内管と前記外管との間を流れるアルゴンガスの軸方向流速を 80 cm/sec 以上に設定したことを特徴とするプラズマ着火方法。
4. アルカリ液を収容する排ガス処理タンクと、開口した下端部が前記アルカリ液に浸漬された反応管と、この反応管の上方に垂直方向に延在する円筒導波管と、この円筒導波管の内部に配置され、その下端にて前記反応管に連通する内管及び外管よりなる二重構造の放電管と、水平方向に延在しその一端部近傍にて前記円筒導波管に接続される方形導波管と、この方形導波管の他端に装着されるマイクロ波発振器とを具備する有機ハロゲン化合物分解装置を用い、前記反応管内で有機ハロゲン化合物を水蒸気と反応させてプラズマにより分解する有機ハロゲン化合物の分解方法において、前記プラズマの発生に先立ち、前記放電管に導入され前記内管と前記外管との間を旋回して流れるアルゴンガスの軸方向流速を 80 cm/sec 以上に設定し、このアルゴンガスに着火して前記プラズマを形成する

ことを特徴とする有機ハロゲン化合物の分解方法。

5. 前記軸方向流速を230 cm/sec以上に設定することを特徴とする請求項4に記載の有機ハロゲン化合物の分解方法。

6. 有機ハロゲン化合物をプラズマ化し、水と反応させて有機ハロゲン化合物を分解する有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法において、希ガス、有機ハロゲン化合物の順に装置系にガスの供給を開始するとともに、前記有機ハロゲン化合物の供給を開始する前に、前記希ガスをプラズマ化し、前記有機ハロゲン化合物の供給開始後に前記希ガスの供給を停止することを特徴とする有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法。

7. 前記プラズマ化を、マイクロ波の照射により行うことを特徴とする請求項6に記載の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法。

8. 水の供給を、希ガスを供給した後であって、さらに有機ハロゲン化合物を供給する前に開始することを特徴とする請求項6または7に記載の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法。

9. 前記希ガスの供給を開始する前に、装置系内の水分除去処理を行うことを特徴とする請求項6ないし8のいずれか1項に記載の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法。

10. プラズマの着火を安定化するために行う装置系内の水分除去を、ガスを供給することにより行うことを特徴とする請求項9に記載の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法。

11. 前記有機ハロゲン化合物の供給停止後に、掃気ガスを装置系内に供給することを特徴とする請求項6ないし10のいずれか1項に記載の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法。

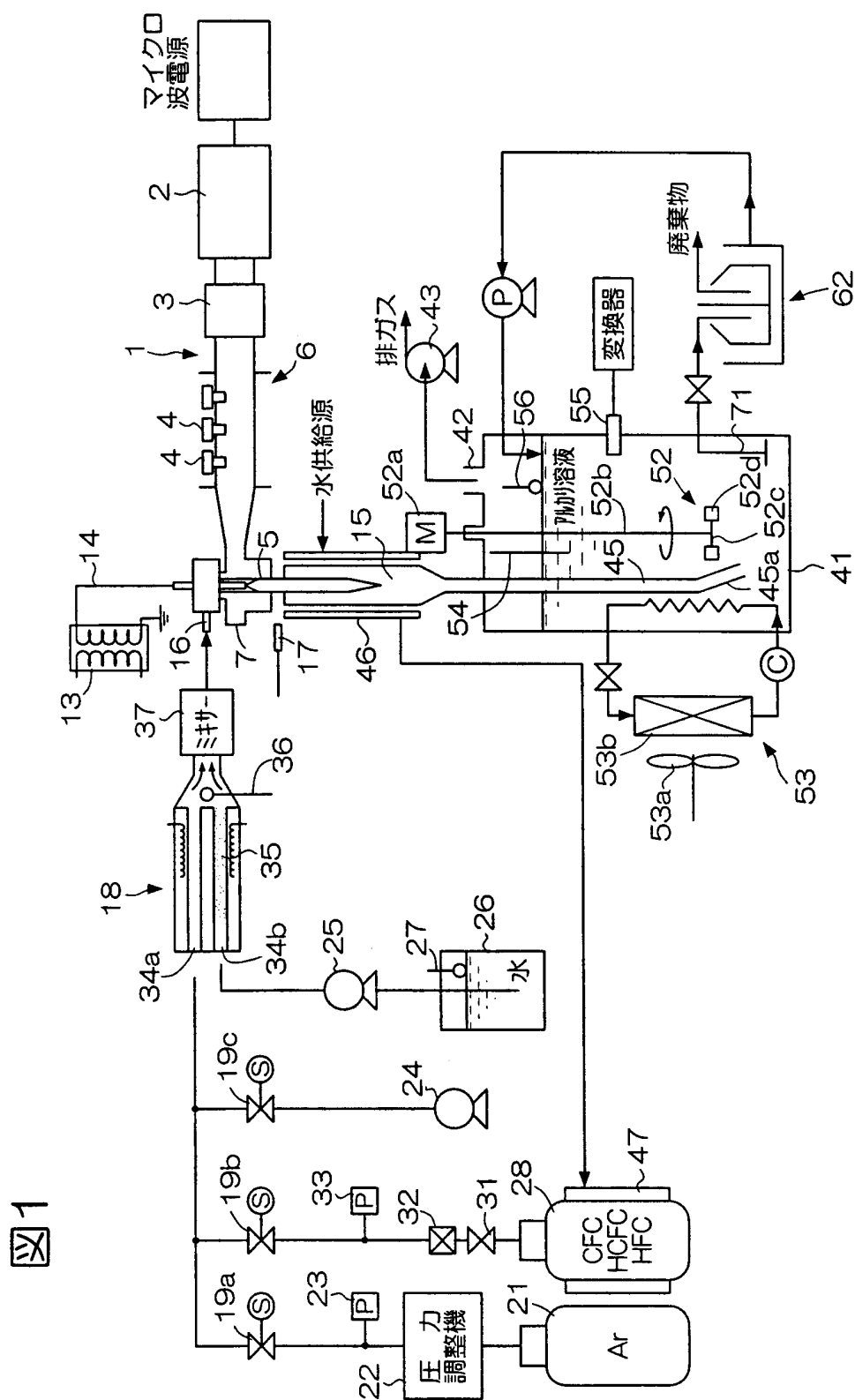
12. 有機ハロゲン化合物をプラズマ化し、水と反応させて有機ハロゲン化合物を分解する有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法において、装置系内の水分除去処理を行った後に有機ハロゲン化合物の分解処理を行うことを特徴とする有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法。

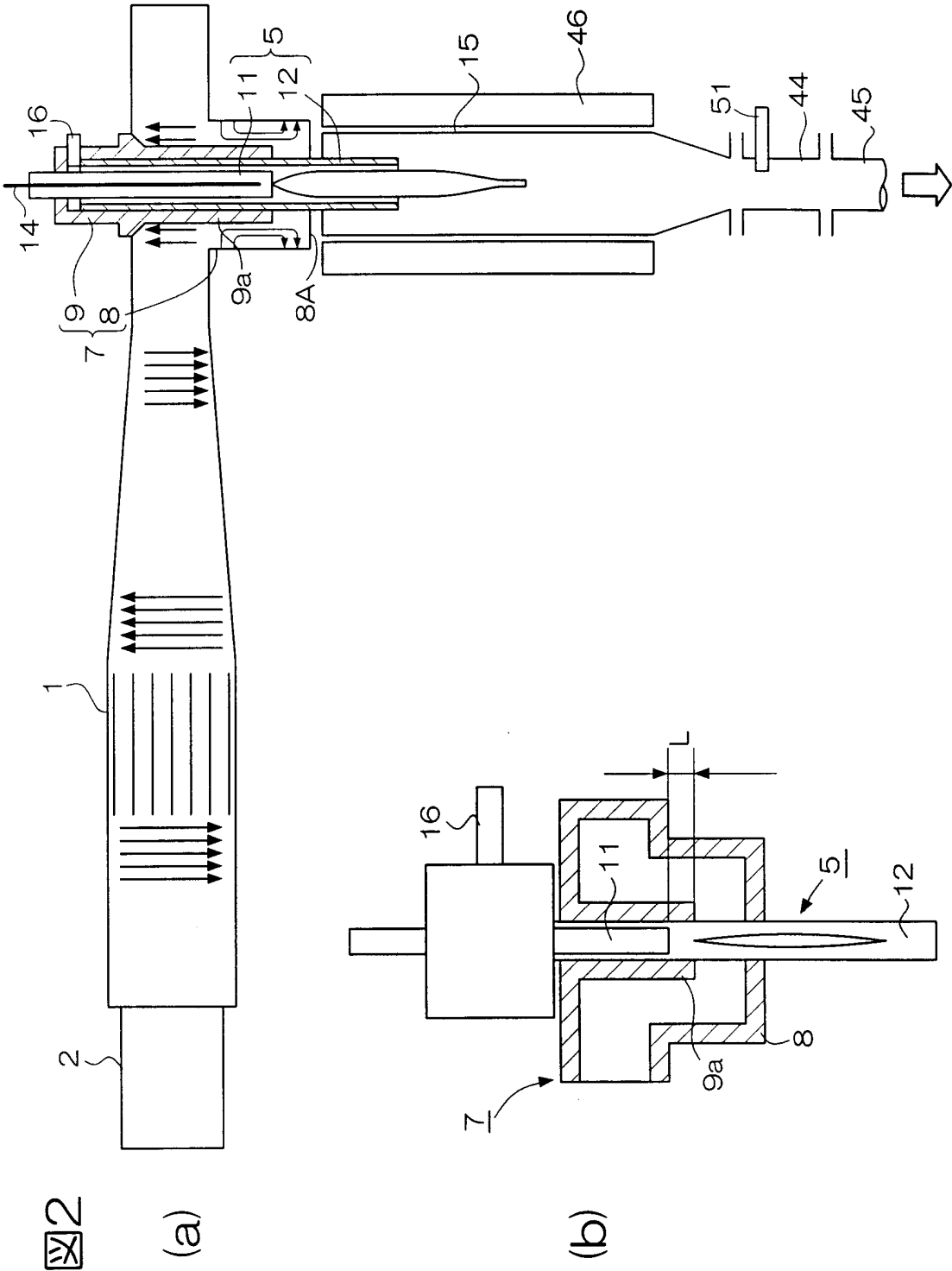
13. 有機ハロゲン化合物をプラズマ化し、水と反応させて有機ハロゲン化合物を分解する有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法において、分解処理終

了後に、掃気ガスを装置系内に供給することを特徴とする有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法。

14. 前記有機ハロゲン化合物の分解中に、前記有機ハロゲン化合物の分解物を中和する処理液を攪拌し、分解終了後に、前記攪拌を停止することを特徴とする請求項6ないし13のいずれか1項に記載の有機ハロゲン化合物分解装置の運転制御方法。

1/6





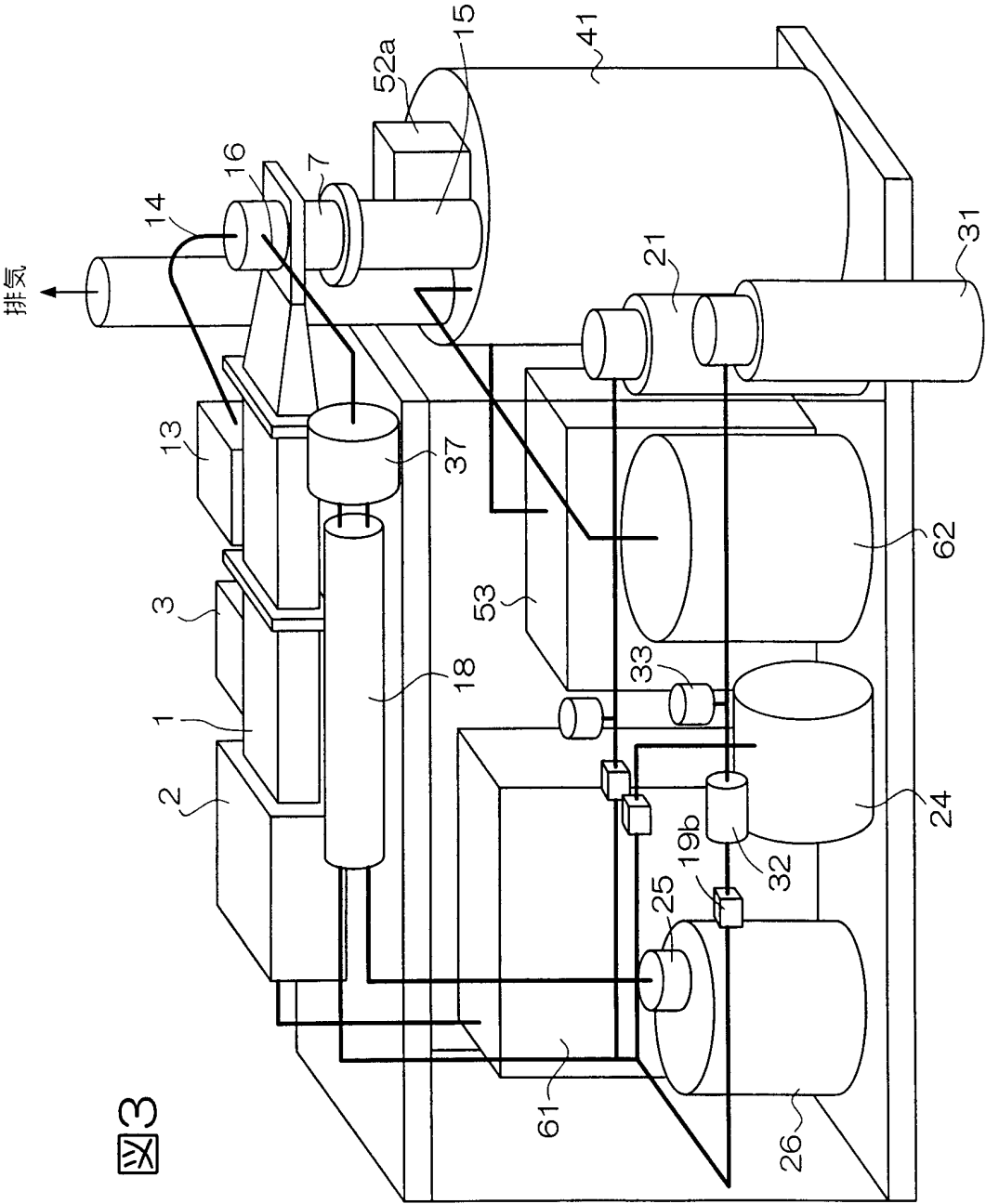
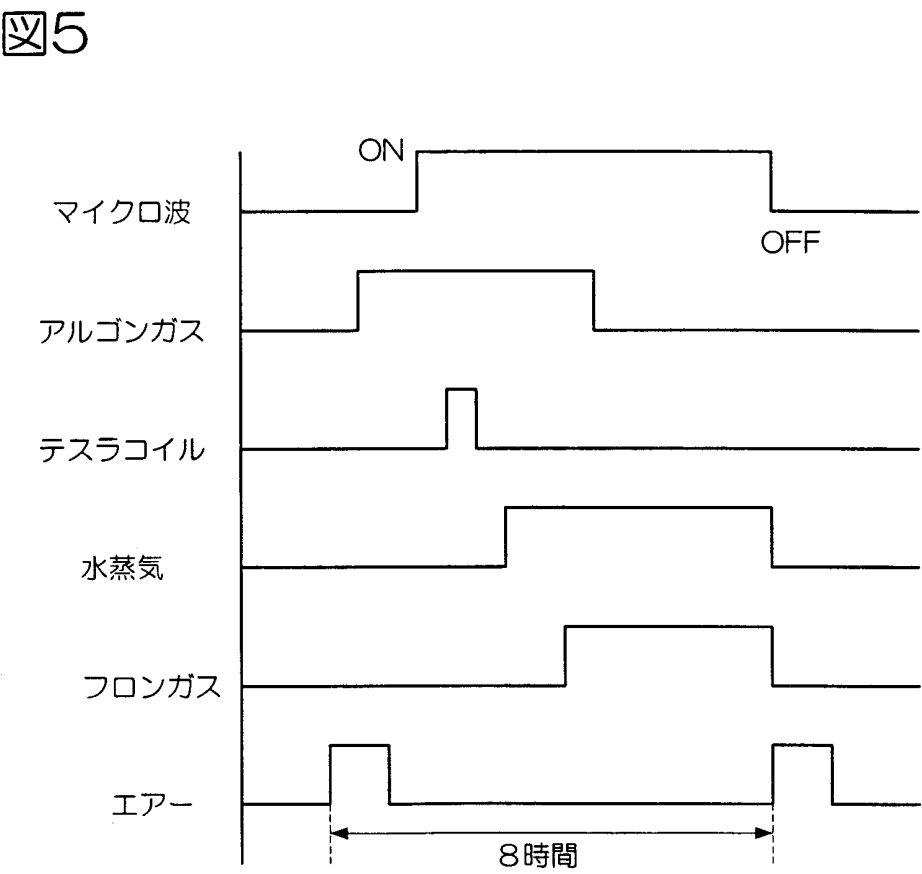
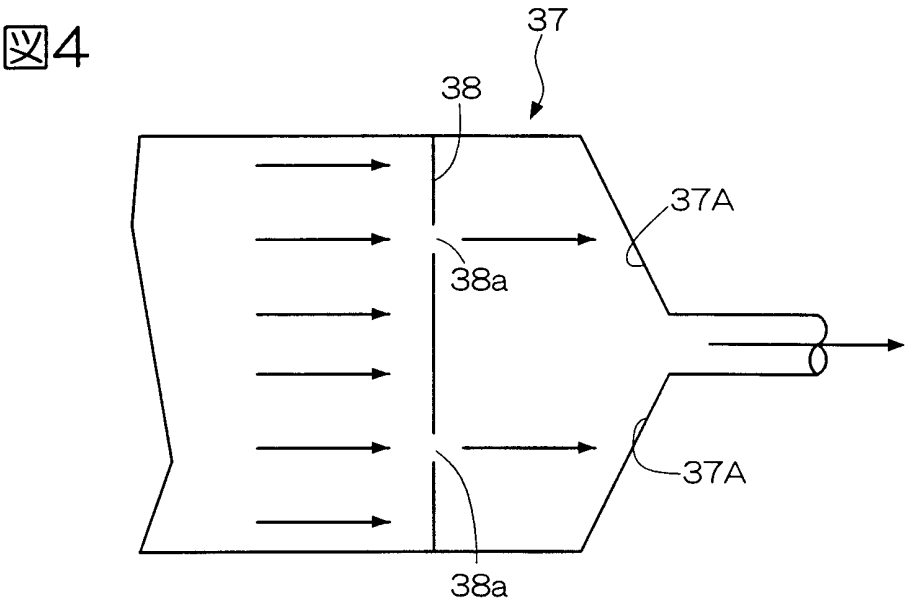
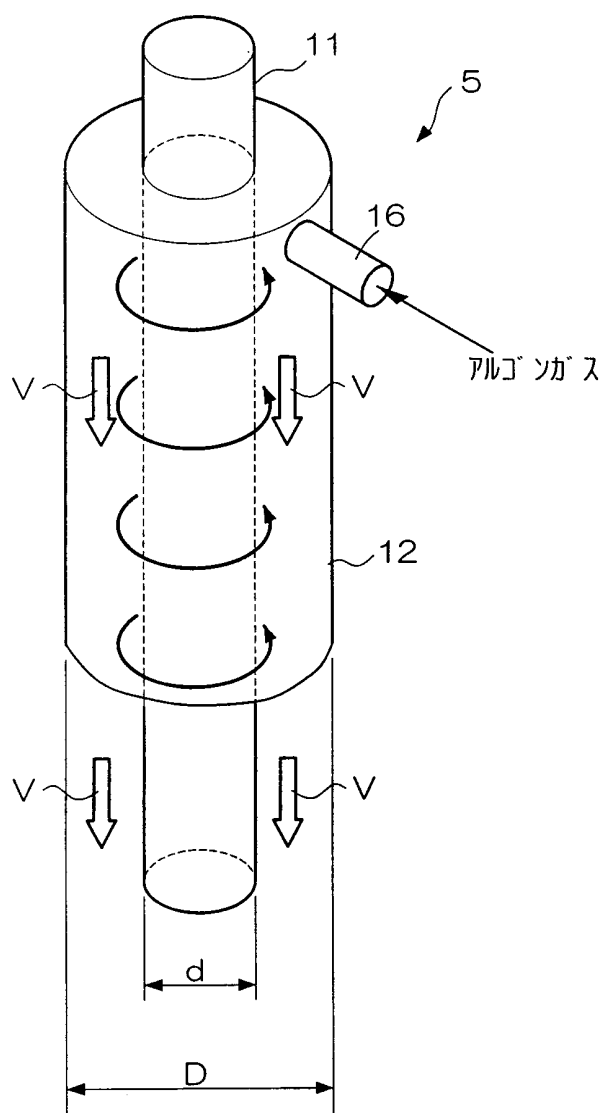


図3



5/6

図6



6/6

図7

軸方向流速V (cm/sec)	η - λ 1 (d=6/D=10)	η - λ 2 (d=6/D=13)	η - λ 3 (d=8/D=13)
21.25	×	×	×
42.5	×	×	×
85	○	○	○
212.5	○	○	○
	◎	◎	◎
425	◎	◎	◎
637.5	◎	◎	◎
850	◎	◎	◎

注記1) d : 内管外径 (mm)
D : 外管内径 (mm)

注記2) × : 着火不安定
○ : 着火率90%以上
◎ : 着火率100%

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02366

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ B01J19/08, B01D53/70

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B01J19/00-19/32, B01D 53/30-53/96, A62D3/00,
H05H 1/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP, 3-222298, A (Hitachi, Ltd.), 01 October, 1991 (01.10.91), page 4, upper left column, line 18 to upper right column, line 3; Fig. 1 (Family: none)	1, 3-5 2
Y	JP, 8-323133, A (Nippon Steel Corporation), 10 December, 1996 (10.12.96), Fig. 1 (Family: none)	2, 14
X Y	JP, 7-80287, A (Agency of Industrial Science and Technology), 28 March, 1995 (28.03.95), Par. No. [0016]; Fig. 1 (Family: none)	6, 8-10, 12 7, 11, 13, 14
Y	US, 5569810, A (Samco International, Inc.), 29 October, 1996 (29.10.96), Fig. 1 & JP, 8-24560, A	11, 13
Y	US, 5028452, A (Creative Systems Engineering, Inc.), 02 July, 1991 (02.07.91), Column 5, lines 42 to 44	7, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing
date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means

"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 June, 2000 (30.06.00)

Date of mailing of the international search report
11 July, 2000 (11.07.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02366

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	& WO, 9104104, A & EP, 448660, A & JP, 4-502882, A & CN, 1057010, A & DE, 69032066, A JP, 37-10879, Y1 (Faudora, Bamuchitto Inc.), 21 May, 1962 (21.05.62), page 1, right column, lines 22 to 33; Figs. 1, 2 (Family: none)	14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ B01J19/08, B01D53/70		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ B01J19/00-19/32, B01D 53/30-53/96, A62D3/00, H05H 1/30		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2000年 日本国登録実用新案公報 1994-2000年 日本国実用新案登録公報 1996-2000年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) WPI (DIALOG)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	J P, 3-222298, A (株式会社日立製作所), 1. 10月. 1991 (01. 10. 91), 第4頁左上欄第18行~右上欄第3行、第1図 (ファミリーなし)	1, 3-5 2
Y	J P, 8-323133, A (新日本製鐵株式会社), 10. 12月. 1996 (10. 12. 96), 図1 (ファミリーなし)	2, 14
X Y	J P, 7-80287, A (工業技術院長), 28. 3月. 1995 (28. 03. 95),	6, 8-10, 12 7, 11, 13, 14
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 30. 06. 00	国際調査報告の発送日 11.07.00	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 本間 友孝  4 Q 9632 電話番号 03-3581-1101 内線 3466	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	【0016】、図1 (ファミリーなし)	
Y	US, 5569810, A (Samco International, Inc.), 29. 10月. 1996 (29. 10. 96), Fig. 1 & JP, 8-24560, A	11, 13
Y	US, 5028452, A (Creative Systems Engineering, Inc.), 2. 7月. 1991 (02. 07. 91), 第5欄第42~44行 & WO, 9104104, A & EP, 448660, A & JP, 4-502882, A & CN, 1057010, A & DE, 69032066, A	7, 14
Y	JP, 37-10879, Y1 (ファウドラ、バームチット、インコーポレーテッド), 21. 5月. 1962 (21. 05. 62), 第1頁右欄第22~33行, 第1, 2図 (ファミリーなし)	14