

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4235580号
(P4235580)

(45) 発行日 平成21年3月11日(2009.3.11)

(24) 登録日 平成20年12月19日(2008.12.19)

(51) Int.Cl.	F I
B O 1 D 53/86 (2006.01)	B O 1 D 53/36 G
B O 1 J 19/08 (2006.01)	B O 1 J 19/08 Z A B E
B O 1 D 53/04 (2006.01)	B O 1 D 53/04 A

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-135626 (P2004-135626)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成16年4月30日(2004.4.30)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2005-313108 (P2005-313108A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成17年11月10日(2005.11.10)	(74) 代理人	100123788
審査請求日	平成19年4月26日(2007.4.26)		弁理士 宮崎 昭夫
		(74) 代理人	100106297
			弁理士 伊藤 克博
		(74) 代理人	100106138
			弁理士 石橋 政幸
		(72) 発明者	金子 芳昭
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		(72) 発明者	西口 敏司
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスが流れる流路を有し、電圧を印加することによって、大気圧下で、該流路にプラズマを生成する誘電体であって、

孔を有する誘電体基材と、

前記孔の表面を覆う、前記誘電体基材よりも比誘電率の高い強誘電膜と、

該強誘電膜の表面を覆う吸着材と、

該吸着材の表面の一部を覆い、該吸着材とともに前記流路の外周部を形成する触媒とを有し、

前記流路は、3次元状に、かつ、網目状に形成されている、誘電体。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の誘電体と、

該誘電体を間に挟み、該誘電体に前記電圧を印加する、接地側電極と高圧側電極とを有する、ガス処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の誘電体と、

該誘電体を間に挟み、該誘電体に前記電圧を印加する、接地側電極と高圧側電極とを有し、

ガス処理装置に着脱可能に搭載できる、ガス処理装置用のカートリッジ。

【請求項 4】

20

請求項 3 に記載のカートリッジを着脱可能に搭載できる保持部を有する、ガス処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、各種の工業的処理工程から排出される揮発性有機化合物（以下、VOC（Volatile Organic Compounds）という。）を含むガスを、大気プラズマ分解方式で無害化するガス処理装置に用いられる誘電体、およびガス処理装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

VOCは、有機溶剤を使用する塗装工程等で発生する、トルエン、キシレン、MEK（メチルエチルケトン）等の有害化学物質である。かつては、VOCは、大気中に放出されていたのが実情であったが、近年、環境汚染物質排出移動登録（PTR）制度が施行されるなど、環境への負荷物質であるVOCの低減が社会的にも求められるようになり、VOCの無害化技術が広く検討されている。VOC無害化技術としては、例えば光分解、触媒分解、強制燃焼などの方式があるが、装置の大型化や運転コストの増加、有害物質の発生、処理効率等の問題があり、近年これらの課題を克服する技術として、放電利用型のVOC無害化技術が注目されている。放電利用型は、常圧下で放電を発生させ、その放電によりVOCを処理するもので、放電方式によって、無声放電方式、沿面放電方式、パルスコロナ放電方式、大気プラズマ分解方式等に分類される。中でも、大気プラズマ分解方式は、大気圧で適用することができ、真空ポンプ等の付加設備が不要であるため装置構成が簡便であり、また、処理効率も高いことから、有望な技術の一つに位置づけられている。

【0003】

大気プラズマ分解方式では、誘電体に電圧を印加することによって、誘電体同士の間に、大気圧（常圧下）でグロー放電を誘起させ、プラズマを発生させる。そして、処理対象ガスであるVOCをプラズマが発生している間隙に通し、プラズマの酸化作用でVOCを分解し、二酸化炭素や水に分解する。このため、大気プラズマ分解方式では、プラズマを効率的に発生させることが重要であり、そのための技術がいくつか開示されている。

【0004】

まず、一對の電極間に、導電体の全面に絶縁体を被覆して形成した粒状誘電体を充填し、放電を生起させる大気圧プラズマ発生装置が開示されている（例えば、特許文献1参照）。この技術によれば、粒状誘電体同士の間隙が小さいので、酸素や窒素などの放電開始電圧の大きいガスであっても、極めて小さい印加電力で均質なグロー放電を発生させることができる。

【0005】

しかし、粒状誘電体を電極間に充填した場合、空隙率が非常に小さくなるため、プラズマ空間にガスを流通するときに、大きな圧力損失を生じてしまう。そこで、粒状誘電体を用いる代わりに、三次元状の多孔質セラミックに触媒を被覆した誘電体を電極間に配置して、プラズマを生起させる技術が開示されている（例えば、特許文献2参照）。三次元状の多孔質セラミックは空隙率が高いため、プラズマ空間容積が粒状誘電体に比べ大きく、圧力損失がより小さく、ファンの動力が少なくすむ等のメリットがある。

【特許文献1】特開平8-321397号公報

【特許文献2】特開平11-128728号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献2に示したような、多孔質セラミックに触媒を支持させた誘電体を用いる場合、粒状誘電体を用いた場合よりも処理効率は向上するものの、VOCが高濃度であったり、処理風量が大きくなると、プラズマ生成部の容積を増やすか、印加電圧を高めるか、または双方の対策を講じて、処理能力を向上させることが必要となる。この

10

20

30

40

50

ため、装置コストや運転コストが増大してしまうという問題がある。

【 0 0 0 7 】

また、誘電体の電気特性は一般に温度により影響を受けるため、印加電圧を高めると、誘電体が発熱し、それによってプラズマの状態が影響を受け、処理効率の低下をもたらすという問題点も指摘されている。この問題点を解消するには、ガス流量を増やして、空冷効果を高めることが有効であるが、ファン容量の増加や、圧損増加によるファン動力の増加を招いてしまう。

【 0 0 0 8 】

本発明は、かかる事情に基づき、特に、大気圧プラズマ分解方式のガス処理装置に適用できる誘電体を提供するべくなされたものであり、低電圧でプラズマ生成が可能で、処理

10

効率がよく、誘電体の発熱を抑えて安定したプラズマを維持できる誘電体を提供することを目的とする。また、併せて、かかる誘電体を用いたガス処理装置等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】

【 0 0 0 9 】

本発明の誘電体は、ガスが流れる流路を有し、電圧を印加することによって、大気圧下で、流路にプラズマを生成する誘電体である。誘電体は、孔を有する誘電体基材と、孔の表面を覆う、誘電体基材よりも比誘電率の高い強誘電膜と、強誘電膜の表面を覆う吸着材と、吸着材の表面の一部を覆い、吸着材とともに流路の外周部を形成する触媒とを有し、

20

流路は、3次元状に、かつ、網目状に形成されている。

【 0 0 1 0 】

このように構成された誘電体では、処理対象物質がプラズマが発生した流路を流れることによって酸化され、処理対象物質の無害化が可能となる。処理対象物質は、触媒によっても酸化が促進されるので、処理効率が一層高められる。また、処理対象物質は、吸着材によって流路内に効率的に捕捉されるので、より確実に酸化処理され、処理されなかった部分も、系外に排出されにくくなる。これに加えて、誘電体基材を、誘電体基材よりも比誘電率の高い強誘電膜で覆う構造によって、低電圧で強誘電膜からのプラズマ生成が可能となり、誘電体の発熱が抑制されるため、プラズマ生成特性への影響を抑えることができ、安定したプラズマを維持できる。

【発明の効果】

30

【 0 0 1 1 】

以上説明したように、本発明の誘電体は、処理対象物質を、プラズマだけでなく触媒によっても処理し、かつ、吸着材によって流路内に有効に捕捉する。また、誘電体の発熱が抑えられ、プラズマの安定化にも寄与する。これらの理由によって、以下の効果を奏することが可能となる。

(1) 処理対象物質の性能 (処理率) が向上する。

(2) 処理率の高い大気圧プラズマ分解が実現できるので、装置の大型化などによる設備コストを抑えることが可能となる。

(3) 印加電圧が少なくすみ、運転コストの低減が可能となる。

(4) プラズマが安定するため、長時間の運転が容易となり、無用な調整時間や停止時間が不要となる。この結果、運転効率が向上する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

以下に、本発明の誘電体およびガス処理装置の実施形態を図面を用いて説明する。本発明のガス処理装置は、V O C や臭気物質を処理することができ、土壤汚染処理や、人が集まる屋内収容空間、家庭等の居室、自動車内、その他脱臭を必要とする空間におけるガス処理に広く用いることができる。

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本発明による誘電体を有するガス処理装置の概略構成図である。ガス処理装置 1 は、処理対象物質である被処理ガス G 1 を導入するガス導入口 2 を有するガス導入部 1

50

aと、ガス導入部1aから流入する被処理ガスG1をプラズマ処理するプラズマ処理室1bと、プラズマ処理室1bでプラズマ処理された処理済ガスG2を系外に排出するガス排出口3を有するガス排出部1cとを有している。また、ガス導入部1aの下流側には、被処理ガスG1をガス導入部1aに送り込むファン11が設けられている。

【0014】

プラズマ処理室1bには、下流側から順に、接地側電極4a、誘電体6a、高圧側電極5a、誘電体6b、接地側電極4b、誘電体6c、高圧側電極5b、誘電体6d、接地側電極4cが設けられている。これらの各々は、被処理ガスG1の全量が通過するように、プラズマ処理室1bの断面の全域に渡って配置されている。接地側電極4a、4b、4c（以下、接地側電極4a等と略称する場合がある。）は、適宜の方法によって接地されており、高圧側電極5a、5b（以下、高圧側電極5a等と略称する場合がある。）は、交流の高圧電源12に接続している。この結果、高圧側電極5aは、接地側電極4a、4bと対向し、これらの間に挟まれて設けられている誘電体6a、6bに交流電圧を印加し、高圧側電極5bは、接地側電極4b、4cと対向し、これらの間に挟まれて設けられている誘電体6c、6dに交流電圧を印加する。なお、高圧側電極と接地側電極の枚数は、処理対象物質や必要な処理率によって、適宜に変更することができる。交流電源の周波数は50Hz、60Hzの商用周波数から、高周波（MHz）の範囲まで使用可能であり、電圧は数kV～数10kVの範囲であることが多いが、これに限定されるわけではない。

【0015】

図2にはこれらの接地側電極、高圧側電極、および誘電体を有するカートリッジの概略斜視図を示している。カートリッジ7は、接地側電極4a等と、高圧側電極5a等と、誘電体6a～6d（以下、誘電体6a等と略称する場合がある。）とを有するパッケージで、ガス処理装置1に着脱可能に搭載できる。このため、カートリッジ7は、一定時間使用後や、性能劣化の程度に応じて、適宜交換可能である。また、ガス処理装置1は、カートリッジ7を保持する保持部（図示せず）を有している。ただし、このようなカートリッジ方式を採用するかどうかは任意である。

【0016】

高圧側電極5a等および接地側電極4a等は、例えば金属網で形成される。金属網は被処理ガスG1の種類により異なるが、0.01～0.5mm程度の金属細線で構成されていることが好ましい。網目の大きさ（メッシュサイズ）は、誘電体6a等を保持し、誘電体6a等に均一に電圧を印加し、被処理ガスG1が大きな圧損を受けずに通過できるよう、適切に選定される。材質としては、例えばステンレス、銅、真鍮、アルミニウム、鉄、タングステン等が用いられる。

【0017】

次に、誘電体の構造について説明する。図3には、誘電体の一つの流路の周辺の部分詳細図を示す（図2のA部を例としたが、他の部位も同様である。）。

【0018】

誘電体6a等の基本構造は、多孔質のセラミック材からなる誘電体基材61を骨格部とし、内部に3次元状に、かつ、網目状に形成されている流路65（図3参照）を有するものである。流路65は互いに接続し、連絡しており、これによって誘電体6a等の各々の入口から入った被処理ガスG1は、各々の出口に到達し、誘電体6a等の各々を通過することができる。

【0019】

図3において、誘電体基材61の内部には、3次元状かつ網目状に延びる無数の孔66が形成されている。孔66の表面には、強誘電膜62が被覆されている。強誘電膜62の上には吸着材63が被覆され、さらに、触媒64が、吸着材63の表面の一部を覆っている。触媒64は、吸着材63とともに流路65の外周部を形成している。強誘電膜62、吸着材63、および触媒64は薄いため、孔66を閉塞することではなく、流路65は、誘電体基材61の孔66と比べてそれほど縮小しない。このため、流路65は、孔66の構造と同様に、3次元状に、かつ、網目状に形成されており、内部を被処理ガスG1および

10

20

30

40

50

処理済ガス G 2 が流れることができる。流路 6 5 の間隙は、例えば平均 1 mm 程度であり、空孔率は、例えば 80 % 程度である。

【0020】

誘電体基材 6 1 は、セラミック基材で形成され、比誘電率は 50 以下であることが望ましい。使用材料としては、例えば、アルミナや酸化ジルコニウムが挙げられる。

【0021】

強誘電膜 6 2 は、比誘電率が 1000 以上であることが望ましく、例えば、チタン酸バリウムやチタン酸ストロンチウムが挙げられる。しかし、この条件を満たすものであれば、他のセラミックスや強誘電体を使用することも可能である。強誘電膜 6 2 は、例えば直径 3 mm 程度の球状ペレットであり、焼成により誘電体基材 6 1 の表面に形成されることが好ましい。特に、焼成温度 1000 以上で焼成すると、強誘電膜 6 2 の比誘電率が 1000 以上まで向上するため、より一層好ましい。焼成したかどうかは、表面を操作型電子顕微鏡や透過型電子顕微鏡等で観察すれば、互いの粒子の焼結の度合いから判別でき、また、強誘電膜 6 2 形成後の空隙の大きさからもわかる。

10

【0022】

吸着材 6 3 には、ゼオライトや活性炭等が用いられる。ゼオライトを使用すれば、アンモニア、トルエン等の臭気物質を除去でき、特に、疎水性ゼオライトを使用することが好ましい。2 枚以上の誘電体を配置する場合、各々の誘電体に同じ種類の吸着材を被覆してもよく、異なる種類の吸着材を被覆してもよい。

【0023】

20

触媒 6 4 には、白金、パラジウム、ロジウム、ニッケル、二酸化マンガン等の貴金属あるいは金属酸化物が好ましい。触媒 6 4 は、例えば直径 2 mm 程度の球形状ペレットである。触媒 6 4 には、数種類の触媒を用いてもよく、また、2 枚以上の誘電体を使用する場合には、各々の誘電体に同じ種類の触媒を用いてもよく、異なる種類の触媒を用いてもよい。

【0024】

次に、本発明のガス処理装置 1 の作用について説明する。図 1 において、VOC を含有する被処理ガス G 1 が、ファン 1 1 により、ガス導入部 1 a からプラズマ処理室 1 b 内の誘電体 6 a 等に順次流入する。接地側電極 4 a 等と高压側電極 5 a 等との間には、高压電源 1 2 によって電圧が印加されており、これらに挟まれている誘電体 6 a 等には、流路 6 5 内や、流路 6 5 の壁面に放電が発生して、常圧下でプラズマが生起されている。流路 6 5 に流れ込んだ被処理ガス G 1 はプラズマと接触しながら、プラズマによって酸化・分解されて、無害化される。無害化された処理済ガス G 2 はガス排出部 1 c に移行し、ガス排出口 3 を介して系外に排出される。

30

【0025】

このとき、触媒 6 4 が被処理ガス G 1 の酸化を促進するので、被処理ガス G 1 の処理は、プラズマによる酸化との相乗効果によって促進される。また、被処理ガス G 1 は、流路 6 5 の表面に設けられている吸着材 6 3 に吸着・捕捉されて、より確実に酸化処理されるとともに、処理されずに残った未処理ガスも吸着材 6 3 に吸着され、系外に放出されにくくなる。一方、比誘電率の大きい強誘電膜 6 2 は、構成粒子の分極率が高く、低い印加電圧で容易にプラズマを生起するため、大きな発熱を生ずることがなく、しかも非常に薄く発熱部分が限られている。このため、誘電体 6 a 等の全体の発熱が抑えられ、温度の上昇によるプラズマへの悪影響が抑えられる。このような作用によって、処理効率がさらに向上し、しかもプラズマを安定して維持することができる。

40

【0026】

本発明の誘電体の効果を、以下の実施例によって、より具体的に説明する。なお、以下の実施例は、一つの例示であり、本発明の内容を限定するものではない。

【0027】

図 4 には、実施例および比較例 1、2 に用いたガス処理装置の概略構成を示す。ガス処理装置 101 のガス導入口には、流量調節器 115 を介して、被処理ガスを充填した被処

50

理ガスボンベ 114 が接続されている。プラズマ処理室は、室内容積 16 cm^3 であり、ガス排出口は、パイプを介して分析装置 116 (ガステック社製ガス検知管) に接続されている。被処理ガスは、 10 ppm アンモニアガスで、流量 16 リットル/分 とした。

【0028】

実施例における電極・誘電体の構成は、上記の実施形態で説明したものより多少簡略化されており、高圧電源 112 が接続された高圧側電極 105 (1 mm タングステン棒) の両側に、接地側電極 104a、104b (ステンレスメッシュ) が、各々誘電体 106a、106b (外寸 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 5\text{ mm}$) を挟んで配置された構造である。誘電体 106a、106b は、多孔質アルミナ基材上に、強誘電膜としてチタン酸バリウム (比誘電率 $r = 4000$) を塗布し、 1250°C で焼成後、吸着材としてハイシリカゼオライトを塗布し、触媒としてニッケルを使用して製作した。強誘電膜の厚みは $20\text{ }\mu\text{m}$ 、吸着材塗布量は 35 w\% 、触媒量は 0.5 w\% とした。誘電体の流路の間隙は平均 1 mm 、空孔率は 80 \% である。

【0029】

比較例 1 では、多孔質アルミナ基材に強誘電膜と触媒とが設けられており、吸着材は被覆されていない。比較例 2 では、多孔質アルミナ基材に吸着材と触媒とが設けられており、強誘電膜は設けられていない。その他の条件は実施例と同じである。そして実施例および比較例 1、2 について、ガス処理装置 101 を使用して、上記の被処理ガスの無害化処理を行った。

【0030】

図 5 に結果を示す。図 5 (a) には、各例の主要条件および結果の一覧を、図 5 (b) には、各例の印加電圧と処理率との関係を示す。なお、処理率の定義は図 5 (a) 中に示す。比較例 1 では、吸着材を塗布していないため、アンモニアをプラズマ空間中に保持することができず、実施例に比べてプラズマや触媒にアンモニアが接触する時間が短いため、処理能力が劣る。比較例 2 では印加電圧を実施例より 1.5 倍程度高くしているにもかかわらず、処理率は 70 \% に止まっており、実施例と同程度の処理率を得るにはさらに印加電圧を上げなければならない。これは、比較例 2 ではチタン酸バリウムを塗布していないため、放電に必要な印加電圧が高くなるためである。その結果、所望の処理率を得るためには、印加電圧を実施例よりも高くしなければならず、その結果消費電力も大きくなる。しかも、発熱も増加するため、プラズマの安定化上も好ましくない。

【0031】

以上説明したように、本発明のガス処理装置は、処理対象物質である被処理ガスが、プラズマの発生した流路を流れることによって酸化され、さらに、触媒によっても酸化され、被処理ガスの無害化が可能となる。また、吸着材によって、被処理ガスが確実に流路内に捕捉され、酸化処理の効率を高めることができ、未処理部も系外に放出されにくくなる。一方、誘電体基材を、誘電体基材よりも比誘電率の高い強誘電膜で覆っているため、小さな印加電圧でプラズマの発生が可能となり、誘電体の発熱が抑えられ、プラズマの安定化にも寄与する。その結果、性能 (処理率) が向上するだけでなく、設備コスト、運転コストの低減や、運転効率の向上が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】本発明の一実施形態に係るガス処理装置の概略構成図である。

【図 2】図 1 に示すガス処理装置のガス処理部の概略斜視図である。

【図 3】図 2 に示すガス処理部を構成する誘電体の表面付近の模式的な断面図である。

【図 4】実施例、比較例に用いたガス処理装置の構成図である。

【図 5】実施例、比較例の試験結果を示すグラフである。

【符号の説明】

【0033】

1 ガス処理装置

1a ガス導入部

10

20

30

40

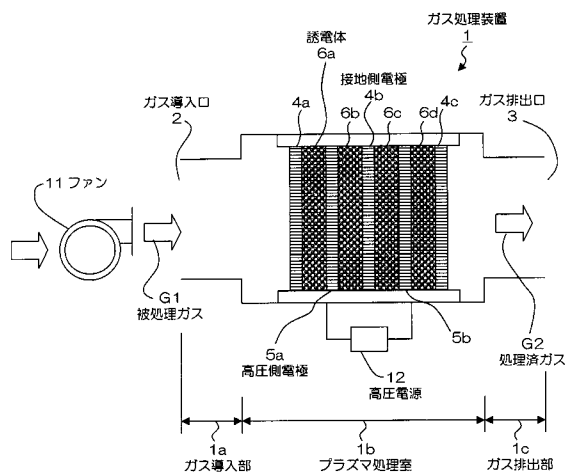
50

- 1 b プラズマ処理室
- 1 c ガス排出部
- 2 ガス導入口
- 3 ガス排出口
- 4 a、4 b、4 c 接地側電極
- 5 a、5 b 高压側電極
- 6 a、6 b、6 c、6 d 誘電体
 - 6 1 誘電体基材
 - 6 2 強誘電膜
 - 6 3 吸着材
 - 6 4 触媒
 - 6 5 流路
 - 6 6 孔
- 7 カートリッジ
 - 1 1 ファン
 - 1 2 高压電源
 - 1 1 4 被処理ガスポンペ
 - 1 1 5 流量調節器
 - 1 1 6 分析装置
- G 1 被処理ガス
- G 2 処理済ガス

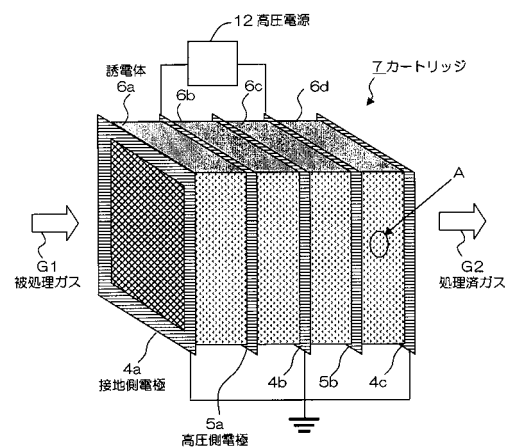
10

20

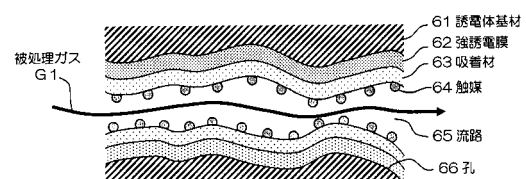
【図 1】



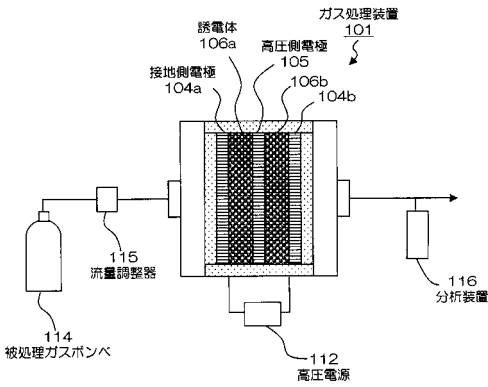
【図 2】



【図 3】



【図 4】



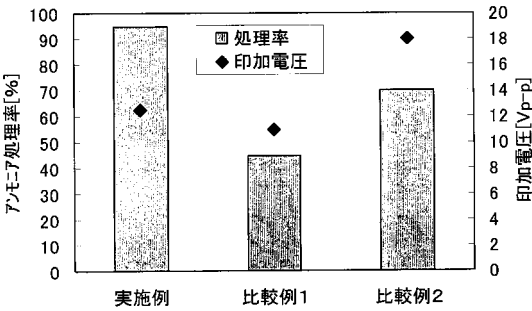
【図 5】

(a)

	実施例	比較例 1	比較例 2
誘電体構成	多孔質アルミナ基材	多孔質アルミナ基材	
	強誘電膜	チタン酸 バリウム	チタン酸 バリウム
	吸着材	ハイシリカ ゼオライト	なし
	触媒	ニッケル	ハイシリカ ゼオライト
印加電力 (W)	1.6		
印加電圧 (kVp-p)	12.5	11	18
アンモニア濃度 (ppm)	0.5	5.5	3
処理率 (%)	95	45	70

注 処理率 = $(1 - \frac{\text{出口濃度}}{\text{入口濃度}}) \times 100$

(b)



フロントページの続き

審査官 西山 義之

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 1 2 8 7 2 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 3 7 6 4 3 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 3 6 6 4 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 3 6 3 4 3 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 3 6 6 5 3 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 0 1 D 5 3 / 8 6
B 0 1 D 5 3 / 0 4
B 0 1 J 1 9 / 0 8