

(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2010-50004

(P2010-50004A)

(43) 公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
H05H	1/24	(2006.01)	H05H	1/24	4 G 0 4 2
B01 J	19/08	(2006.01)	B01 J	19/08	E 4 G 0 7 5
H05H	1/46	(2006.01)	H05H	1/46	M
C01 B	13/11	(2006.01)	C01 B	13/11	G

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-214606 (P2008-214606)	(71) 出願人	000001122
(22) 出願日	平成20年8月22日 (2008.8.22)		株式会社日立国際電気
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
		(71) 出願人	590000891
			佐藤 徳芳
			宮城県仙台市青葉区花壇4番17-113
		(71) 出願人	503010173
			真瀬 寛
			茨城県日立市高鈴町5丁目5-3
		(71) 出願人	392036326
			株式会社アドテック プラズマ テクノロ
			ジー
			広島県福山市引野町五丁目6番10号
		(74) 代理人	100090136
			弁理士 油井 透

最終頁に続く

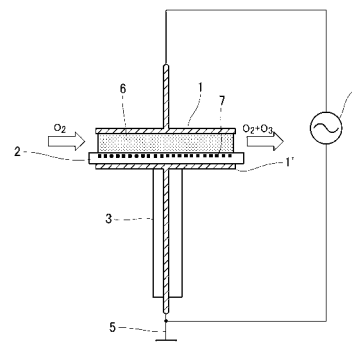
(54) 【発明の名称】 プラズマ発生電極

(57) 【要約】

【課題】 誘電体表面に電荷を均一帯電させることにより均一なプラズマの生成を可能にすると共に、プラズマ放電開始電圧の低減を可能にするプラズマ発生電極を提供する。

【解決手段】 互いに均等な間隔を隔てて配置された対向配置された少なくとも一対の対向電極1, 1'を備え、これら対向電極1, 1'に高周波電力を印加することによって、対向電極1, 1'間にプラズマを発生させるプラズマ発生電極であって、前記一対の対向電極1, 1'の少なくとも一方の電極表面に一樣な厚みに誘電体層2が設けられ、該誘電体層2中には、多数の導体小片7が、誘電体層2の表面の面方向に沿った方向に、当該導体小片サイズ程度の間隔を隔てて一様に分散されて埋設される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに均等な間隔を隔てて配置された対向配置された少なくとも一对の対向電極を備え、これら対向電極に高周波電力を印加することによって、対向電極間にプラズマを発生させるプラズマ発生電極であって、前記一对の対向電極の少なくとも一方の電極表面に一樣な厚みに誘電体層が設けられ、該誘電体層中には、多数の導体小片が、誘電体層の表面の面方向に沿った方向に、当該導体小片サイズ程度の間隔を隔てて一樣に分散されて埋設されたプラズマ発生電極。

【請求項 2】

前記一对の対向電極が互いに平行に且つ、前記誘電体層がこれらの電極と平行に設けられた請求項 1 記載のプラズマ発生電極。

10

【請求項 3】

前記導体小片が、平面視円形のパッチ電極又は粒子状のパッチ電極であり、隣接する導体小片同士が、誘導体により互いに絶縁された請求項 1 記載のプラズマ発生電極。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、平行に配置された対向電極に高周波電圧を印加することにより、両電極間に導入されるガス状処理物をプラズマ化するプラズマ発生電極に関するものであり、特に、オゾン生成、排ガス処理、表面処理、薄膜形成等の処理に用いられるプラズマ発生電極に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

プラズマは、ガス処理、表面処理、材料・デバイス製造工程において必要不可欠なツールとなっている。プラズマを生成する場合、相対向する一对の対向電極に高周波電源を接続し、高周波電圧を印加し、処理すべき被処理ガスを一对の対向電極間に導入する。電子が被処理ガスに衝突することで放電が発生し、プラズマを発生する。プラズマにより発生した電子、イオン、ラジカルは、基板処理装置、オゾン発生装置、生態分野の装置に利用される。

オゾン装置に利用すると被処理物の滅菌が可能になり、基板処理装置に利用すると基板処理が可能になる。プラズマは、誘電体バリア放電、グロー放電、水中放電等に分類されており、誘電体バリア放電 (Dielectric Barrier Discharge; DBD (オゾナイザー放電あるいは無声放電とも称されることもある)) は大気圧あるいはそれに準じる高い動作気圧でプラズマを生成するための装置として多用されている。

30

【0003】

図 1 は、誘電体バリア放電 (DBD) のプラズマ発生電極を示す。一对の対向電極 1、1' は、大気圧の酸素雰囲気下に設置されており、それぞれ導波板あるいは同軸ケーブル等を介して交流電源 4 に接続される。一对の対向電極 1、1' は数 mm ~ 数 cm の間隔を隔てて互に対向されている。一对の対向電極 1、1' の一方は、電極面全面が誘電体層 2 によりまんべんなく覆れており、一方の対向電極 1' は軸 3 に支持され、軸 3 及びアース線 5 を介して接地されている。他方の対向電極は軸により支持 (懸垂) される。プラズマ発生電極をオゾン発生装置のオゾン発生源として組み込み、酸素雰囲気下で一对の対向電極 1、1' に高周波電力を供給すると、空間の放電 (体積放電と称することもある) と沿面放電によって、印加電圧の半サイクル毎に、直径 50 μ m 程度の幾つかの放電 (マイクロ放電) が一对の対向電極の放電間隙に、ランダム且つ間歇的に発生し、酸素プラズマ 6 が発生する。酸素プラズマ 6 が発生すると、酸素プラズマ雰囲気中の酸素分子は、原子状酸素などの活性種に分解され、再結合によりオゾン分子となる。生成されたオゾンは、周知のように、滅菌用として用いられる。

40

【0004】

50

図 2 は、プラズマ発生電極の誘電体バリア放電における放電の様子を概略的に示すものである。

図 2 (a) に示すように、誘電体バリア放電では、誘電体層 2 表面 (誘電体バリアともいう) の限られた面の一部が帯電するため、誘電体層 2 表面の電荷のクーロン反発力により、同時に近距離でマイクロ放電を起こすことが難しく、印加電圧半サイクル毎に限られた数の放電が空間的にランダムに生起される。また、プラズマ発生電極 (誘電体バリア電極) を用いたオゾン生成装置では、オゾンの発生効率も著しく低下することも分かっている。

このため、空間的に一様な放電を生起させ、均一プラズマを生成することは極めて困難である。なお、交流印加電圧を増加させ、ある程度マイクロ放電の数を増加 (放電領域を拡大) させることも検討したが、投入電力が増大すると誘電体バリアが加熱され、誘電体の外表面に変色や焦げ付きなどが発生して電極寿命が短くなる。

【 0 0 0 5 】

そこで、先行技術を調査すると、特許文献 1 には、一方の対向電極に対して他方の対向電極の移動、揺動により、放電ムラ同士を重ね合わせ、重ね合わせの結果として放電ムラをなくす点が示されている。また、特許文献 1 及び 2 には、誘電体バリア電極一对の対向電極から構成される単位電極の電極面に誘導体内を設けた誘電体バリア放電電極において、誘電体内に導電膜を設け、導電膜に貫通孔を設けることによって、単位電極相互間に低い投入エネルギーで安定なプラズマを発生させる点が示されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 0 3 3 6 2 号公報

【特許文献 2】再公表 W O 2 0 0 4 / 1 1 4 7 2 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

また、特許文献 1 又は 2 の技術を検討すると、導電膜が、誘電体内に收容されているためにプラズマが導電体により汚染されることはないが、導電膜は一つの部材であり、導電膜に係る容量電流は均一になる。導電体の容量電流が均一になると、誘電体表面の電荷は不均一となってしまうので、単位電極間のプラズマは不均一化となる。従って、特許文献 1、2 の技術でも単位電極間に均一なプラズマを形成することは難しい。

【 0 0 0 7 】

本発明は、誘電体表面に電荷を均一帯電させることにより均一なプラズマの生成を可能にすると共に、プラズマ放電開始電圧の低減を可能にするプラズマ発生電極を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の態様は、互いに均等な間隔を隔てて配置された対向配置された少なくとも一对の対向電極を備え、これら対向電極に高周波電力を印加することによって、対向電極間にプラズマを発生させるプラズマ発生電極であって、前記一对の対向電極の少なくとも一方の電極表面に一様な厚みに誘電体層が設けられ、該誘電体層中には、多数の導体小片が、誘電体層の表面の面方向に沿った方向に、当該導体小片サイズ程度の間隔を隔てて一様に分散されて埋設されたプラズマ発生電極を提供する。この場合、前記一对の対向電極が互いに平行に且つ、前記誘電体層がこれらの電極と平行に設けられていることが好ましい。また、前記導体小片が、平面視円形のパッチ電極又は粒子状のパッチ電極であり、隣接する導体小片同士が、誘導体により互いに絶縁されることが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、誘電体層表面に電荷が均一帯電させることができ、均一なプラズマの生成を可能にすることができる。また、プラズマ放電開始電圧の低減することができるので、エネルギーの利用効率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

以下に本発明の実施の形態を説明する。

図 3 はオゾン発生装置にオゾン発生源として本発明に係るプラズマ発生電極を組み込んだ示す概略図である。

プラズマ発生電極において、一对の対向電極 1 , 1 ' 間に、空間的に一様なプラズマを生成するには、一对の対向電極 1 , 1 ' 間に一様な放電を発生させる必要があり、一様な放電を発生させるには、放電の種である電子（電荷）を、誘電体層表面に一様に配置して誘電体層の表面を均一な誘電特性とする必要があり、誘電体層の表面を均一な誘電特性とするには、多数の金属の導体小片を、誘電体層 2 の表面にパッチ電極として配置することが有効である。

10

【 0 0 1 1 】

しかし、金属の導体小片 7 は、プラズマが導体小片 7 から飛び出した金属により汚染されてしまうこと、また、電荷（帯電粒子）が導体小片 7 の表面で自由に動くことができ、電荷同士がクーロン力によって反発してしまうことにより、導体小片 7 端面のエッジ（端面外周縁）に集中してしまい、導体小片 7 を一様に帯電させることができないことから、パッチサイズの偏りによって放電の均一を欠くことになり、誘電体層 2 の表面に均一な電界を形成することはできない。

【 0 0 1 2 】

つまり、パッチ電極を導入すると、電荷が、導体小片の端面のエッジ（端面外周縁）に集中し、エッジの電界が強くなることを利用して誘電体層 2 表面に誘電特性の偏りをつけてプラズマの安定した立ち上げを可能にすると共に、放電開始電圧の低下、注入エネルギーの増大、エネルギー効率の向上、すなわち、電圧を一定とした場合の電力値を小さくすることができるが、荷電粒子帯電の一様性には不利に作用することになる。

20

【 0 0 1 3 】

ところが、金属の多数の導体小片 7 を、互いに所定の間隔を隔てて誘電体層 2 内の浅い位置に埋設し、隣接する導体小片 7 を誘導体によって絶縁すると、各導体小片 7 の外面にも電荷が分布するようになり、各導体小片 7 の端面を中心とした強く安定した電界を形成することができる。

【 0 0 1 4 】

このため、本実施の形態では、一对の対向電極 1 , 1 ' の少なくとも一方の電極表面に一様な厚みの誘電体層 2 を形成し、該誘電体層 2 中には、多数の導体小片 7 を、誘電体層 2 の表面に添った面方方向に当該導体小片サイズ程度の間隔を隔てて一様に分散させて埋設している。

30

【 0 0 1 5 】

導体小片 7 の形状は、導体小片 7 毎に導体小片を中心とした均一な電界（誘導体層 2 側から見ると不均一な電界）を形成するために、平面円形の円盤状、球体状、又は粒子状としており、導体小片の埋設位置は、誘電体層 2 の表面電荷と導体小片 7 の静電容量 C' が、導体小片 7 と一方の対向電極 1 ' との間の静電容量 C よりも格段に大きくなる（ $C' > C$ ）浅い位置、例えば $5 \mu m \sim 100 \mu m$ の位置としている。

【 0 0 1 6 】

また、誘電体層 2 の厚みは導体小片の埋設位置の 100 倍としている。誘電体の埋設位置の下限値を $5 \mu m$ としたのは、これ以上浅くすると誘電体層 2 の上部がハード的に弱くなるからであり、上限値を $50 \mu m$ としたのは、 $50 \mu m$ を超えてしまうと、導体小片 7 と他方の対向電極 1 の電極面までの距離が長くなりすぎて、導体小片 7 に容量電流が流れなくなり、放電を発生させることができなくなるからである。

40

【 0 0 1 7 】

また、各導体小片 7 の埋設位置は同じにしている。また、隣接する導体小片 7 , 1 ' 間の間隔は、導体小片サイズ程度、例えば、 $0.1 \sim 3 mm$ の中から選択したサイズとしている。これにより、誘導体層 2 の表面に各導体小片 7 の電界の形成の結果として、面内均一に電荷が分布させることができ、各導体小片の 7 静電容量が一様となつて一对の対向電

50

極 1, 1' 間に一様なプラズマを生成することができる。

【0018】

なお、誘電体層 2 の材質は、ガラスやセラミックスが例示されるが、プラズマを汚染することのない誘導体であればよい。また、導体小片 7 の材質は S U S、銅、アルミ、S i C が例示されるが、導電性の良好な金属であればよい。一方の対向電極 1 と他方の対向電極 1' との間隔を一定としてガスのイオン、ラジカル等として利用する場合（リモートプラズマ）、排気ガスをプラズマに処理し無害物として再結合させる場合、あるいは生態に対する医療用としてのガスとする場合は、一対の対向電極の電極形状は、例えば、図 5 (a)、(b) に示す如く円筒型としてもよいし図 5 (c) に示すように波型としてもよい。

10

【0019】

図 4 (a) ~ (c) に、誘電体層に対する導体小片群の配列パターンの例を示す。

導体小片 7 はこれを中心として電界を形成するために、円盤状、球状、微粒子の形状とするとよい。また、平面的な配置は、それぞれ誘電体層 2 に対して図 4 (a) の格子状、図 4 (b) に示すように蜂の巣状（正六角形）などに配列するとよい。また、導体小片 7 の形を、図 4 (c) のような粒子状とし、粒径のサイズ：1 ~ 10 μ m 程度として誘電体層 2 に対する導体小片 7 の密度を上げると、誘導体層 2 の表面により均一に電荷を分布させることができ、均一なプラズマを形成することができる。

他の構成は、従来技術で説明した構成と同じである。この結果、図 2 (b) に示すように、均一な放電を形成することができるので、結果として均一なプラズマを形成することができる。

20

図 5 (a) は円筒型の外側の対向電極 1 の電極面に多数の金属片を埋め込んだ例を、(b) は円筒型の内側の対向電極 1' の電極面に多数の金属片を埋め込んだ例を示し、(c) は相対向する対向電極 1, 1' を波型として互いに平行に対向させた例を示す。このように対向電極 1, 1' とともに対向電極間、1' の間隔が一定となるので、均一な放電が可能となり、均一なプラズマの生成が可能となる。

【0020】

このように、本発明の実施の形態では、導体小片 7 を誘電体層 2 の表面側の所定位置、すなわち、浅い位置に埋め込んで多数の導体小片 7 にそれぞれトリガー電極の役割を果たさせることにより、誘電体層 2 表面での放電のパラツキを抑制し、誘電体層 2 の表面（誘電体バリア表面）上の帯電電荷分布の平滑化により、空間的にムラのない一様な放電を生起させて、均一なプラズマが生成する。また、導体小片 7 を誘電体層 2 内に埋設して、放電開始時の放電開始電圧を低くする。なお、金属のパーティクルによるプラズマの汚染を嫌う場合、例えば基板処理装置では、誘電体層 2 を一方の対向電極 1' だけでなく電極面の両方に設け、プラズマに導体小片 7 の金属不純物がパーティクルとして混入することを防止するとよい。また、誘電体層 2 の表面は凹凸のない滑らかな形状にするとよい。これにより、一対の対向電極 1, 1' の電極間の距離は、場所によらず一定となり、誘電体層 2 表面の凹凸に起因するプロセスの不均一性も解消される。また、本実施の形態に係るプラズマ発生電極は、導体小片 7 が誘電体層 2 内に埋め込まれていて互いに誘導体によって絶縁されており、局所的に不均一な電界が規則的に発生し、クーロン力が反発力として利用される結果、均一プラズマ生成に必要な放電開始電圧が低くなる。

30

40

【0021】

以下、添付図面を参照して本発明の具体的な実施例を説明する。

【0022】

まず、図 3 を参照して本発明に係るプラズマ発生電極をゾン発生源として組み込んだオゾン発生装置について説明する。図 3 に示すように、平行平板型の対向電極 1, 1' は 5 mm ~ 数 cm の一定の間隔を保って 1000 Pa ~ 大気圧の酸素雰囲気内に配置され、それぞれ導波板あるいは同軸ケーブル等を介して交流電源 4 に接続される。一方の対向電極 1' はアース線 5 によって接地され、電極面には厚さ 1 ~ 3 mm 程度の厚みに前記誘電体層 2 が形成される。誘電体層 2 の内部には、誘電体層 2 の表面から 10 ~ 300 μ m 程度

50

の深さ位置に、前記したように、複数の導体小片 7 からなる導小片群が埋め込まれている。誘電体層 2 は軸 3 によって支持されている。交流電源 4 より交流高電圧を対向電極 1 と対向電極 1' とに供給すると、両対向電極 1, 1' 間で放電が発生し、酸素プラズマ 6 が生起される。大気圧下において、雰囲気中の酸素分子は放電によって原子状酸素などの活性種に分解され、再結合によってオゾン分子となる。

【0023】

図 6 は、前記プラズマ発生用電極を、オゾンプラズマにより合成樹脂シートの表面処理を行なうオゾン処理装置に適用した実施の形態を示す概略図である。

図 6 に示すように、合成樹脂製シート 9 は巻き取り用ローラー 8 で巻き取り可能に設けられ、オゾン生成装置の相対向する一対の対向電極は、合成樹脂製シート 9 を挟むように設けられる。オゾン処理生成装置を作動し、合成樹脂製シート 9 を巻き取り用ローラー 8 により巻き取っていくと、合成樹脂製シート 9 の両表面が放電している対向電極 1 と対向電極 1' との間を通過する間にオゾンプラズマ 6 に晒されることによって表面処理が行なわれる。これにより、シート表面の塗料などに対する濡れ性を向上させることができる。

【0024】

図 7 は、図 5 (a) で説明した円筒状のプラズマ生成用電極を大気圧放電により排気ガスを処理する排気ガス処理装置の排気処理部として組み込んだ排気ガス処理装置の概略図である。

図 7 に示すように、円筒状の対向電極 1, 1' に高周波電源 4 を接続し、一対の対向電極 1, 1' に高周波電力を印加した状態で、一対の対向電極 1, 1' の円筒の間に排気ガスを流すと、均一なプラズマが発生する。排気ガス中の有害分子、特に、CO, HC, NO_x 等はプラズマ 6 中で分解され、再結合によって無害な炭酸ガス (CO₂)、窒素 (N₂)、水蒸気 (H₂O)、などの化合物に変化する。

【0025】

図 8 は、前記プラズマ生成用電極を基板処理部として組み込んだ基板処理装置 (半導体装置の製造装置) としてのプラズマ CVD 装置を示す概略図である。

図示されるように、相対向する対向電極 1, 1' は数 mm ~ 数 cm の一定の間隔を保って反応室 13 内に設置されており、それぞれ導波板あるいは同軸ケーブル等を介して交流電源 4 に接続されている。反応室を形成する反応容器 11 はアース線 5 によって接地されており、反応容器の上部、下部の絶縁ブロック 12, 12 を介して一対の電極 1, 1' を支持している。一対の対向電極 1, 1' の相対向する電極面には誘電体層 2 によって被覆されている。誘電体層 2 内の少なくとも一方には、前記したように、多数の導体小片 7 が分散されて埋設されている。一方の対向電極 1' は昇降軸 3 に支持されており、ベローズ 15 によって密閉されている。一対の対向電極 1, 1' の電極間距離は、昇降軸 3 を昇降により電極間距離が調節される。被処理基板 10 は、一方の対向電極 1' の誘電体層 2 の上面に支持される。反応室 13 の排気口には真空ポンプ 14 が接続されている。

【0026】

基板処理の際は、真空ポンプ 14 の真空引きにより反応容器 11 内を真空引きに数 Pa 程度に減圧する。この後、基板処理に用いる反応性ガスをガスノズル 16 より処理室に供給しながら真空ポンプ 14 の排気により反応室 13 内の圧力を数 10 Pa 程度に保持する。

次に、交流電源 4 より高電圧を対向電極 1 と対向電極 1' とに印加する。すると対向電極 1 と対向電極 1' の両電極間で放電が発生し、この放電によりプラズマ 6 が生起される。反応ガスとして成膜ガスを供給した場合は、反応性ガスの分解反応により発生したイオン、活性種により反応が促進されて、被処理基板 10 の表面に薄膜が生成される。原料ガスとして酸化ガスを形成した場合は、被処理基板 10 の表面を酸化することができる。

【0027】

< 付記 >

以下、本発明の好ましい態様を付記する。

【0028】

10

20

30

40

50

本実施形態に係る態様は、均等な間隔において対向配置された少なくとも一対の電極（平板型、円筒型、これらを変型した形状）を備え、これらの間に交流電圧を印加することによってプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極において、少なくとも一方の電極の表面に誘電体層を設け、前記誘電体層中に、多数の導体の小片群を導体小片サイズ程度の間隔で面方向に一樣に分散して埋め込み、それらの静電誘導効果により放電開始電圧の低減を図ると共に放電間隙空間に一樣なプラズマを生成するプラズマ発生電極。

【0029】

前記導体の小片は、一定形状の円盤状パッチであり、それぞれの導体片は互いに電氣的に独立とすると好ましい。

また、導体の小片は、粒子状であることが好ましい。

10

【0030】

前記プラズマ発生電極を用いて大気圧の酸素ガス雰囲気にて放電させ、酸素分子を励起してオゾン分子を生成させるオゾンガス生成装置。

前記プラズマ発生電極を用いて大気圧の雰囲気にて排気ガス中の有害分子（CO，HC，NO_x等）を分解して無害化する排気ガス分解装置。及び有害分子を有用分子に変換することを目的にする排気処理装置。

【0031】

前記プラズマ発生電極を用いて発生する活性粒子（ラジカル）を利用して被処理物（例えば、基板、フィルム、金属シート）の表面に薄膜を形成する薄膜生成装置。

20

【0032】

前記プラズマ発生電極を用いて被処理物の表面を改質（例えば、濡れ性）する表面処理装置。

【0033】

前記プラズマ発生電極を用いてオゾン等の処理気体を形成し、処理気体により滅菌する滅菌処理装置。

【0034】

前記プラズマ発生電極を用いて生体进行处理する処理ガスを形成し、この処理ガスにより生体进行处理する生体応用装置。

【0035】

前記プラズマ発生電極を用いて1～1000Paの反応性ガス雰囲気にて放電させ、反応性ガス分子を分解励起して基板表面と反応させて基板进行处理する基板処理装置。

30

【0036】

均等な間隔において少なくとも一対の電極（平板型、円筒型、これらを変型した形状）を平行に対向配置し、これら電極に交流電圧を印加することによってプラズマを発生させるプラズマ発生方法において、少なくとも一方の電極の表面を誘電体層によって覆うと共に、前記誘電体層中に、多数の導体の小片群を導体小片サイズ程度の間隔で面方向に一樣に分散して埋め込むことにより、それらの静電誘導効果により放電開始電圧の低減し、放電間隙空間に一樣なプラズマを生成するプラズマ発生方法。

【0037】

前記導体の小片は一定形状の円盤状パッチとして導体の小片を中心として電界を形成するようにしたプラズマ発生方法。

40

【0038】

前記導体の小片は粒子状のパッチとして電界の小片を中点とする電界を形成するようにしたプラズマ発生方法。

【0039】

前記プラズマ発生方法を用いて大気圧の酸素ガス雰囲気にて放電させ、酸素分子を励起してオゾン分子を生成させるオゾンガス発生方法。

【0040】

前記プラズマ発生方法を用いて大気圧の雰囲気にて排気ガス中の有害分子（CO，HC，NO_x等）を分解して無害化する排気ガスの分解方法。

50

【 0 0 4 1 】

前記プラズマ発生方法を用いて大気圧の雰囲気にて排気ガス中の有害分子（ CO ， HC ， NO_x 等）を分解して再結合により無害化物質に変換する排気ガスの無害化方法。

【 0 0 4 2 】

前記プラズマ発生方法を用いて発生する活性粒子（ラジカル）中に被処理物（例えば、基板、フィルム、金属シート）を配置してその表面に薄膜を形成する薄膜生成方法。

【 0 0 4 3 】

前記プラズマ発生方法を用いて被処理物の表面を改質（例えば、濡れ性）する表面処理装置。

【 0 0 4 4 】

前記プラズマ発生電極を用いてオゾン等の処理気体を形成し、処理気体により滅菌する滅菌方法。

【 0 0 4 5 】

前記プラズマ発生電極を用いて生体进行处理する処理ガスを形成し、この処理ガスにより生体进行处理する方法。

【 0 0 4 6 】

前記プラズマ方法を用いて1～1000Paの反応性ガス雰囲気にて放電させ、反応性ガス分子を分解励起して基板表面と反応させて基板进行处理する基板処理方法。

【 0 0 4 7 】

前記プラズマ発生電極を用いて大気圧の酸素ガス雰囲気にて放電させ、酸素分子を励起してオゾン分子を生成させるオゾンガス生成方法。

【 0 0 4 8 】

このように本発明は種々の変形が可能であり、本発明は、このような変形された発明に及ぶことは当然である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 9 】

【 図 1 】従来のプラズマ生成電極を示す概略図である。

【 図 2 】平行平板電極間に生起される放電の様子の模式図であり、（a）は従来のプラズマ生成電極を用いた場合、（b）は本発明に係るプラズマ生成電極を用いた場合の結果を示す図である。

【 図 3 】本発明に係るオゾン生成装置の構造を示す概略図である。

【 図 4 】本発明に係るプラズマ発生電極の誘電体層に対する導体小片の配列パターンの例を示し、（a）は格子状、（b）は蜂の巣（正六角形）状、（c）は粒子状の配置パターンを示す。

【 図 5 】本発明に係る電極構造の他の例を示し、（a）は円筒型の対向電極対の外側電極の電極面に多数の金属片を埋め込んだ例を、（b）は円筒型の対向電極対の内側の電極面に多数の金属片を埋め込んだ例を示し、（c）は対向電極を波型として互いに平行に対向させた例を示す図である。

【 図 6 】本発明に係るプラズマ発生用電極を用いて、オゾンプラズマにより合成樹脂シートの表面処理を行なうオゾン処理装置の概略図である。

【 図 7 】本発明に係るプラズマ発生電極を用いて大気圧プラズマ放電により排気ガスを処理する排気ガス処理装置の構造を示す概略図である。

【 図 8 】本発明に係るプラズマ発生用電極を用いて基板进行处理する基板処理装置、半導体装置の製造装置としてのプラズマCVD装置の構造を示す概略図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

- 1 電極
- 1' 電極
- 2 誘電体
- 3 軸

10

20

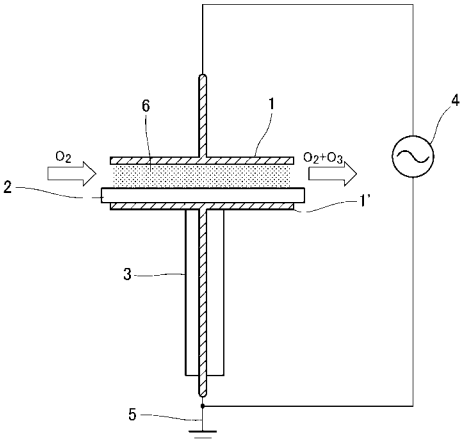
30

40

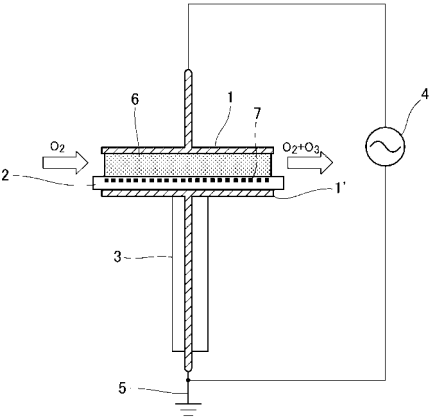
50

- 4 交流電源
- 7 導体小片

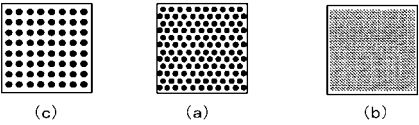
【 図 1 】



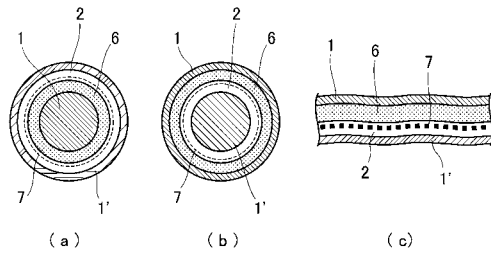
【 図 3 】



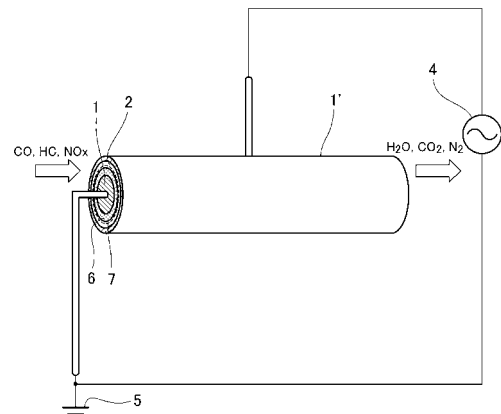
【 図 4 】



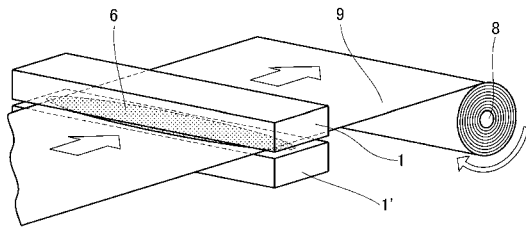
【図 5】



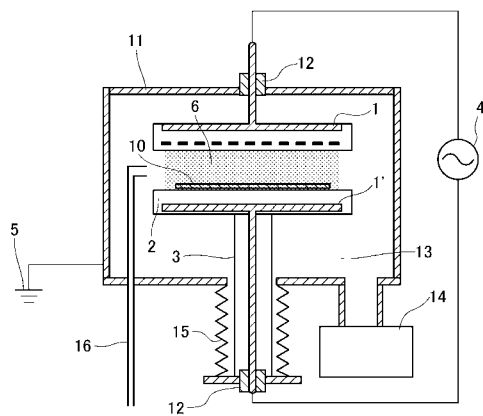
【図 7】



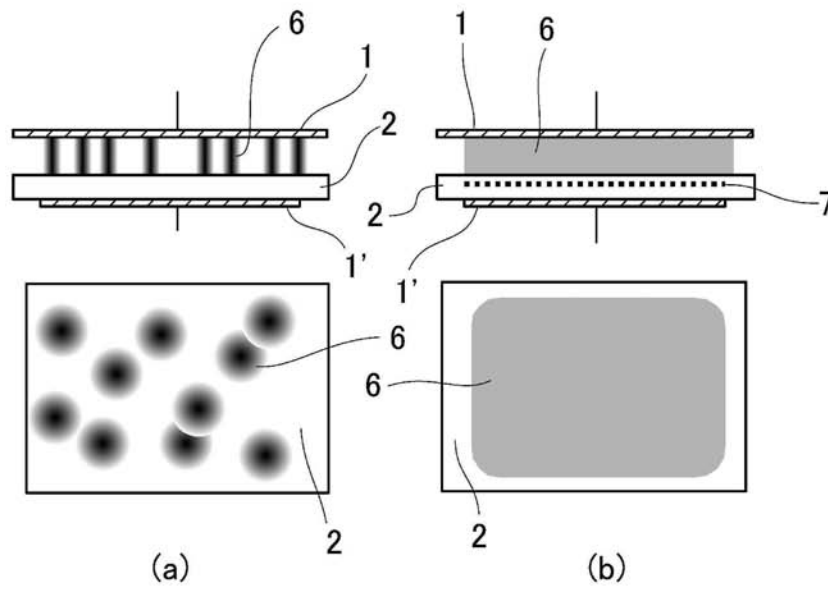
【図 6】



【図 8】



【 図 2 】



フロントページの続き

(74)代理人 100091362
弁理士 阿仁屋 節雄

(74)代理人 100105256
弁理士 清野 仁

(74)代理人 100145872
弁理士 福岡 昌浩

(72)発明者 小清水 隆史
富山県富山市八尾町保内二丁目 1 番地 株式会社日立国際電気内

(72)発明者 佐藤 徳芳
宮城県仙台市青葉区花壇 4 - 1 7 - 1 1 3

(72)発明者 真瀬 寛
茨城県日立市高鈴町 5 丁目 5 - 3

(72)発明者 浦山 卓也
広島県福山市引野町 5 丁目 6 - 1 0 株式会社アドテックプラズマテクノロジー内

F ターム(参考) 4G042 CA01 CC05 CC16
4G075 AA07 AA24 AA37 BA01 BC04 CA47 EB42 EB44 EC21 FA12
FB02 FC15