

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7581375号  
(P7581375)

(45)発行日 令和6年11月12日(2024.11.12)

(24)登録日 令和6年11月1日(2024.11.1)

(51)国際特許分類		F I		
<b>B 0 1 J</b>	<b>19/08 (2006.01)</b>	<b>B 0 1 J</b>	<b>19/08</b>	<b>E</b>
<b>H 0 5 H</b>	<b>1/24 (2006.01)</b>	<b>H 0 5 H</b>	<b>1/24</b>	

請求項の数 7 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-565380(P2022-565380)	(73)特許権者	000006633
(86)(22)出願日	令和3年11月24日(2021.11.24)		京セラ株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/043025		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(87)国際公開番号	WO2022/114013	(74)代理人	110002147
(87)国際公開日	令和4年6月2日(2022.6.2)		弁理士法人酒井国際特許事務所
審査請求日	令和5年5月30日(2023.5.30)	(72)発明者	宗石 猛
(31)優先権主張番号	特願2020-198601(P2020-198601)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(32)優先日	令和2年11月30日(2020.11.30)		京セラ株式会社内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	審査官	佐々木 典子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 気体処理装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

セラミックスからなり、気体の導入口および排出口、ならびに、前記導入口と前記排出口とを繋ぐ内部流路を有する基体と、

前記基体の内部に位置する複数の電極と

を有し、

前記内部流路は、

第1方向に沿って延びる第1流路部と、

前記第1方向と異なる第2方向に沿って延びる第2流路部と

を有し、

前記第1流路部は、前記複数の電極に挟まれており、前記複数の電極により、プラズマを発生させる第1プラズマ発生部を有し、

前記第2流路部は、前記複数の電極に挟まれており、前記複数の電極により、プラズマを発生させる第2プラズマ発生部を有する、気体処理装置。

## 【請求項2】

前記第1方向は、前記導入口から導入される前記気体の流れ方向であり、

前記内部流路は、

前記導入口に連通し、前記第1方向に沿って延びる導入口側第1流路部と、

前記排出口に連通し、前記第1方向に沿って延びる排出口側第1流路部と

を有し、

10

20

前記導入口側第1流路部と前記排出口側第1流路部とは、前記第2流路部によって接続される、請求項1に記載の気体処理装置。

【請求項3】

前記内部流路は、  
複数の前記導入口側第1流路部と、  
複数の前記排出口側第1流路部と  
を有し、

複数の前記導入口側第1流路部と複数の前記排出口側第1流路部とは、1つの前記第2流路部によって接続される、請求項2に記載の気体処理装置。

【請求項4】

前記電極は、内部に空間を有する、請求項1～3のいずれか一つに記載の気体処理装置。

【請求項5】

前記空間は、前記基体の外部と連通している、請求項4に記載の気体処理装置。

【請求項6】

前記複数の電極は、

前記第1流路部を挟むように位置し、前記第1流路部に沿って延びる一对の第1電極部と、

前記第2流路部を挟むように位置し、前記第2流路部に沿って延びる一对の第2電極部とを有する、請求項1～5のいずれか一つに記載の気体処理装置。

【請求項7】

前記第1電極部と前記第2電極部とは、繋がっている、請求項6に記載の気体処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、気体処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、気体をプラズマ処理する気体処理装置が知られている。たとえば、特許文献1には、プラズマCVD装置のクリーニングで発生したフッ素系ガスをプラズマによって分解する気体処理装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2002-85939号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示の一態様による気体処理装置は、基体と、複数の電極とを有する。基体は、セラミックスからなり、気体の導入口および排出口、ならびに、導入口と排出口とを繋ぐ内部流路を有する。複数の電極は、基体の内部に位置する。また、内部流路は、第1流路部と、第2流路部とを有する。第1流路部は、導入口から導入される気体の流れ方向である第1方向に沿って延びる。第2流路部は、第1方向と異なる第2方向に沿って延びる。また、複数の電極は、第2流路部を挟むように位置し、第2流路部に沿って延びる。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】図1は、第1実施形態に係る気体処理装置の模式的な斜視図である。

【図2】図2は、第1実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。

【図3】図3は、第2実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。

【図4】図4は、第3実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。

【図5】図5は、第4実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。

【図6】図6は、第4実施形態に係る気体処理装置の模式的な平面図である。

10

20

30

40

50

【図 7】図 7 は、第 4 実施形態に係る気体処理装置の模式的な底面図である。

【図 8】図 8 は、図 5 に示す V I I I - V I I I 線矢視における模式的な断面図である。

【図 9】図 9 は、図 5 に示す I X - I X 線矢視における模式的な断面図である。

【図 10】図 10 は、図 5 に示す X - X 線矢視における模式的な断面図である。

【図 11】図 11 は、第 5 実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

以下に、本開示による気体処理装置を実施するための形態（以下、「実施形態」と記載する）について図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施形態により本開示が限定されるものではない。また、各実施形態は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。また、以下の各実施形態において同一の部位には同一の符号を付し、重複する説明は省略される。

10

【0007】

また、以下に示す実施形態では、「一定」、「直交」、「垂直」あるいは「平行」といった表現が用いられる場合があるが、これらの表現は、厳密に「一定」、「直交」、「垂直」あるいは「平行」であることを要しない。すなわち、上記した各表現は、たとえば製造精度、設置精度などのずれを許容するものとする。

【0008】

また、以下参照する各図面では、説明を分かりやすくするために、互いに直交する X 軸方向、Y 軸方向および Z 軸方向を規定し、Z 軸正方向を鉛直上向き方向とする直交座標系を示す場合がある。また、鉛直軸を回転中心とする回転方向を 方向と呼ぶ場合がある。

20

【0009】

従来、気体をプラズマ処理する気体処理装置が知られている。この種の気体処理装置においては、プラズマ処理の処理効率の向上が期待されている。

【0010】

（第 1 実施形態）

第 1 実施形態に係る気体処理装置の構成について図 1 および図 2 を参照して説明する。図 1 は、第 1 実施形態に係る気体処理装置の模式的な斜視図である。また、図 2 は、第 1 実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。なお、図 2 には、図 1 に示す I I - I I 線で気体処理装置を垂直に切断した断面図（X Z 断面図）を示している。I I - I I 線は、基体処理装置の平面視において後述する気体の導入口 1 1 1 および排出口 1 2 1 を通る直線である。

30

【0011】

図 1 および図 2 に示すように、第 1 実施形態に係る気体処理装置 1 は、内部流路 1 5 を有する基体 1 0 と、複数の電極 2 0 と、複数の外部電極 5 0 と、複数の接続導体 5 5 とを有していてもよい。気体処理装置 1 は、複数の電極 2 0 間の放電によってプラズマを発生させることにより、内部流路 1 5 を流れる気体を処理する。

【0012】

基体 1 0 は、セラミックスからなる。セラミックスとしては、たとえば、酸化アルミニウム質セラミックス、酸化イットリウム質セラミックス、酸化ジルコニウム質セラミックス、炭化珪素質セラミックス、コーゼライト質セラミックス、窒化珪素質セラミックス、窒化アルミニウム質セラミックスおよびムライト質セラミックス等が挙げられる。これらのセラミックスは、耐薬品性や機械的強度に優れる。したがって、これらのセラミックスからなる基体 1 0 を有する気体処理装置 1 は、信頼性が高い。また、酸化アルミニウム質セラミックスからなる基体 1 0 を有する気体処理装置 1 は、加工性に優れ、かつ安価である。

40

【0013】

基体 1 0 は、たとえば円柱状の外形を有していてもよい。具体的には、基体 1 0 は、平面視円形の第 1 面 1 1（ここでは、上面）および第 2 面 1 2（ここでは、下面）と、これら第 1 面 1 1 および第 2 面 1 2 を繋ぐ第 3 面 1 3（ここでは、側面）とを有していてもよ

50

い。なお、基体 10 の外形は、必ずしも円柱状であることを要しない。たとえば、基体 10 の外形は、板状であってもよい。

【0014】

基体 10 の第 1 面 11 には、気体の導入口 111 が位置していてもよい。また、基体 10 の第 2 面 12 には、気体の排出口 121 が位置していてもよい。

【0015】

基体 10 は、内部流路 15 を有していてもよい。内部流路 15 は、基体 10 の内部に位置しており、導入口 111 と排出口 121 とを繋ぐ。

【0016】

具体的には、内部流路 15 は、導入口側第 1 流路部 151 と、排出口側第 1 流路部 152 と、第 2 流路部 153 とを有していてもよい。

10

【0017】

導入口側第 1 流路部 151 は、導入口 111 に連通する。導入口側第 1 流路部 151 は、導入口 111 から導入される気体の流れ方向である第 1 方向（ここでは、鉛直方向）に沿って延びていてもよい。また、排出口側第 1 流路部 152 は、排出口 121 に連通する。排出口側第 1 流路部 152 は、導入口側第 1 流路部 151 と同様に第 1 方向に沿って延びていてもよい。

【0018】

一方、第 2 流路部 153 は、第 1 方向とは異なる方向に沿って延びていてもよい。具体的には、第 2 流路部 153 は、第 1 方向と直交する方向（ここでは、水平方向）に沿って延びていてもよい。かかる第 2 流路部 153 は、導入口側第 1 流路部 151 と排出口側第 1 流路部 152 との間に位置していてもよい。この場合、第 2 流路部 153 は、これら導入口側第 1 流路部 151 および排出口側第 1 流路部 152 を繋ぐ。なお、第 2 方向は、少なくとも第 1 方向と異なっていれば良く、必ずしも第 1 方向と直交することを要しない。

20

【0019】

導入口 111 から内部流路 15 に導入された気体は、まず、導入口側第 1 流路部 151 を第 1 方向に沿って流れる。その後、気体は、導入口側第 1 流路部 151 と第 2 流路部 153 との接続部である第 1 屈曲部 154 において流れ方向を第 2 方向に変えて第 2 流路部 153 を流れる。そして、気体は、第 2 流路部 153 と排出口側第 1 流路部 152 との接続部である第 2 屈曲部 155 において流れ方向を再度第 1 方向に変えて排出口側第 1 流路部 152 を流れて、排出口 121 から排出される。

30

【0020】

複数の電極 20 は、基体 10 の内部に位置する。具体的には、第 1 実施形態に係る気体処理装置 1 は、一对の電極 20, 20 を有していてもよい。一对の電極 20, 20 は、第 2 流路部 153 を挟むように位置し、第 2 流路部 153 と平行に延びる。一对の電極 20, 20 のうち一つは、基体 10 の第 1 面 11 と第 2 流路部 153 との間に位置していてもよい。また、一对の電極 20, 20 のうち残りの一つは、基体 10 の第 2 面 12 と第 2 流路部 153 との間に位置する。

【0021】

一对の電極 20, 20 に電圧が印加されると、一对の電極 20, 20 によって挟まれた第 2 流路部 153 内で放電が起きる。これにより、第 2 流路部 153 を流れる気体がプラズマ処理される。気体処理装置 1 は、基体 10 の内部に内部流路 15 を有するため、プラズマ密度の維持が容易である。

40

【0022】

一对の電極 20, 20 は、基体 10 を構成するセラミックス中に埋設されており、内部流路 15 に露出していない。したがって、一对の電極 20, 20 は、内部流路 15 を流れる気体と接触するおそれがない。したがって、内部流路 15 を流れる気体によって一对の電極 20, 20 が腐食または破損したり、内部流路 15 を流れる気体に電極 20 の一部（欠片等）が混入したりすることがない。

【0023】

50

電極 20 は、接続導体 55、外部電極 50 および配線部材 101 を介して外部電源 100 と接続されてもよい。ここでは、外部電極 50 が、基体 10 の第 3 面 13 に位置する場合の例を示したが、外部電極 50 は、基体 10 の第 1 面 11 に位置していてもよい。このように、外部電極 50 は、基体 10 の第 1 面 11 または第 3 面 13 面、すなわち、排出口 121 が位置する第 2 面 12 以外の面に位置していてもよい。かかる構成によれば、排出口 121 から排出される気体に影響を与えることなく、あるいは、排出口 121 から排出される気体に影響を受けることなく、電極 20 と外部電源 100 とを接続することができる。

#### 【0024】

電極 20 の材質としては、導電性の材質であればよい。たとえば、電極 20 の材質としては、タングステン、モリブデン、チタン、白金、金、銀、銅およびニッケル等を用いることができる。

10

#### 【0025】

外部電極 50 および接続導体 55 は、外部電源 100 から電極 20 に電圧を印加するための導電路として機能する。外部電極 50 は、接続導体 55 を介して電極 20 に接続されるとともに、配線部材 101 を介して外部電源 100 に接続される。接続導体 55 は、その両端部のうち第 1 端部が電極 20 に接続され、第 2 端部が外部電極 50 に接続される。

#### 【0026】

なお、電極 20 の端部、具体的には、導入口側第 1 流路部 151 または排出口側第 1 流路部 152 と対向する端部とは反対側の端部は、基体 10 の第 3 面 13 から露出している

20

#### 【0027】

一対の電極 20、20 に対する電圧の印加方法は、用途等に応じて適宜に設定されてよい。たとえば、一対の電極 20、20 に対する電圧の印加方法としては、交互に電圧を印加する方法であってもよい。また、一方を印加電極とし、他方を接地電極とする方法であってもよい。この場合、たとえば、基体 10 の第 1 面 11 と第 2 流路部 153 との間に位置する電極 20 を印加電極とし、基体 10 の第 2 面 12 と第 2 流路部 153 との間に位置する電極 20 を接地電極としてもよい。

#### 【0028】

ここでは、基体 10 の第 1 面 11 と第 2 流路部 153 との間に 1 つの電極 20 が位置する場合の例を示した。これに限らず、気体処理装置 1 は、基体 10 の第 1 面 11 と第 2 流路部 153 との間に、第 2 流路部 153 に沿って位置する複数の電極 20 を有していてもよい。基体 10 の第 2 面 12 と第 2 流路部 153 との間に位置する電極 20 についても同様である。すなわち、気体処理装置 1 は、基体 10 の第 2 面 12 と第 2 流路部 153 との間に、第 2 流路部 153 に沿って位置する複数の電極 20 を有していてもよい。

30

#### 【0029】

内部流路 15 を流れる気体は、第 1 屈曲部 154 において第 1 方向（鉛直方向）から第 2 方向（水平方向）に流れ方向が変化するのに伴って速度が低下する。この結果、第 2 流路部 153 における単位体積あたりの気体の滞留時間は、導入口側第 1 流路部 151 における単位体積あたりの気体の滞留時間よりも長くなる。これにより、導入口側第 1 流路部 151 を挟む位置に複数の電極 20 を設けた場合と比較して、気体をより長時間プラズマ処理することができる。したがって、第 1 実施形態に係る気体処理装置 1 によれば、プラズマ処理の効率を向上させることができる。

40

#### 【0030】

また、第 1 実施形態に係る気体処理装置 1 は、第 2 流路部 153 の下流に、第 1 方向に沿って延びる排出口側第 1 流路部 152 を有していてもよい。この場合、内部流路 15 を流れる気体は、第 2 流路部 153 と排出口側第 1 流路部 152 との接続部分である第 2 屈曲部 155 において第 2 方向（水平方向）から第 1 方向（鉛直方向）に流れ方向が変化するのに伴って速度が低下する。これにより、第 2 流路部 153 を流れる気体は、第 2 流路

50

部 1 5 3 により留まりやすくなる。したがって、排出口側第 1 流路部 1 5 2 を有しない構成、すなわち、たとえば基体 1 0 の第 3 面 1 3 に排出口を設けて第 2 流路部 1 5 3 と接続した構成と比較して、プラズマ処理の効率をさらに向上させることができる。

【 0 0 3 1 】

( 第 2 実施形態 )

次に、第 2 実施形態に係る気体処理装置の構成について図 3 を参照して説明する。図 3 は、第 2 実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。

【 0 0 3 2 】

図 3 に示すように、気体処理装置 1 A の基体 1 0 A は、複数の導入口 1 1 1 を有していてもよい。かかる構成によれば、より多くの気体を内部流路 1 5 に導入することができるため、プラズマ処理の効率をさらに向上させることができる。

10

【 0 0 3 3 】

図 3 に示す例において、内部流路 1 5 A は、複数の導入口側第 1 流路部 1 5 1 と、1 つの排出口側第 1 流路部 1 5 2 と、1 つの第 2 流路部 1 5 3 とを有していてもよい。第 2 流路部 1 5 3 は、複数の導入口側第 1 流路部 1 5 1 と、1 つの排出口側第 1 流路部 1 5 2 とを繋ぐ。図 3 に示す断面視において、複数（ここでは、2 つ）の導入口側第 1 流路部 1 5 1 は、第 2 流路部 1 5 3 の水平方向両端部に接続され、排出口側第 1 流路部 1 5 2 は、第 2 流路部 1 5 3 の水平方向中央部に接続される。

【 0 0 3 4 】

また、図 3 に示す断面視において、気体処理装置 1 A は、基体 1 0 A の第 1 面 1 1 と第 2 流路部 1 5 3 との間に 1 つの電極 2 0 を有するとともに、基体 1 0 A の第 2 面 1 2 と第 2 流路部 1 5 3 との間に 2 つの電極 2 0 を有していてもよい。これら 2 つの電極 2 0 は、排出口側第 1 流路部 1 5 2 を挟むように位置している。なお、これに限らず、基体 1 0 A の第 2 面 1 2 と第 2 流路部 1 5 3 との間に電極 2 0 は、一体であってもよい。すなわち、図 3 に示す断面において 2 つに見える電極 2 0 は、図 3 に示す断面とは別の断面で気体処理装置 1 A を切断した場合に、1 つに繋がっていてもよい。

20

【 0 0 3 5 】

第 2 実施形態に係る気体処理装置 1 A は、たとえば、複数の導入口 1 1 1 から異なる複数の気体を内部流路 1 5 A に導入させて、第 2 流路部 1 5 3 においてプラズマ処理することによって、これら複数の気体を反応させることも可能である。

30

【 0 0 3 6 】

( 第 3 実施形態 )

次に、第 3 実施形態に係る気体処理装置の構成について図 4 を参照して説明する。図 4 は、第 3 実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。

【 0 0 3 7 】

図 4 に示すように、気体処理装置 1 B の基体 1 0 B は、複数の導入口 1 1 1 および複数の排出口 1 2 1 を有していてもよい。かかる構成によれば、プラズマ処理された気体を広範囲に排出することができる。

【 0 0 3 8 】

図 4 に示す例において、内部流路 1 5 B は、たとえば、複数の導入口側第 1 流路部 1 5 1 と、複数の排出口側第 1 流路部 1 5 2 と、1 つの第 2 流路部 1 5 3 とを有していてもよい。第 2 流路部 1 5 3 は、複数の導入口側第 1 流路部 1 5 1 と、複数の排出口側第 1 流路部 1 5 2 とを繋ぐ。図 4 に示す断面視において、複数（ここでは、3 つ）の排出口側第 1 流路部 1 5 2 は、第 2 流路部 1 5 3 の水平方向両端部および水平方向中央部に接続される。また、図 4 に示す断面視において、複数（ここでは、2 つ）の導入口側第 1 流路部 1 5 1 は、隣り合う 2 つの排出口側第 1 流路部 1 5 2 の間において第 2 流路部 1 5 3 に接続される。

40

【 0 0 3 9 】

また、図 4 に示す断面視において、気体処理装置 1 B は、基体 1 0 B の第 1 面 1 1 と第 2 流路部 1 5 3 との間に複数（ここでは、3 つ）の電極 2 0 を有するとともに、基体 1 0

50

Bの第2面12と第2流路部153との間に複数(ここでは、2つ)の電極20を有していてもよい。なお、基体10Bの第1面11と第2流路部153との間に位置する複数の電極20は、一体であってもよい。同様に、基体10Bの第2面12と第2流路部153との間に位置する複数の電極20は、一体であってもよい。

【0040】

また、図4には、2つの導入口111が示されているが、気体処理装置1Bは、3つ以上の導入口111を有していてもよい。同様に、図4には、3つの排出口121が示されているが、気体処理装置1Bは、2つまたは4つ以上の排出口121を有していてもよい。

【0041】

(第4実施形態)

次に、第4実施形態に係る気体処理装置の構成について図5～図10を参照して説明する。図5は、第4実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。図6は、第4実施形態に係る気体処理装置の模式的な平面図である。図7は、第4実施形態に係る気体処理装置の模式的な底面図である。図8は、図5に示すV I I I - V I I I線矢視における模式的な断面図である。図9は、図5に示すI X - I X線矢視における模式的な断面図である。図10は、図5に示すX - X線矢視における模式的な断面図である。なお、図5に示す断面図は、図6に示すV - V線矢視における断面図に相当する。

【0042】

図5～図10に示すように、第4実施形態に係る気体処理装置1Cは、基体10Cと、複数の電極20Cとを有していてもよい。基体10Cは、4つの導入口111(図6参照)と、1つの排出口121(図7参照)とを有していてもよい。なお、基体10Cが有する導入口111の数は、4つに限定されない。基体10Cが有する導入口111は、たとえば1つであってもよいし、5つ以上であってもよい。また、基体10Cは、2つ以上の排出口121を有していてもよい。

【0043】

電極20Cは、内部に空間(以下、「内部空間30」と記載する)を有していてもよい。内部空間30は、電極20Cに沿って延びている。言い換えれば、内部空間30は、第2流路部153に沿って延びている。

【0044】

このように、電極20Cは、内部空間30を有していてもよい。電極20Cは、たとえばプラズマ処理によって基体10Cの温度が高くなった場合に、熱膨張する。内部空間30を有する電極20Cは、内部空間30によって熱膨張が緩和されることから、内部空間を有しない電極と比較して、電極20Cと基体10Cとの熱膨張係数差による亀裂等の発生を抑制することができる。これにより、気体処理装置1Cの信頼性を向上させることができる。

【0045】

また、第4実施形態に係る気体処理装置1Cは、内部空間30と基体10Cとの間に電極20Cが位置しており、基体10Cと電極20Cと内部空間30とが接する箇所が無いため、電界集中が生じにくい。これにより、異常放電が抑制されることから、気体処理装置1Cの信頼性を向上することができる。

【0046】

図8～図10に示すように、第4実施形態に係る内部流路15Cは、4つの導入口側第1流路部151(図8参照)と、1つの第2流路部153(図9参照)と、1つの排出口側第1流路部152(図10参照)とを有していてもよい。

【0047】

図9に示すように、基体10Cを第2方向と平行な面(水平面)で切断した平断面視において、第2流路部153は、第2方向(水平方向)における一方向(たとえばX軸方向またはY軸方向)にのみ延びているのではなく、第2方向における全方向に空間的に広がっている。かかる第2流路部153は、導入口側第1流路部151と比べて容積が大きいことから、気体を滞留させる空間として機能する。すなわち、第4実施形態に係る内部流

10

20

30

40

50

路 15C は、気体が導入口側第 1 流路部 151 から第 2 流路部 153 に流入した際に、気体の速度を十分に低下させることができる。したがって、気体をより長時間プラズマ処理することができる。

【0048】

また、図 8 ~ 図 10 に示すように、第 2 方向（水平方向）における一对の電極 20C, 20C の外縁 200 と、第 2 方向における第 2 流路部 153 の外縁 150 とは、平断面視において概ね一致する。このように、第 2 流路部 153 は、一对の電極 20C, 20C によってほぼ全域が挟まれているため、プラズマ処理の効率をさらに向上させることができる。

【0049】

電極 20C は、内部空間 30 を構成する基体 10C の内壁面の全てを覆っていてもよい。このような電極 20C としては、たとえばメッキ膜が用いられ得る。

【0050】

なお、電極 20C の外縁 200 は、基体 10C の第 3 面 13 から露出しているもよい。この場合、接続導体 55 を介すことなく電極 20 と外部電極 50 とを接続することができる。また、ここでは、外部電極 50 が基体 10C の第 3 面 13 に位置する場合の例を示したが、外部電極 50 は、基体 10C の第 1 面 11 に位置しているもよい。

【0051】

（第 5 実施形態）

次に、第 5 実施形態に係る気体処理装置の構成について図 11 を参照して説明する。図 11 は、第 5 実施形態に係る気体処理装置の模式的な断面図である。

【0052】

図 11 に示すように、第 5 実施形態に係る気体処理装置 1D は、基体 10D と、複数の電極 20D とを有しているもよい。

【0053】

基体 10D は、たとえば第 2 実施形態に係る基体 10A と同様、複数の導入口 111 と、1 つの排出口 121 とを有しているもよい。また、基体 10D は、内部流路 15D を有しているもよい。内部流路 15D は、たとえば第 2 実施形態に係る内部流路 15A と同様、複数の導入口側第 1 流路部 151 と、1 つの排出口側第 1 流路部 152 と、1 つの第 2 流路部 153 とを有しているもよい。なお、本例に限らず、基体 10D は、たとえば第 1 実施形態に係る基体 10、第 3 実施形態に係る基体 10B、第 4 実施形態に係る基体 10C と同様の構成であってもよい。

【0054】

電極 20D は、導入口側第 1 流路部 151 に沿って延びる第 1 電極部 21 と、第 2 流路部 153 に沿って延びる第 2 電極部 22 とを有しているもよい。一对の電極 20D, 20D における第 1 電極部 21 同士は、導入口側第 1 流路部 151 を挟むように位置している。また、一对の電極 20D, 20D における第 2 電極部 22 同士は、第 2 流路部 153 を挟むように位置している。

【0055】

このように、複数の電極 20D は、導入口側第 1 流路部 151 を挟むように位置し、導入口側第 1 流路部 151 と平行に延びる一对の第 1 電極部 21, 21 と、第 2 流路部 153 を挟むように位置し、第 2 流路部 153 に沿って延びる一对の第 2 電極部 22, 22 とを有しているもよい。かかる構成によれば、第 2 流路部 153 だけでなく、導入口側第 1 流路部 151 においても気体をプラズマ処理することができるため、プラズマ処理の効率をさらに向上させることができる。

【0056】

また、第 1 電極部 21 と第 2 電極部 22 とは、繋がっていてもよい。かかる構成によれば、導入口側第 1 流路部 151 と第 2 流路部 153 との接続部分である第 1 屈曲部 154 においても気体をプラズマ処理することができるため、プラズマ処理の効率をさらに向上させることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 7 】

電極 2 0 D は、第 2 電極部 2 2 の端部において基体 1 0 D の第 1 面 1 1 に露出しているもよい。かかる構成によれば、たとえば、接続導体 5 5 を用いることなく電極 2 0 D を外部電源 1 0 0 と接続することができる。

## 【 0 0 5 8 】

また、電極 2 0 D が有する内部空間 3 0 D も、第 2 流路部 1 5 3 に沿って延びるとともに、導入口側第 1 流路部 1 5 1 に沿って延びており、その端部において基体 1 0 D の第 1 面 1 1 に露出している。

## 【 0 0 5 9 】

このように、内部空間 3 0 D は、外部と連通しているもよい。かかる構成によれば、たとえば、外部から内部空間 3 0 D に対して温調流体を供給することが可能である。内部空間 3 0 D に温調流体を供給することで、基体 1 0 D の温度を調整することができるため、プラズマ処理の効率を向上させることができる。また、内部空間 3 0 D に温調流体を供給することで、電極 2 0 D を冷却することができるため、基体 1 0 D と電極 2 0 D との熱膨張係数差による亀裂の発生を好適に抑制することができる。このため、気体処理装置 1 D の信頼性を向上させることができる。

10

## 【 0 0 6 0 】

基体 1 0 D の厚み T 1、電極 2 0 D の厚み T 2 および内部空間 3 0 D の厚み T 3 は、用途に応じて適宜定めることができる。一例として、基体 1 0 D の厚み T 1 は、1 mm 以上 2 0 mm 以下であってもよい。また、電極 2 0 D の厚み T 2 は、1 0 0 μm 以上 4 mm 以下であってもよい。また、内部空間 3 0 D の厚み T 3 は、0 . 5 mm 以上 2 mm 以下であってもよい。厚み T 1、T 2 については、第 1 ~ 第 4 実施形態に係る基体 1 0、1 0 A ~ 1 0 C についても同様である。また、厚み T 3 については、第 4 実施形態に係る基体 1 0 C についても同様である。

20

## 【 0 0 6 1 】

上述してきた気体処理装置 1、1 A ~ 1 D は、たとえば電子部品製造分野、エネルギー分野および医療分野等において用いられ得る。電子部品製造分野における用途としては、たとえば、プロセスガスや表面改質ガスなどのプラズマアシスト、アッシング用酸素ガスのオゾン化、アンモニアガスやシアンガスなどのプラズマ分解による水素イオン生成、フッ素系ガスのプラズマ分解等が挙げられる。さらに、ALD (atomic layer deposition) 膜の酸素源や洗浄用のオゾンの製造にも用いることができる。また、エネルギー分野における用途としては、たとえば、アンモニアガスのプラズマ分解による水素ガス生成等が挙げられる。また、医療分野における用途としては、たとえば、プラズマ洗浄装置に用いる希ガスおよび窒素ガス等の不活性ガスあるいは大気中のプラズマアシスト、遺伝子導入装置に用いる希ガスのプラズマアシスト等が挙げられる。

30

## 【 0 0 6 2 】

( 気体処理装置の製造方法 )

次に、本開示の気体処理装置の製造方法の一例について説明する。まず、主成分となる原料の粉末に、焼結助剤、バインダおよび溶媒等を添加して適宜混合して、スラリーを調製する。次に、このスラリーを用いて、ドクターブレード法によりグリーンシートを形成し、金型による打ち抜きやレーザー加工を施し、所望形状のグリーンシートとする。または、このスラリーを噴霧乾燥して、造粒された顆粒を得る。その後、この顆粒を圧延することでグリーンシートを形成し、金型による打ち抜きやレーザー加工を施し、所望形状のグリーンシートとする。

40

## 【 0 0 6 3 】

ここで、金型による打ち抜きやレーザー加工を施す場合、流路となる孔等をグリーンシートに形成しておく。

## 【 0 0 6 4 】

次に、導電成分を含んだ導電ペーストを用意し、グリーンシートにおいて電極を形成したい箇所に印刷する。なお、基体の厚み方向に接続導体を設ける場合、グリーンシートに

50

貫通穴を設け、導電ペーストを入れ込めば良い。また、基体の幅方向に接続導体を設ける場合、グリーンシートの端部まで導電ペーストを印刷するか、積層後に切削や焼成後に研削するならば、切削や研削した後に接続導体が露出する位置まで接続導体を印刷すればよい。

#### 【0065】

次に、複数枚のグリーンシートを積層することで、成形体を得る。また、この成形体を焼成することによって、焼結体を得る。次に、焼結体の接続導体に外部電極を接合する。接続導体と外部電極との接合は、たとえば半田付け、ロウ付け、導電性の接着剤等により行うことができる。また、接続導体と外部電極とは、ネジまたはバネ等を用いて機械的に接合されてもよい。これにより、気体処理装置を得ることができる。なお、上述したように、外部電極が設けられる位置は、特に限定されず、焼結体の側面および上面等であってもよい。また、外部電極の取り出し位置にリング等のシール部材を設けてもよい。これにより、焼結体の内部を周囲の雰囲気と遮断することができる。

10

#### 【0066】

なお、電極に内部空間を有する気体処理装置を製造する場合、グリーンシートを加工することによって空間となる箇所を形成し、その周囲に導電ペーストを塗布した後に積層することで成形体とし、焼成することで得ることができる。また、内部空間が基体の外部と連通している場合、あらかじめ外部と連通する空洞を有した成形体を焼成した後、無電解メッキ処理か、または導電ペーストを空洞に流し込むディッピング後に熱処理することによって、空洞の周囲に導電体が形成され、空間を有した電極を形成することができる。

20

#### 【0067】

上述してきたように、実施形態に係る気体処理装置（一例として、気体処理装置1, 1A~1D）は、基体（一例として、基体10, 10A~10D）と、複数の電極（一例として、電極20, 20C, 20D）とを有する。基体は、セラミックスからなり、気体の導入口（一例として、導入口111）および排出口（一例として、排出口121）、ならびに、導入口と排出口とを繋ぐ内部流路（一例として、内部流路15, 15A~15D）を有する。複数の電極は、基体の内部に位置する。また、内部流路は、第1流路部（一例として、導入口側第1流路部151および排出口側第1流路部152）と、第2流路部（一例として、第2流路部153）とを有する。第1流路部は、導入口から導入される気体の流れ方向である第1方向（一例として、鉛直方向）に沿って延びる。第2流路部は、第1方向と異なる第2方向（一例として、水平方向）に沿って延びる。また、複数の電極は、第2流路部を挟むように位置し、第2流路部に沿って延びる。

30

#### 【0068】

したがって、実施形態に係る気体処理装置によれば、プラズマ処理の効率を向上させることができる。

#### 【0069】

内部流路は、導入口に連通し、第1方向に沿って延びる導入口側第1流路部（一例として、導入口側第1流路部151）と、排出口に連通し、第1方向に沿って延びる排出口側第1流路部（一例として、排出口側第1流路部152）とを有していてもよい。この場合、導入口側第1流路部と排出口側第1流路部とは、第2流路部によって接続されてもよい。かかる構成によれば、第2流路部と排出口側第1流路部との接続部分（屈曲部）において、気体の流れ方向が第2方向から第1方向に変わるのに伴って気体の速度が低下するため、第2流路部を流れる気体が第2流路部により留まりやすくなる。これにより、プラズマ処理の効率をさらに向上させることができる。

40

#### 【0070】

内部流路は、複数の導入口側第1流路部と、複数の排出口側第1流路部とを有していてもよい。この場合、複数の導入口側第1流路部と複数の排出口側第1流路部とは、1つの第2流路部によって接続されてもよい。複数の導入口側第1流路部を有することで、より多くの気体を内部流路に導入することができるため、プラズマ処理の効率をさらに向上させることができる。また、複数の排出口側第1流路部を有することで、プラズマ処理され

50

た気体を広範囲に排出することができる。

【0071】

電極は、内部に空間（一例として、内部空間30, 30A）を有していてもよい。かかる構成によれば、上記空間によって電極の熱膨張が緩和されるため、電極と基体との熱膨張係数差による亀裂等の発生を抑制することができる。これにより、気体処理装置の信頼性を向上させることができる。

【0072】

空間は、基体の外部と連通していてもよい。かかる構成によれば、たとえば、上記空間に対して外部から温調流体を供給することが可能である。

【0073】

複数の電極は、第1流路部を挟むように位置し、第1流路部に沿って延びる一对の第1電極部（一例として、第1電極部21, 21）と、第2流路部を挟むように位置し、第2流路部に沿って延びる一对の第2電極部（一例として、第2電極部22, 22）とを有していてもよい。かかる構成によれば、第2流路部だけでなく、第1流路部においても気体をプラズマ処理することができるため、プラズマ処理の効率をさらに向上させることができる。

【0074】

第1電極部と第2電極部とは、繋がっていてもよい。かかる構成によれば、第1流路部と第2流路部との接続部分（屈曲部）においても気体をプラズマ処理することができるため、プラズマ処理の効率をさらに向上させることができる。

【0075】

今回開示された実施形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。実に、上記した実施形態は多様な形態で具現され得る。また、上記の実施形態は、添付の請求の範囲およびその趣旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

【符号の説明】

【0076】

- 1, 1A ~ 1D : 気体処理装置
- 10, 10A ~ 10D : 基体
- 11 : 第1面
- 12 : 第2面
- 13 : 第3面
- 15, 15A ~ 15D : 内部流路
- 20, 20C, 20D : 電極
- 21 : 第1電極部
- 22 : 第2電極部
- 30, 30D : 内部空間
- 111 : 導入口
- 121 : 排出口
- 151 : 導入口側第1流路部
- 152 : 排出口側第1流路部
- 153 : 第2流路部
- 154 : 第1屈曲部
- 155 : 第2屈曲部

10

20

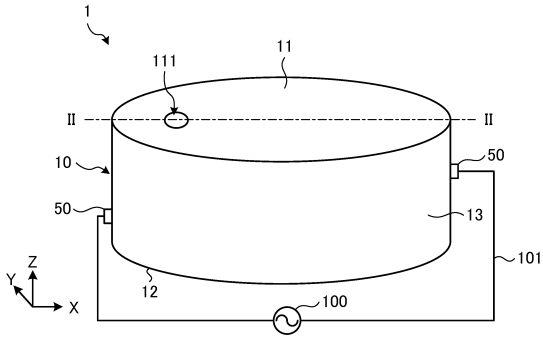
30

40

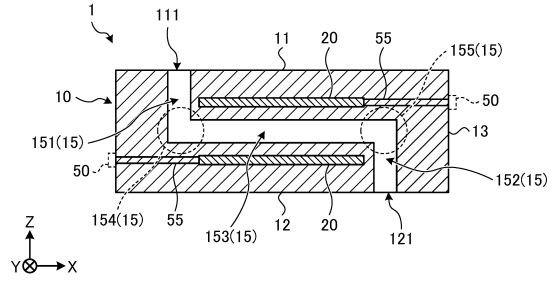
50

【図面】

【図 1】

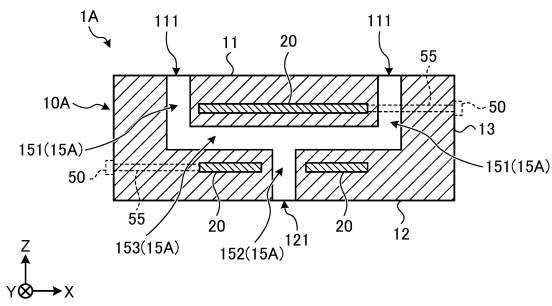


【図 2】

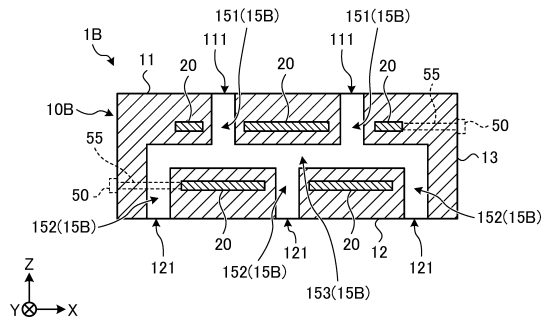


10

【図 3】



【図 4】



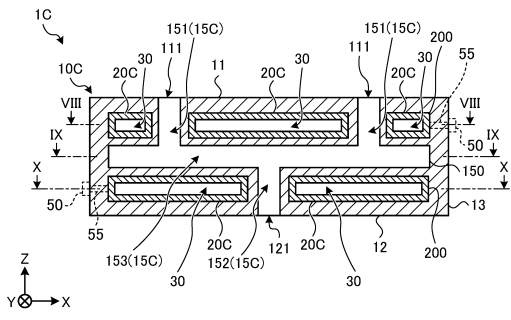
20

30

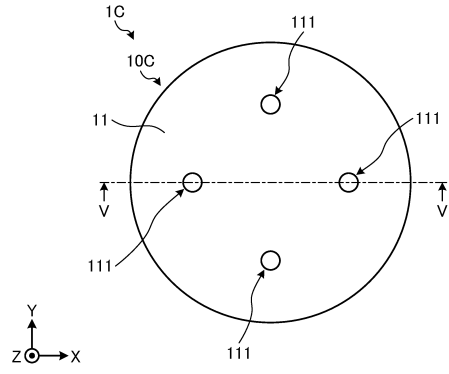
40

50

【 図 5 】



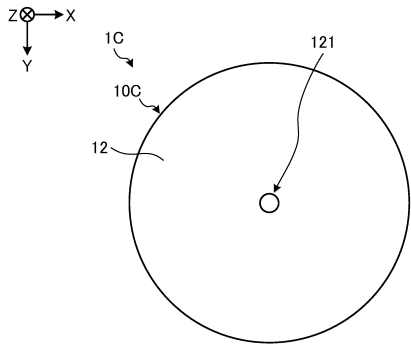
【 図 6 】



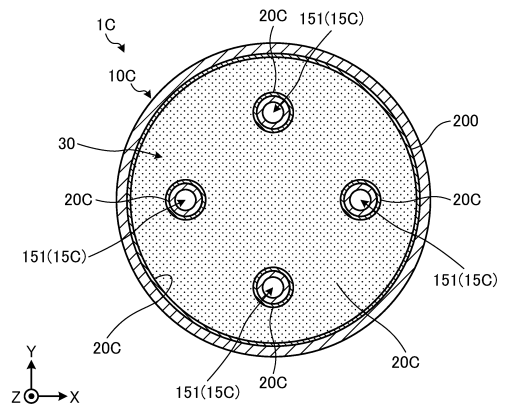
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

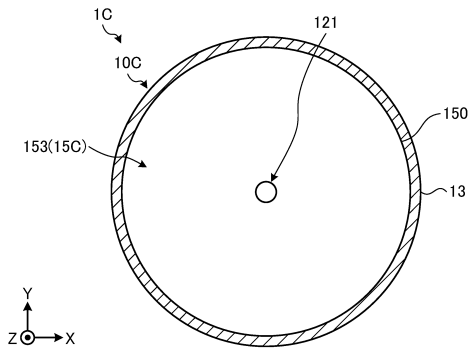


30

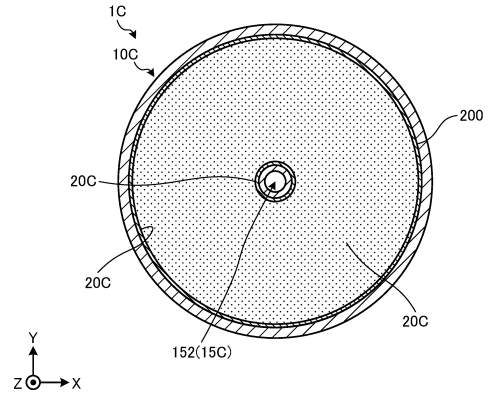
40

50

【 図 9 】

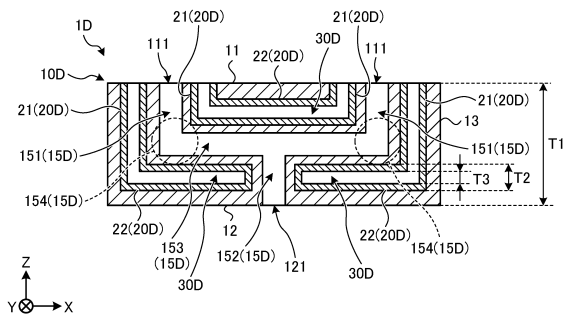


【 図 10 】



10

【 図 11 】



20

30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2006-509331(JP,A)  
特開2009-170267(JP,A)  
特開2005-108482(JP,A)  
特開平11-343105(JP,A)

## (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B01J 4/00 - 7/02、  
10/00 - 12/02、  
14/00 - 19/32  
B01D 53/34 - 53/96  
H05H 1/24  
A61L 9/00 - 9/22  
F01N 3/08  
C01B 3/04、13/11  
C23C 16/00 - 16/56