

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7493905号
(P7493905)

(45)発行日 令和6年6月3日(2024.6.3)

(24)登録日 令和6年5月24日(2024.5.24)

(51)国際特許分類

H 0 5 H 1/24 (2006.01)

F I H 0 5 H 1/24

請求項の数 4 (全33頁)

(21)出願番号	特願2023-562753(P2023-562753)	(73)特許権者	501137636 株式会社T M E I C 東京都中央区京橋三丁目1番1号
(86)(22)出願日	令和5年5月1日(2023.5.1)	(74)代理人	100088672 弁理士 吉竹 英俊
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/017030	(74)代理人	100088845 弁理士 有田 貴弘
審査請求日	令和5年10月12日(2023.10.12)	(72)発明者	有田 廉 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝 三菱電機産業システム株式会社内
		審査官	鳥居 祐樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 活性ガス生成装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

放電空間に供給された原料ガスを活性化して活性ガスを生成する活性ガス生成装置であって、

電極ユニットと、
筐体内空間に前記電極ユニットを收容し、導電性を有する筐体とを備え、
前記筐体は、平坦面と前記平坦面から深さ方向に凹んだ導体收容空間とを含む筐体底部を有し、

前記電極ユニットは、
第1の電極構成部と、
前記第1の電極構成部の下方に設けられる第2の電極構成部と、
前記第2の電極構成部の下方に設けられ、前記導体收容空間内に收容される基準電位導体とを備え、

前記第1の電極構成部は、第1の電極用誘電体膜と前記第1の電極用誘電体膜の上面上に形成される第1の電極用導電膜とを含み、

前記第2の電極構成部は、第2の電極用誘電体膜と前記第2の電極用誘電体膜の下面上に形成される第2の電極用導電膜とを含み、

前記基準電位導体は、上部に活性ガス用バッファ空間を有し、前記第2の電極構成部は前記活性ガス用バッファ空間を塞いで配置され、

前記第2の電極用誘電体膜は平面視して前記活性ガス用バッファ空間と重複する領域に

、前記第２の電極用誘電体膜を貫通する誘電体貫通口を有し、前記第２の電極用導電膜は平面視して前記活性ガス用バッファ空間と重複する領域に導電膜開口部を有し、前記導電膜開口部は平面視して前記誘電体貫通口と重複し、

前記第１の電極用誘電体膜と前記第２の電極用誘電体膜とが対向する空間が主要誘電体空間として規定され、

前記放電空間は、前記主要誘電体空間内において前記第１及び第２の電極用導電膜が平面視して重複する領域である主要放電空間を含み、

前記第１の電極用導電膜に交流電圧が印加され、前記筐体及び前記基準電位導体を介して前記第２の電極用導電膜が基準電位に設定され、

前記活性ガス生成装置は、

各々が前記活性ガス用バッファ空間の底面から前記基準電位導体を貫通して設けられる複数のガス噴出口をさらに備え、前記複数のガス噴出口は平面視して前記誘電体貫通口と重複せず、

前記放電空間は、前記主要放電空間に加え、前記誘電体貫通口、及び前記活性ガス用バッファ空間の一部を含む補助放電空間を有し、

前記複数のガス噴出口から出力される活性ガスが複数の部分活性ガスとして規定され、

前記筐体の前記筐体底部は、前記活性ガス用バッファ空間と平面視して重複する領域に筐体開口部を有し、前記複数の部分活性ガスは前記筐体開口部を介して下方に導かれ、

前記筐体開口部は下方に向かうに従い開口面積が広がるテーパ形状のテーパ領域を含み、

前記複数のガス噴出口は、前記複数の部分活性ガスが衝突領域にて衝突するように、下方に向かうに従い互いに接近する態様で設けられ、かつ、前記衝突領域は前記テーパ領域内または前記テーパ領域より上方に存在することを特徴とする、

活性ガス生成装置。

【請求項２】

請求項１記載の活性ガス生成装置であって、

前記複数のガス噴出口はそれぞれ下方に向かうに従い前記衝突領域に近づく方向に傾いて形成され、前記複数のガス噴出口それぞれの基準方向に対する形成傾きは同一値に設定される、

活性ガス生成装置。

【請求項３】

請求項１記載の活性ガス生成装置であって、

前記電極ユニットは複数の電極ユニットを含み

前記筐体は、前記筐体内空間に前記複数の電極ユニットを収容する、
活性ガス生成装置。

【請求項４】

請求項１から請求項３のいずれか１項に記載の活性ガス生成装置であって、

前記筐体の前記平坦面上に設けられ、前記第１の電極用誘電体膜を下方から支持する支持面を有する誘電体膜支持部材と、

前記第１の電極用誘電体膜を上方から抑圧するための誘電体膜抑圧部材とをさらに備え、前記誘電体膜抑圧部材は平面視して前記第１の電極用導電膜と重複せず、

前記誘電体膜抑圧部材の下面は、前記第１の電極用誘電体膜の上面と接触する誘電体接触領域と前記第１の電極用誘電体膜の上面と接触しない誘電体非接触領域とを有し、前記誘電体接触領域は平面視して前記第１の電極用誘電体膜の周辺領域及び前記誘電体膜支持部材の前記支持面と重複し、前記誘電体非接触領域は平面視して前記第１の電極用誘電体膜の中間領域と重複し、前記中間領域は前記周辺領域から前記第１の電極用導電膜側に隣接する領域であり、

前記誘電体膜抑圧部材は導電性を有し、前記基準電位に設定され、

前記第１の電極用誘電体膜は、前記誘電体接触領域において上方から前記誘電体膜抑圧部材によって抑圧される、

10

20

30

40

50

活性ガス生成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、平行平板方式の電極構造を有し、誘電体バリア放電を利用して活性ガスを生成する活性ガス生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

平行平板方式の電極構造を有し、誘電体バリア放電を採用した従来の活性ガス生成装置は、互いに対向する金属電極（電極用導電膜）と誘電体膜（電極用誘電体膜）との空隙、または、互いに対向する誘電体膜同士の空隙が放電空間となる。

【0003】

従来の活性ガス生成装置は、放電空間に誘電体バリア放電を発生させ、この放電空間に投入された原料ガスを活性化して活性ガスを生成するという、平行平板方式誘電体バリア放電を採用している。

【0004】

平行平板方式誘電体バリア放電を採用した活性ガス生成装置として、例えば、特許文献1で開示された活性ガス生成装置がある。

【0005】

活性ガスは一般に、活性ガスとしての寿命(活性ガスが高い反応性を保っている時間)が短く、短時間で活性ガスを使用する空間へ供給する必要がある。また、活性ガスは他の物質に衝突することでも失活することから、曲がりくねったパイプ等を経由して活性ガスを使用する空間へ供給することは望ましくない。

【0006】

このため、活性ガスを使用する処理空間において、処理対象物(活性ガスを吹きかける対象)が大きい場合、活性ガスを使用する処理空間から比較的近い位置に複数のガス噴出口を設ける第1の改良構造や、複数のガス噴出口に対応する複数の放電空間を有する第2の改良構造等が従来の活性ガス生成装置で採用されていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】国際公開第2019／138456号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述した第1の改良構造については、一つの誘電体膜に対して複数のガス噴出口を設けるという手法が採用されている。しかしながら、複数のガス噴出口それぞれから噴出される活性ガスは基本的に1つの方向性のみ有しているため、処理対象物を内部に載置した処理空間に均一な活性ガスを供給できていないという問題点があった。

【0009】

上述した第2の改良構造も第1の改良構造と同様、複数のガス噴出口それぞれから噴出される活性ガスは基本的に1つの方向性のみ有しているため、処理空間に均一な活性ガスを供給できていないという問題点があった。

【0010】

本開示では、上記のような問題点を解決し、処理空間に均一な活性ガスを供給することができる活性ガス生成装置を提供すること目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本開示の活性ガス生成装置は、放電空間に供給された原料ガスを活性化して活性ガスを生成する活性ガス生成装置であって、電極ユニットと、筐体内空間に前記電極ユニットを

10

20

30

40

50

收容し、導電性を有する筐体とを備え、前記筐体は、平坦面と前記平坦面から深さ方向に凹んだ導体收容空間とを含む筐体底部を有し、前記電極ユニットは、第1の電極構成部と、前記第1の電極構成部の下方に設けられる第2の電極構成部と、前記第2の電極構成部の下方に設けられ、前記導体收容空間内に收容される基準電位導体とを備え、前記第1の電極構成部は、第1の電極用誘電体膜と前記第1の電極用誘電体膜の上面上に形成される第1の電極用導電膜とを含み、前記第2の電極構成部は、第2の電極用誘電体膜と前記第2の電極用誘電体膜の下面上に形成される第2の電極用導電膜とを含み、前記基準電位導体は、上部に活性ガス用バッファ空間を有し、前記第2の電極構成部は前記活性ガス用バッファ空間を塞いで配置され、前記第2の電極用誘電体膜は平面視して前記活性ガス用バッファ空間と重複する領域に、前記第2の電極用誘電体膜を貫通する誘電体貫通口を有し、前記第2の電極用導電膜は平面視して前記活性ガス用バッファ空間と重複する領域に導電膜開口部を有し、前記導電膜開口部は平面視して前記誘電体貫通口と重複し、前記第1の電極用誘電体膜と前記第2の電極用誘電体膜とが対向する空間が主要誘電体空間として規定され、前記放電空間は、前記主要誘電体空間内において前記第1及び第2の電極用導電膜が平面視して重複する領域である主要放電空間を含み、前記第1の電極用導電膜に交流電圧が印加され、前記筐体及び前記基準電位導体を介して前記第2の電極用導電膜が基準電位に設定され、前記活性ガス生成装置は、各々が前記活性ガス用バッファ空間の底面から前記基準電位導体を貫通して設けられる複数のガス噴出口をさらに備え、前記複数のガス噴出口は平面視して前記誘電体貫通口と重複せず、前記放電空間は、前記主要放電空間に加え、前記誘電体貫通口、及び前記活性ガス用バッファ空間の一部を含む補助放電空間を有し、前記複数のガス噴出口から出力される活性ガスが複数の部分活性ガスとして規定され、前記筐体の前記筐体底部は、前記活性ガス用バッファ空間と平面視して重複する領域に筐体開口部を有し、前記複数の部分活性ガスは前記筐体開口部を介して下方に導かれ、前記筐体開口部は下方に向かうに従い開口面積が広がるテーパ形状のテーパ領域を含み、前記複数のガス噴出口は、前記複数の部分活性ガスが衝突領域にて衝突するように、下方に向かうに従い互いに接近する態様で設けられ、かつ、前記衝突領域は前記テーパ領域内または前記テーパ領域より上方に存在することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本開示の活性ガス生成装置における複数のガス噴出口は上述した特徴を有している。このため、衝突領域にて複数の部分活性ガスが衝突することにより、複数の部分活性ガスそれぞれの流れの向きが1方向から複数の拡散方向に分散する。

【0013】

衝突領域はテーパ領域内またはテーパ領域より上方に存在するため、各々が拡散した複数の部分活性ガスが下方に向かうに従い、テーパ領域のテーパ形状に沿った方向に流れる。

【0014】

したがって、複数の部分活性ガスを含む活性ガスは、テーパ領域から下方の処理空間に向けて、テーパ形状に沿った方向に拡散しつつ流れる。その結果、本開示の活性ガス生成装置は、均一な活性ガスを処理空間に供給することができる。

【0015】

本開示の目的、特徴、局面、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本開示の実施の形態1である活性ガス生成装置の平面構造を模式的に示す平面図である。

【図2】図1のA-A断面の断面構造を示す断面図である。

【図3】電極ユニットの平面構造を模式的に示す説明図（その1）である。

【図4】図3のB-B断面の断面構造を示す説明図である。

- 【図 5】電極ユニットの平面構造を模式的に示す説明図（その 2）である。
- 【図 6】図 5 の C-C 断面の断面構造を示す説明図である。
- 【図 7】筐体の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 8】筐体の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 9】高圧側誘電体膜の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 10】高圧側誘電体膜の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 11】接地側誘電体膜の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 12】接地側誘電体膜の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 13】給電体の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 14】給電体の断面構造を模式的に示す説明図である。 10
- 【図 15】接地導体の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 16】接地導体の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 17】図 16 の着目領域における詳細を示す説明図である。
- 【図 18】カバー誘電体膜の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 19】カバー誘電体膜の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 20】接地側電極構成部の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 21】接地側電極構成部の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 22】シールド誘電体膜の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 23】シールド誘電体膜の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 24】誘電体膜支持部材の平面構造を模式的に示す説明図である。 20
- 【図 25】誘電体膜支持部材の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 26】誘電体膜抑圧部材の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 27】誘電体膜抑圧部材の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 28】図 27 の着目領域における詳細を示す説明図である。
- 【図 29】押圧部材の平面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 30】押圧部材の断面構造を模式的に示す説明図である。
- 【図 31】実施の形態 1 の活性ガス生成装置における電極ユニットの活性ガスの噴出形態を模式的に示す説明図である。
- 【図 32】実施の形態 1 の電極ユニットにおいて理想とする活性ガスの噴出形態を模式的に示す説明図である。 30
- 【図 33】実施の形態 2 の活性ガス生成装置における電極ユニットの断面構造を示す説明図である。
- 【図 34】実施の形態 2 の接地導体の構造を模式的に示す説明図（その 1）である。
- 【図 35】実施の形態 2 の接地導体の構造を模式的に示す説明図（その 2）である。
- 【図 36】実施の形態 2 における複数のガス噴出口の断面構造を模式的に示す説明図（その 1）である。
- 【図 37】実施の形態 2 における複数のガス噴出口の断面構造を模式的に示す説明図（その 2）である。
- 【図 38】実施の形態 2 の電極ユニットの筐体開口部内における活性ガスの噴出形態を示す説明図（その 1）である。 40
- 【図 39】実施の形態 2 の電極ユニットの筐体開口部内における活性ガスの噴出形態を示す説明図（その 2）である。
- 【図 40】実施の形態 2 の電極ユニットの筐体開口部内における活性ガスの噴出形態を示す説明図（その 3）である。
- 【図 41】実施の形態 2 の電極ユニットの筐体開口部内における活性ガスの噴出形態を示す説明図（その 4）である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0017】
- ＜実施の形態 1＞
- 図 1 は本開示の実施の形態 1 である活性ガス生成装置 7 1 の平面構造を模式的に示す平
- 50

面図である。

【0018】

同図に示すように、活性ガス生成装置71において、筐体1内に3つの電極ユニット51～53が収容されている。電極ユニット51～53それぞれにガス流路21を介して原料ガスG1が供給される。そして、電極ユニット51～53それぞれは、放電空間4に供給された原料ガスG1を活性化して活性ガスG2を生成している。

【0019】

図2は図1のA-A断面の断面構造を示す断面図である。図3～図6は電極ユニット50の構造を部分的に説明する説明図である。なお、電極ユニット50は電極ユニット51～53のいずれかに相当する。なお、電極ユニット51～53は互いに同一構造を呈している。

10

【0020】

図3は電極ユニット50の平面構造を模式的に示す説明図である。図4は図3のB-B断面の断面構造を示す説明図である。図3及び図4は接地導体6及びその周辺の構造を示す第1の説明図となる。

【0021】

図5は電極ユニット50の平面構造を模式的に示す説明図である。図6は図5のC-C断面の断面構造を示す説明図である。図5及び図6は接地導体6及びその周辺の詳細構造を示す第2の説明図となる。

【0022】

20

図7～図30は、電極ユニット50の構成部品の詳細を示す説明図である。図7及び図8は筐体1の構造を模式的に示す説明図である。図7は筐体1の平面構造を示しており、図8は筐体1の断面構造を示している。

【0023】

図9及び図10はそれぞれ高圧側誘電体膜2の構造を模式的に示す説明図である。図9は高圧側誘電体膜2の平面構造を示しており、図10は高圧側誘電体膜2の断面構造を示している。

【0024】

図11及び図12はそれぞれ接地側誘電体膜3の構造を模式的に示す説明図である。図11は接地側誘電体膜3の平面構造を示しており、図12は接地側誘電体膜3の断面構造を示している。

30

【0025】

図13及び図14はそれぞれ給電体5の構造を模式的に示す説明図である。図13は給電体5の平面構造を示しており、図14は給電体5の断面構造を示している。

【0026】

図15～図17はそれぞれ接地導体6の構造を模式的に示す説明図である。図15は接地導体6の平面構造を示しており、図16は接地導体6の断面構造を示しており、図17は図16の着目領域R1における詳細を示している。

【0027】

図18及び図19はそれぞれカバー誘電体膜8の構造を模式的に示す説明図である。図18はカバー誘電体膜8の平面構造を示しており、図19はカバー誘電体膜8の断面構造を示している。

40

【0028】

図20及び図21はそれぞれ接地側電極構成部E2の構造を模式的に示す説明図である。図20は接地側電極構成部E2の平面構造を示しており、図21は接地側電極構成部E2の断面構造を示している。接地側電極構成部E2は接地側誘電体膜3、導電膜7及びカバー誘電体膜8の組合せ構造を含んでいる。

【0029】

図22及び図23はそれぞれシールド誘電体膜9の構造を模式的に示す説明図である。図22はシールド誘電体膜9の平面構造を示しており、図23はシールド誘電体膜9の断

50

面構造を示している。

【0030】

図24及び図25はそれぞれ誘電体膜支持部材10の構造を模式的に示す説明図である。図24は誘電体膜支持部材10の平面構造を示しており、図25は誘電体膜支持部材10の断面構造を示している。

【0031】

図26～図28はそれぞれ誘電体膜抑圧部材11の構造を模式的に示す説明図である。図26は誘電体膜抑圧部材11の平面構造を示しており、図27は誘電体膜抑圧部材11の断面構造を示しており、図28は図27の着目領域R2における詳細を示している。

【0032】

図29及び図30はそれぞれ押圧部材12の構造を模式的に示す説明図である。図29は押圧部材12の平面構造を示しており、図30は押圧部材12の断面構造を示している。

【0033】

なお、図1～図30はそれぞれ活性ガス生成装置71、電極ユニット50または電極ユニット50の構成部品を模式的に示しており、縮尺を含む形状は図1～図30間で必ずしも一致しない。また、図1～図30それぞれにXYZ直交座標系を記している。

【0034】

以下、上述した図1～図30を適宜参照して、実施の形態1の活性ガス生成装置71について説明する。

【0035】

(全体構造)

図1に示すように、活性ガス生成装置71は、複数の電極ユニットとして電極ユニット51～53と、筐体内空間S1(図8参照)に電極ユニット51～53を収容し、導電性を有する筐体1とを備えている。

【0036】

図2及び図7に示すように、筐体1は、平坦面1Fと平坦面1Fから深さ方向に凹んだ導体収容空間6Sとを含む筐体底部1aを有している。

【0037】

図8に示すように、筐体1は筐体底部1a、筐体側部1b及び筐体上部1cを有し、筐体底部1a、筐体側部1b及び筐体上部1cによって、電極ユニット51～53を内部に収容する筐体内空間S1を形成している。

【0038】

電極ユニット51～53はそれぞれ接地導体6が導体収容空間6S内に配置される態様で筐体1の筐体内空間S1内に収容される。図7に示すように、外部により供給される原料ガスG1は、筐体底部1a内に設けられたガス流路21を介して導体収容空間6S内に配置された接地導体6の下面及び側面に設けられる原料ガス用流通空間に供給される。

【0039】

電極ユニット51(50)は、第1の電極構成部である高圧側電極構成部E1と、高圧側電極構成部E1の下方に設けられる第2の電極構成部である接地側電極構成部E2とを備えている。

【0040】

電極ユニット51は、第2の電極構成部である接地側電極構成部E2の下方に設けられ、導体収容空間6S内に収容される基準電位導体である接地導体6をさらに備えている。接地導体6は金属等の導電体を構成材料としている。

【0041】

第1の電極構成部である高圧側電極構成部E1は第1の電極用誘電体膜である高圧側誘電体膜2と高圧側誘電体膜2の上面上に形成される第1の電極用導電膜である給電体5とを含んでいる。なお、第1の電極用導電膜である給電体5は、第1の電極用誘電体膜である高圧側誘電体膜2の中央に設けられた給電体配置用凹部28上に設けられる。

【0042】

10

20

30

40

50

高圧側誘電体膜 2 は誘電体を構成材料としており、給電体 5 は金属等の導電体を構成材料としている。例えば、給電体 5 は金属製で構成される。

【 0 0 4 3 】

接地側電極構成部 E 2 は、第 2 の電極用誘電体膜である接地側誘電体膜 3 と接地側誘電体膜 3 の下面上に形成される第 2 の電極用導電膜である導電膜 7 とを含んでいる。なお、導電膜 7 の膜厚は薄いため、図 2 等では図示が省略され、図 2 0 及び図 2 1 で導電膜 7 の形成領域が示されている。

【 0 0 4 4 】

接地側誘電体膜 3 は誘電体を構成材料としており、導電膜 7 は金属等の導電体を構成材料としている。

【 0 0 4 5 】

基準電位導体である接地導体 6 は、上部に非貫通の活性ガス用バッファ空間 6 8 を有し、接地側電極構成部 E 2 は活性ガス用バッファ空間 6 8 を塞いで配置される。したがって、活性ガス用バッファ空間 6 8 外において、導電膜 7 の下面と接地導体 6 の上面とが接触関係を有する。

【 0 0 4 6 】

第 2 の電極用誘電体膜である接地側誘電体膜 3 は平面視して活性ガス用バッファ空間 6 8 と重複する領域に、接地側誘電体膜 3 を貫通する誘電体貫通口 3 h を有し、第 2 の電極用導電膜である導電膜 7 は平面視して活性ガス用バッファ空間 6 8 と重複する領域に導電膜開口部 7 h を有し、導電膜開口部 7 h は平面視して誘電体貫通口 3 h と重複している。

【 0 0 4 7 】

筐体 1 の筐体底部 1 a は外部から原料ガス G 1 を受けるガス流路 2 1 を有し、接地導体 6 と筐体 1 の導体収容空間 6 S との間に原料ガス用流通空間が設けられる。原料ガス用流通空間は後述するように、原料ガスバッファ空間 6 1、スリット空間 6 2 及び側面空間 6 3 を含んでいる。

【 0 0 4 8 】

原料ガス G 1 はガス流路 2 1 及び上記原料ガス用流通空間を介して、放電空間 4 の主要放電空間に導かれる。なお、主要放電空間は、後述するように、高圧側誘電体膜 2 と接地側誘電体膜 3 との間の誘電体空間 1 8 内における放電空間 4 を意味する。

【 0 0 4 9 】

交流電源 1 5 から印加される交流電圧は、電気配線や導入端子等の電氣的接続手段を介して、第 1 の電極用導電膜である給電体 5 に印加される。なお、電氣的接続手段を示す図示は図 2 等では省略している。

【 0 0 5 0 】

一方、筐体 1 は基準電位である接地電位に設定される。したがって、筐体 1 及び接地導体 6 を介して第 2 の電極用導電膜である導電膜 7 が接地電位に設定される。

【 0 0 5 1 】

電極ユニット 5 1 (5 0) は、さらに誘電体膜支持部材 1 0、誘電体膜抑圧部材 1 1 及び押圧部材 1 2 等の補助部材を備えている。

【 0 0 5 2 】

(高圧側誘電体膜 2 の固定)

誘電体膜支持部材 1 0 の段差部 1 0 2 は、筐体 1 の平坦面 1 F 上に設けられ、高圧側誘電体膜 2 を下方から支持する支持面 1 0 F となる上面を有している。この際、誘電体膜支持部材 1 0 の側面と筐体 1 の筐体底部 1 a の導体収容空間 6 S の側面とが一致するように、誘電体膜支持部材 1 0 は平坦面 1 F 上に配置される。

【 0 0 5 3 】

誘電体膜抑圧部材 1 1 は、高圧側誘電体膜 2 を上方から抑圧するための部材であり、平面視して給電体 5 と重複しない。すなわち、高圧側誘電体膜 2 の上面に、誘電体膜抑圧部材 1 1 及び給電体 5 が形成されていない露出領域 E X 2 が存在する。

【 0 0 5 4 】

10

20

30

40

50

図 6、図 27 及び図 28 に示すように、誘電体膜抑圧部材 11 の下面は、高圧側誘電体膜 2 の上面と接触する誘電体接触領域 112 と高圧側誘電体膜 2 の上面と接触しない誘電体非接触領域 111 と有している。誘電体接触領域 112 は高圧側誘電体膜 2 と接して荷重を加える領域となり、誘電体非接触領域 111 は高圧側誘電体膜 2 とは接触関係を有することなく、高圧側誘電体膜 2 の上面上で給電体 5 側にせり出す領域となる。

【0055】

誘電体接触領域 112 は平面視して高圧側誘電体膜 2 の周辺領域及び誘電体膜支持部材 10 の支持面 10F と重複し、誘電体非接触領域 111 は平面視して高圧側誘電体膜 2 の周辺領域より内側の中間領域と重複している。すなわち、中間領域は高圧側誘電体膜 2 の周辺領域から給電体 5 側に隣接する領域となる。

10

【0056】

誘電体膜抑圧部材 11 は金属等で構成され、導電性を有し、筐体 1、取付用ボルト 31、及び押圧部材 12 を介して基準電位である接地電位に設定される。取付用ボルト 31 及び押圧部材 12 も導電性を有している。

【0057】

したがって、高圧側誘電体膜 2 は、誘電体接触領域 112 において上方から誘電体膜抑圧部材 11 によって抑圧される。以下、誘電体膜支持部材 10、誘電体膜抑圧部材 11 及び押圧部材 12 の組合せ構造について詳述する。

【0058】

図 2 に示すように、誘電体膜支持部材 10 の上面上に押圧部材 12 が配置され、取付用ボルト 31 によって押圧部材 12 及び誘電体膜支持部材 10 が筐体 1 の筐体底部 1a 上に固定される。

20

【0059】

図 24 及び図 25 に示すように、誘電体膜支持部材 10 は平面視して中央に中央開口部 100 を有する円状を呈している。中央開口部 100 の周辺に段差部 102 と周辺部上面 101 とからなる段差構造が円環状に設けられる。段差部 102 の上面が支持面 10F となる。段差部 102 (支持面 10F) の外周側の周辺部上面 101 に複数の貫通口 10h が離散して円状に設けられる。

【0060】

一方、図 9 及び図 10 に示すように、高圧側誘電体膜 2 は平面視して中央に給電体配置用凹部 28 を有する円状を呈している。給電体配置用凹部 28 の周辺に円環状に周辺表面領域 27 が設けられる。また、高圧側誘電体膜 2 は平面視して円状の凹部底面 26 を有し、凹部底面 26 の周辺の底面が平面視して円環状の凸部底面 23 となる。

30

【0061】

図 13 及び図 14 に示すように、給電体 5 は円柱形状を有している。給電体 5 の底面が高圧側誘電体膜 2 の給電体配置用凹部 28 上に位置する態様で、給電体 5 は高圧側誘電体膜 2 の上面上に配置される。

【0062】

第 1 の電極用導電膜である給電体 5 には交流電源 15 より交流電圧が印加される。なお、図 5 に示すように、給電体配置用凹部 28 は平面視して給電体 5 を含み、給電体 5 より少し広い平面形状を有している。

40

【0063】

高圧側誘電体膜 2 は誘電体膜支持部材 10 の支持面 10F と高圧側誘電体膜 2 の凸部底面 23 とが接触する態様で、高圧側誘電体膜 2 は誘電体膜支持部材 10 上に配置される。高圧側誘電体膜 2 と誘電体膜支持部材 10 とは、図示しない Oリング等のシール材を介して接触させている。

【0064】

また、図 26 及び図 27 に示すように、誘電体膜抑圧部材 11 は平面視して中央に中央開口部 110 を有する円状を呈している。中央開口部 110 の外周側に設けられる円環状の下面領域が誘電体非接触領域 111 となり、誘電体非接触領域 111 の外周側に設けら

50

れる円環状の下面領域が誘電体接触領域 1 1 2 となる。

【0065】

図 28 に示すように、誘電体接触領域 1 1 2 は誘電体非接触領域 1 1 1 より下方（－Z 方向）に突出しており、高圧側誘電体膜 2 の上面 U 2 と接触関係を有する。一方、誘電体非接触領域 1 1 1 は高圧側誘電体膜 2 の上面 U 2 ととの間に隙間 S P 1 1 が存在するため、高圧側誘電体膜 2 の上面 U 2 と非接触となる。

【0066】

図 29 及び図 30 に示すように、押圧部材 1 2 は平面視して中央に中央開口部 1 2 0 を有する円状を呈している。中央開口部 1 2 0 の外周側の外周領域 1 2 5 に複数の内側貫通口 1 2 1 h が離散して円状に設けられ、複数の内側貫通口 1 2 1 h の外周側に複数の外側貫通口 1 2 2 h が離散して円状に設けられる。

【0067】

このように、押圧部材 1 2 の外周領域 1 2 5 に複数の内側貫通口 1 2 1 h と複数の外側貫通口 1 2 2 h とが設けられる。なお、複数の内側貫通口 1 2 1 h はそれぞれタップを切った貫通口となる。

【0068】

上述した構造の押圧部材 1 2 の外周領域 1 2 5 の一部が誘電体膜支持部材 1 0 上に載置され、複数の取付用ボルト 3 1 によって、誘電体膜支持部材 1 0 及び押圧部材 1 2 は筐体 1 の筐体底部 1 a に固定される。複数の取付用ボルト 3 1 のねじ部は複数の外側貫通口 1 2 2 h 及び複数の貫通口 1 0 h を貫通し、筐体底部 1 a に取り付けられる。

【0069】

図 2 ～図 6 に示すように、押圧部材 1 2 は、平面視して誘電体膜支持部材 1 0 及び誘電体膜抑圧部材 1 1 と重複する領域に配置されている。

【0070】

一方、押圧部材 1 2 の複数の内側貫通口 1 2 1 h を貫通させる態様で複数の抑圧補助部材 3 2 を押圧部材 1 2 に取り付けられている。抑圧補助部材 3 2 としてボルトや止めねじ等を考えられる。複数の抑圧補助部材 3 2 によって誘電体膜抑圧部材 1 1 を押圧するように、複数の抑圧補助部材 3 2 が複数の内側貫通口 1 2 1 h 内に取り付ける。複数の抑圧補助部材 3 2 は平面視して誘電体膜抑圧部材 1 1 の誘電体接触領域 1 1 2 と高圧側誘電体膜 2 の凸部底面 2 3 と重複する位置に設けられる。

【0071】

したがって、複数の抑圧補助部材 3 2 の押圧力を受ける誘電体膜抑圧部材 1 1 によって、上方の誘電体接触領域 1 1 2 から高圧側誘電体膜 2 が抑圧される。

【0072】

上述したように、実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 の電極ユニット 5 0 において、第 1 の電極用誘電体膜である高圧側誘電体膜 2 は、複数の抑圧補助部材 3 2 の押圧力を受ける誘電体膜抑圧部材 1 1 によって、上方の誘電体接触領域 1 1 2 から抑圧される。このため、誘電体膜抑圧部材 1 1 によって高圧側誘電体膜 2 に荷重がかかる領域は誘電体接触領域 1 1 2 の下方領域のみに制限することができる。

【0073】

その結果、実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 は、高圧側誘電体膜 2 に不要な曲げ応力を与えることなく、誘電体膜抑圧部材 1 1 の誘電体接触領域 1 1 2 と誘電体膜支持部材 1 0 の支持面 1 0 F との間で高圧側誘電体膜 2 を安定性良く固定することができる。

【0074】

誘電体膜抑圧部材 1 1 は、基準電位である接地電位に設定され、導電性を有している。誘電体膜抑圧部材 1 1 の誘電体非接触領域 1 1 1 は、平面視して高圧側誘電体膜 2 の中間領域と重複している。

【0075】

したがって、電極ユニット 5 0 は、誘電体非接触領域 1 1 1 を有する誘電体膜抑圧部材 1 1 によって給電体 5 の電界強度を緩和して高圧側誘電体膜 2 の中間領域の電位を低下さ

10

20

30

40

50

せることができるため、高圧側誘電体膜 2 と接地側誘電体膜 3 との外径方向の電位を低下させることができる。

【0076】

その結果、実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 における電極ユニット 5 0 は、高圧側誘電体膜 2 と誘電体膜支持部材 1 0 との空隙 2 0 における絶縁破壊を確実に防止することができる。

【0077】

(接地導体 6)

図 1 5 ～図 1 7 に示すように、筐体 1 の導体収容空間 6 S 内に收容される接地導体 6 は、平面視して円状を呈しており、底面の端部領域に原料ガスバッファ空間 6 1 及びスリット空間 6 2 を有している。

【0078】

原料ガスバッファ空間 6 1 は平面して円環状に形成されており、図 2 に示すように、ガス流路 2 1 と繋がっており、外部から供給される原料ガス G 1 をガス流路 2 1 を介して原料ガスバッファ空間 6 1 内に取り込むことができる。

【0079】

原料ガスバッファ空間 6 1 の周辺に複数のスリット空間 6 2 が離散して設けられる。図 1 7 に示すように、複数のスリット空間 6 2 はそれぞれ原料ガスバッファ空間 6 1 と繋がっており、原料ガスバッファ空間 6 1 からスリット空間 6 2 にかけて原料ガス G 1 を流通させることができる。

【0080】

図 6 及び図 1 7 に示すように、側面空間 6 3 は導体収容空間 6 S の内周側面と接地導体 6 の外周側面との間の隙間空間であり、平面視して円環状に設けられる。

【0081】

誘電体膜支持部材 1 0 と接地導体 6 とは、図 3 及び図 4 に示すような位置関係を有するため、側面空間 6 3 を通過した原料ガス G 1 は誘電体膜支持部材 1 0 の下方側面領域 R 1 0 に供給される。

【0082】

このように、原料ガスバッファ空間 6 1 は、接地導体 6 の下面側に設けられ、ガス流路 2 1 を介して原料ガス G 1 を受けている。複数のスリット空間 6 2 はそれぞれ、接地導体 6 の下面側に設けられ、原料ガスバッファ空間 6 1 に繋がっている。

【0083】

側面空間 6 3 は、接地導体 6 の側面側に設けられ、複数の前記スリット空間に繋がっている。上述したように、原料ガス用流通空間は、原料ガスバッファ空間 6 1、複数のスリット空間 6 2 及び側面空間 6 3 を含んでいる。

【0084】

したがって、外部からガス流路 2 1 に供給される原料ガス G 1 は、原料ガスバッファ空間 6 1、スリット空間 6 2 及び側面空間 6 3 を経由して、放電空間 4 に導かれる。

【0085】

複数のスリット空間 6 2 はそれぞれ、原料ガス G 1 が原料ガスバッファ空間 6 1 で一時的に滞留した後、複数のスリット空間 6 2 それぞれに流れるように、原料ガスバッファ空間 6 1 と比較的して原料ガスが流れにくい狭い空間に設定される。すなわち、複数のスリット空間 6 2 は、原料ガスバッファ空間 6 1 や側面空間 6 3 と比較して原料ガス G 1 の流れ易さを表す係数であるコンダクタンスを小さくしている。

【0086】

その結果、実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 は、放電空間 4 へ原料ガス G 1 を空間的に均一に供給することができる。すなわち、平面視して円状の誘電体空間 1 8 の周辺部から中心の放電空間 4 に向かって均一に原料ガス G 1 が供給される。

【0087】

スリット空間 6 2 のコンダクタンスを下げることによって、原料ガスバッファ空間 6 1

10

20

30

40

50

と側面空間 6 3 との差圧が大きくなり、複数のスリット空間 6 2 それぞれを流れる原料ガス G 1 の流量のばらつきが低減化される。したがって、原料ガス G 1 は放電空間 4 に向けて均一に供給される。なお、原料ガス G 1 の流量は、例えば、ガス流路 2 1 の上流に設けられたマスフローコントローラー (MFC) 等によって調整される。

【0088】

したがって、一般的な活性ガス生成装置は、原料ガス G 1 が均一に供給されないと、原料ガス G 1 が放電空間 4 を通過する時間が変わる結果、活性ガス G 2 の生成効率が悪化する不具合が生じる。実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 は、原料ガス G 1 を均一に供給することができるため、上記した不具合は生じない。

【0089】

(接地側電極構成部 E 2 と活性ガス用バッファ空間 6 8)

上述したように、第 2 の電極構成部である接地側電極構成部 E 2 は接地側誘電体膜 3 及び導電膜 7 を含んでいる。

【0090】

図 1 1 及び図 1 2 に示すように、接地側誘電体膜 3 は平面視して円状を呈しており、中央に円状の誘電体貫通口 3 h を有している。

【0091】

図 1 8 及び図 1 9 に示すように、カバー誘電体膜 8 は平面視して円状を呈しており、中央に円状のカバー貫通口 8 h を有している。なお、カバー誘電体膜 8 は接地側誘電体膜 3 と同じ構成材料を用いることが望ましい。これは、カバー誘電体膜 8 と接地側誘電体膜 3 との間で熱膨張係数が異なる場合に、歪が生じることを防ぐためである。また、熱膨張係数が近い材料を、カバー誘電体膜 8 及び接地側誘電体膜 3 それぞれの材料として選択しても良い。

【0092】

図 2 0 及び図 2 1 に示すように、導電膜 7 は平面視して円状を呈しており、中央に平面視して円状の導電膜開口部 7 h を有している。

【0093】

誘電体貫通口 3 h 及び導電膜開口部 7 h はそれぞれ平面視して活性ガス用バッファ空間 6 8 と重複しており、図 2 1 に示すように、導電膜開口部 7 h は平面視して誘電体貫通口 3 h を含み、誘電体貫通口 3 h より広い形状を呈している。

【0094】

接地側誘電体膜 3 及び導電膜 7 それぞれの中心位置を一致させた態様で接地側誘電体膜 3 の下面上に導電膜 7 が設けられる。導電膜 7 の径は接地側誘電体膜 3 の径と同程度に設定されるが、中央に誘電体貫通口 3 h より広い導電膜開口部 7 h が設けられている分、導電膜 7 の形成面積は接地側誘電体膜 3 の形成面積より狭い。

【0095】

導電膜開口部 7 h の円周状の外周線となる導電膜内側境界 7 e は、導電膜 7 における誘電体貫通口 3 h 側の端部となり、導電膜内側境界 7 e より内側の領域には導電膜 7 が形成されていない。導電膜内側境界 7 e が導電膜 7 の電極境界線となる。したがって、図 2 1 に示すように、接地側誘電体膜 3 の下面上における導電膜 7 の形成領域 A 7 は、接地側誘電体膜 3 の外周位置から導電膜内側境界 7 e に至る領域となる。

【0096】

図 2 0 及び図 2 1 に示すように、カバー誘電体膜 8 は接地側誘電体膜 3 の下面上から導電膜内側境界 7 e を含んで導電膜 7 の下面上にかけて円状に設けられる。ただし、カバー誘電体膜 8 は中心にカバー貫通口 8 h を有している。すなわち、導電膜 7 の導電膜開口部 7 h の外径は、カバー誘電体膜 8 の外径より短くなる寸法関係となる。

【0097】

カバー貫通口 8 h は誘電体貫通口 3 h と同程度の形状を有し、カバー貫通口 8 h は導電膜開口部 7 h に含まれ、導電膜開口部 7 h より狭い形状を有している。したがって、カバー誘電体膜 8 は導電膜 7 の導電膜内側境界 7 e (電極境界線) を覆っている。そして、カ

10

20

30

40

50

バー誘電体膜 8 が覆われていない導電膜 7 の下面と接地導体 6 の上面とが接触関係を有することになる。

【0098】

図 15 及び図 16 に示すように、接地導体 6 の上部に設けられる活性ガス用バッファ空間 68 は平面視して円状を呈しており、活性ガス用バッファ空間 68 の底面 65 の周辺に複数のガス噴出口 69 が設けられる。

【0099】

図 15 及び図 16 にカバー誘電体膜 8 の形成領域も併せて示している。これらの図に示すように、カバー誘電体膜 8 の外周線は活性ガス用バッファ空間 68 の外周線とほぼ同じになる。

【0100】

図 2 及び図 16 に示すように、活性ガス用バッファ空間 68 の底面 65 上にシールド誘電体膜 9 が設けられる。

【0101】

図 22 及び図 23 に示すようにシールド誘電体膜 9 は所定の膜厚で平面視して円状に形成されている。

【0102】

シールド誘電体膜 9 は、活性ガス用バッファ空間 68 及びシールド誘電体膜 9 それぞれの中心位置を一致させた態様で活性ガス用バッファ空間 68 の底面 65 上に設けられる。

【0103】

図 15 及び図 16 に示すように、複数のガス噴出口 69 は平面視してカバー誘電体膜 8 と重複し、かつ、平面視して誘電体貫通口 3h 及びカバー貫通口 8h とは重複しない。

【0104】

図 16 に示すように、活性ガス用バッファ空間 68 の底面 65 の周辺に接地導体 6 を貫通して複数のガス噴出口 69 が設けられる。すなわち、平面視してシールド誘電体膜 9 の周辺領域に複数のガス噴出口 69 が設けられる。

【0105】

このような構造の実施の形態 1 の活性ガス生成装置 71 において、原料ガス G1 は金属筐体 2 の外部から、前述したように、ガス流路 21 及び原料ガス用流通空間を經由して放電空間 4 に供給される。

【0106】

誘電体バリア放電が発生している放電空間 4 に原料ガス G1 が供給されると、原料ガス G1 は活性化され活性ガス G2 となり、誘電体貫通口 3h 及びカバー貫通口 8h を通過して活性ガス用バッファ空間 68 に導入される。活性ガス用バッファ空間 68 内に入った活性ガス G2 は、活性ガス用バッファ空間 68 の底面に設けられた複数のガス噴出口 69 を通過して後段の処理空間に供給される。

【0107】

このような構成の実施の形態 1 の活性ガス生成装置 71 において、第 1 の電極用誘電体膜である高圧側誘電体膜 2 と、第 2 の電極用誘電体膜である接地側誘電体膜 3 とが対向する主要誘電体空間が誘電体空間 18 となる。誘電体空間 18 は平面視して円状を呈している。また、高圧側誘電体膜 2 とシールド誘電体膜 9 とが対向する空間が補助誘電体空間として規定される。放電空間 4 は、誘電体空間 18 内において給電体 5 と導電膜 7 とが平面視して重複する主要放電空間を含んでいる。

【0108】

上記主要放電空間を形成するために、高圧側誘電体膜 2 と接地側誘電体膜 3 とが高さ方向（Z 方向）に一定の距離となるように対応して設置されており、高圧側誘電体膜 2 と接地側誘電体膜 3 との間の誘電体空間 18 内に放電空間 4 の上記主要放電空間が存在している。

【0109】

放電空間 4 は、さらに、上記補助誘電体空間内において誘電体貫通口 3h、カバー貫通

10

20

30

40

50

口 8 h、及びシールド誘電体膜 9 上の活性ガス用バッファ空間 6 8 の一部からなる補助放電空間 4 4 を含んでいる。

【0 1 1 0】

接地導体 6 において底面 6 5 下の底面領域を接地電位に設定された接地電極用導電膜として用い、交流電源 1 5 より交流電圧を受ける給電体 5 と上記接地電極用導電膜との間に放電電圧を印加することにより、補助放電空間 4 4 を生成することができる。

【0 1 1 1】

前述したように、補助放電空間 4 4 は誘電体貫通口 3 h、カバー貫通口 8 h 及び活性ガス用バッファ空間 6 8 の一部を含んでいる。このように、実施の形態 1 で形成される放電空間 4 は、誘電体空間 1 8 内の主要放電空間及び補助放電空間 4 4 を含んでいる。

10

【0 1 1 2】

実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 において、補助放電空間 4 4 から複数のガス噴出口 6 9 それぞれに至る経路が活性ガス流通経路として規定される。

【0 1 1 3】

実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 において、放電空間 4 の一部である補助放電空間 4 4 は誘電体貫通口 3 h とカバー貫通口 8 h と活性ガス用バッファ空間 6 8 の一部とを含んでいるため、補助放電空間 4 4 から複数のガス噴出口 6 9 に至る活性ガス流通経路を必要最小限の体積に抑えて活性ガス G 2 の失活量を抑制することができる。

【0 1 1 4】

さらに、電極ユニット 5 0 の接地側電極構成部 E 2 におけるカバー誘電体膜 8 は、活性ガス用バッファ空間 6 8 内において導電膜 7 の電極境界線である導電膜内側境界 7 e を覆い、かつ、平面視して複数のガス噴出口 6 9 と重複しているため、活性ガス G 2 が導電膜 7 に衝突することに伴い活性ガス G 2 が消失する表面失活現象を抑制することができる。

20

【0 1 1 5】

その結果、実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 は、高濃度な活性ガス G 2 を複数のガス噴出口 6 9 から後段の処理空間に供給することができる。

【0 1 1 6】

実施の形態 1 の電極ユニット 5 0 は、上記述した構造を有することにより、放電空間 4 に面する部分は絶縁体である誘電体を構成材料とした部品（高圧側誘電体膜 2，接地側誘電体膜 3，カバー誘電体膜 8 及びシールド誘電体膜 9）のみとなる。金属材料が放電に面すると容易にイオン化し、ガス中に金属イオンが含まれることとなり、コンタミネーションの原因となる。一方、誘電体は放電に面しても容易にイオン化はしないため、ガス中へのコンタミネーションを防止することができる。

30

【0 1 1 7】

（筐体開口部 4 1）

図 2 に示すように、筐体 1 の筐体底部 1 a は筐体開口部 4 1 を有している。筐体開口部 4 1 は活性ガス用バッファ空間 6 8 と平面視して重複する領域に設けられ、筐体底部 1 a を貫通している。

【0 1 1 8】

したがって、複数のガス噴出口 6 9 噴出される活性ガス G 2 は、筐体開口部 4 1 を介して下方の処理空間に導かれる。

40

【0 1 1 9】

図 2 に示すように、筐体底部 1 a に設けられた筐体開口部 4 1 は、下方に向かうに従い開口面積が広くなり、図 2 及び図 7 に示すように、最下外周縁 4 1 L を有するテーパ形状を有している。

【0 1 2 0】

実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 において、筐体 1 の筐体底部 1 a に設けられる筐体開口部 4 1 は下方に向かうに従い開口面積が広くなるテーパ形状を有している。

【0 1 2 1】

このため、実施の形態 1 の活性ガス生成装置 7 1 は、複数のガス噴出口 6 9 から噴出さ

50

れる活性ガスG 2が筐体底部1 aに衝突することによる損失を最小限に抑え、高濃度な活性ガスG 2を下方の処理空間に供給することができる。

【0122】

＜実施の形態2＞

（実施の形態1の課題）

上述した実施の形態1の活性ガス生成装置71では、活性ガス用バッファ空間68から複数のガス噴出口69を経由して、下方に存在する後段の処理空間へ活性ガスG 2を供給している。以下、複数のガス噴出口69から活性ガスG 2を複数の部分活性ガスと規定して説明する。

【0123】

図31は実施の形態1の活性ガス生成装置71における電極ユニット50（51～53）の活性ガスG 2の噴出形態を模式的に示す説明図である。図32は電極ユニット50において理想とする活性ガスG 2の噴出形態を模式的に示す説明図である。図31及び図32は例えば図1のA-A断面に相当する。図31及び図32それぞれにXYZ直交座標系を記している。

【0124】

図31に示すように、実施の形態1の活性ガス生成装置71が備える電極ユニット50（51～53）において、複数のガス噴出口69は、複数の部分活性ガス間で衝突が生じないように、下方に向かうに従い互いに遠ざかる態様で設けられている。

【0125】

しかし、活性ガス用バッファ空間68の空間圧力 p_0 と後段の処理空間の空間圧力 p_1 とが大きく異なる場合、例えば、 $\{(p_1/p_0) < 0.5\}$ となる場合、複数のガス噴出口69から噴出される複数の部分活性ガスは、図31のガスの流れFGXに示すように、チョーク流れと呼ばれる1方向のみの流れとなり、複数の部分活性ガスはそれぞれ拡散することなく直線に進む。

【0126】

実施の形態1の活性ガス生成装置71は、後段の処理空間に均一な活性ガスG 2を供給するために、電極ユニット50単位に複数のガス噴出口69を設け、さらに、比較的広い領域を有する処理空間に対し活性ガスG 2を供給するために、電極ユニット50を電極ユニット51～53として複数設ける構造を採用している。

【0127】

しかしながら、各電極ユニット50から噴出される複数の部分活性ガスはそれぞれ、図31で示す直線状のガスの流れFGXで処理空間に供給されており、図32で示す多方向に拡散したガスの流れFGYになっていない。

【0128】

このように、電極ユニット50の複数のガス噴出口69それぞれから噴出される部分活性ガスは基本的に1つの方向性のみ有している。このため、実施の形態1の活性ガス生成装置71は、[発明が解決しようとする課題]の欄で述べた第1及び第2の改良構造と同様、処理空間に均一な活性ガスG 2を供給できていないという課題が残っている。

【0129】

以下で述べる実施の形態2の活性ガス生成装置75では、上記課題の解決を図ったものである。

【0130】

（実施の形態2の構造）

図33は実施の形態2の活性ガス生成装置75における電極ユニット55の断面構造を示す説明図である。

【0131】

活性ガス生成装置75の全体構成は図1で示した活性ガス生成装置71と同様な構成である。したがって、図33で示す電極ユニット55は、図1で示す全体構成の活性ガス生成装置75における電極ユニット51～53のいずれかに対応する。

10

20

30

40

50

【0132】

すなわち、実施の形態2の活性ガス生成装置75は、実施の形態1の活性ガス生成装置71と同様、複数の電極ユニットとして電極ユニット51～53と、筐体内空間S1（図8参照）に電極ユニット51～53を収容し、導電性を有する筐体1とを備えている。

【0133】

実施の形態2の電極ユニット55は、実施の形態1の電極ユニット50の接地導体6を接地導体60に置き換えたことを特徴としている。

【0134】

以下、実施の形態1の電極ユニット50と同一の構成部分は同一符号を付して、実施の形態4の電極ユニット55の特徴部分を中心に説明する。

【0135】

図33に示すように、電極ユニット55は、接地側誘電体膜3を含む接地側電極構成部E2の下方に設けられ、導体収容空間6S内に収容される基準電位導体である接地導体60を備えている。接地導体60は金属等の導電体を構成材料としている。

【0136】

実施の形態2の電極ユニット55は、接地導体60が導体収容空間6S内に配置される態様で筐体1の筐体内空間S1内に収容される。外部により供給される原料ガスG1は、筐体底部1a内に設けられたガス流路21を介して導体収容空間6S内に配置された接地導体60の下面及び側面に設けられる原料ガス用流通空間に供給される。

【0137】

（接地導体60）

図34及び図35はそれぞれ接地導体60の構造を模式的に示す説明図である。図34は接地導体60の平面構造を示しており、図35は接地導体60の断面構造を示している。図34及び図35それぞれにXYZ直交座標系を記している。

【0138】

基準電位導体である接地導体60は、上部に非貫通の活性ガス用バッファ空間68を有し、接地側誘電体膜3を含む接地側電極構成部E2は活性ガス用バッファ空間68を塞いで配置される。したがって、活性ガス用バッファ空間68外において、導電膜7の下面と接地導体60の上面とが接触関係を有する。

【0139】

実施の形態1と同様、筐体1は基準電位である接地電位に設定される。したがって、筐体1及び接地導体60を介して導電膜7が接地電位に設定される。

【0140】

筐体1の導体収容空間6S内に収容される接地導体60は、図34に示すように、平面視して円状を呈しており、底面の端部領域に原料ガスバッファ空間61及びスリット空間62を有している。

【0141】

実施の形態1の接地導体6に対するのと同様、接地導体60に対し、原料ガスバッファ空間61、複数のスリット空間62及び側面空間63を含む原料ガス用流通空間が設けられる。

【0142】

したがって、外部からガス流路21に供給される原料ガスG1は、原料ガスバッファ空間61、スリット空間62及び側面空間63を経由して、放電空間4に導かれる。

【0143】

このため、実施の形態2の活性ガス生成装置75は、実施の形態1の活性ガス生成装置71と同様、放電空間4へ原料ガスG1を空間的に均一に供給することができる。

【0144】

図34及び図35に示すように、接地導体60の上部に設けられる活性ガス用バッファ空間68は平面視して円状を呈しており、活性ガス用バッファ空間68の底面65の周辺に複数のガス噴出口70が設けられる。

10

20

30

40

50

【0145】

複数のガス噴出口70は、実施の形態1の複数のガス噴出口69と同様、平面視してカバー誘電体膜8と重複し、かつ、平面視して誘電体貫通口3h及びカバー貫通口8hとは重複しない。

【0146】

図33～図35に示すように、活性ガス用バッファ空間68の底面65の周辺に接地導体60を貫通して複数のガス噴出口70が設けられる。すなわち、平面視してシールド誘電体膜9の周辺領域に複数のガス噴出口70が設けられる。

【0147】

誘電体バリア放電が発生している放電空間4に原料ガスG1が供給されると、原料ガスG1は活性化され活性ガスG2となり、誘電体貫通口3h及びカバー貫通口8hを通過して活性ガス用バッファ空間68に導入される。活性ガス用バッファ空間68内に入った活性ガスG2は、活性ガス用バッファ空間68の底面に設けられた複数のガス噴出口70を通過して後段の処理空間に供給される。

10

【0148】

実施の形態2の活性ガス生成装置75において、補助放電空間44から複数のガス噴出口70それぞれに至る経路が活性ガス流通経路として規定される。

【0149】

実施の形態2の活性ガス生成装置75において、放電空間4の一部である補助放電空間44は誘電体貫通口3hとカバー貫通口8hと活性ガス用バッファ空間68の一部とを含んでいるため、補助放電空間44から複数のガス噴出口70に至る活性ガス流通経路を必要最小限の体積に抑えて活性ガスG2の失活量を抑制することができる。

20

【0150】

さらに、電極ユニット55の接地側電極構成部E2におけるカバー誘電体膜8は、活性ガス用バッファ空間68内において導電膜7の電極境界線である導電膜内側境界7eを覆い、かつ、平面視して複数のガス噴出口70と重複しているため、活性ガスG2が導電膜7に衝突することに伴い活性ガスG2が消失する表面失活現象を抑制することができる。

【0151】

その結果、実施の形態2の活性ガス生成装置75は、実施の形態1と同様、高濃度な活性ガスG2を複数のガス噴出口70から後段の処理空間に供給することができる。

30

【0152】

筐体1の筐体底部1aは、活性ガス用バッファ空間68と平面視して重複する領域に筐体開口部41を有し、複数のガス噴出口70から噴出される活性ガスG2は、筐体開口部41を介して下方の処理空間に導かれる。

【0153】

実施の形態2の活性ガス生成装置75において、筐体1の筐体底部1aに設けられる筐体開口部41は下方に向かうに従い開口面積が広がるテーパ形状を有している。

【0154】

このため、実施の形態2の活性ガス生成装置75は、実施の形態1と同様、複数のガス噴出口70から噴出される活性ガスG2が筐体底部1aに衝突することによる損失を抑制し、比較的高濃度な活性ガスG2を下方の処理空間に供給することができる。

40

【0155】

(複数のガス噴出口70)

実施の形態2の電極ユニット55で設けられる複数のガス噴出口70から噴出される活性ガスG2が、下方に存在する後段の処理空間に供給される。ここで、複数のガス噴出口70から噴出される活性ガスを複数の部分活性ガスとして規定する。

【0156】

実施の形態2の電極ユニット55において、複数のガス噴出口70から噴出された複数の部分活性ガスは筐体開口部41を介して下方に導かれる。

【0157】

50

図 3 6 及び図 3 7 は複数のガス噴出口 7 0 の断面構造を模式的に示す説明図であり、図 3 6 及び図 3 7 はそれぞれ図 3 4 の D-D 断面構造に相当する。図 3 6 及び図 3 7 それぞれに X Y Z 直交座標系を記している。

【 0 1 5 8 】

図 3 6 及び図 3 7 に示すように、筐体開口部 4 1 は、高さ方向（Z 方向）における開口面積が一定の上方領域 4 1 a と、下方に向かうに従い開口面積が広がるテーパ形状のテーパ領域である下方テーパ領域 4 1 t とを含んでいる。筐体開口部 4 1 において、下方テーパ領域 4 1 t は上方領域 4 1 a より下方に設けられるテーパ領域となる。

【 0 1 5 9 】

図 3 7 では、上方領域 4 1 a と下方テーパ領域 4 1 t との境界線の中心位置から少し低い座標位置を衝突点 P 8 0 として示している。衝突点 P 8 0 は後述する衝突領域 8 0 内に存在し、衝突領域 8 0 の中心となる。

10

【 0 1 6 0 】

実施の形態 1 の電極ユニット 5 5 において、複数のガス噴出口 7 0 は、複数の部分活性ガスが衝突点 P 8 0 で衝突するように、下方に向かうに従い互いに接近する態様で設けられる。

【 0 1 6 1 】

以下、複数のガス噴出口 7 0 の構造について詳述する。図 3 6 及び図 3 7 では 2 つのガス噴出口 7 0 を図示しているが、図 3 4 に示すように、複数のガス噴出口 7 0 の個数が “ 3 ” 以上設けられている。

20

【 0 1 6 2 】

以下では、図 3 6 及び図 3 7 それぞれで図示される 2 つのガス噴出口 7 0 のうち、図中右側（+ X 方向側）のガス噴出口 7 0 をガス噴出口 7 0 （ 1 ）と標記し、図中左側（- X 方向側）のガス噴出口 7 0 をガス噴出口 7 0 （ 2 ）と標記する。

【 0 1 6 3 】

前述したように、複数のガス噴出口 7 0 は平面視して円状に互いに離散して配置されている。以下、複数のガス噴出口 7 0 の中心を結ぶ円状の仮想線を「仮想ガス噴出口円」と称する。

【 0 1 6 4 】

ガス噴出口 7 0 （ 1 ）及び 7 0 （ 2 ）は、上記仮想ガス噴出口円において直径方向に対向する 1 対のガス噴出口 7 0 、 7 0 に相当する。ここで、ガス噴出口 7 0 （ 1 ）から噴出される部分活性ガスを部分活性ガス g 2 （ 1 ）と標記し、ガス噴出口 7 0 （ 2 ）から噴出される部分活性ガスを部分活性ガス g 2 （ 2 ）と標記する。

30

【 0 1 6 5 】

ガス噴出口 7 0 （ 1 ）は基準方向である水平方向（X 方向）に対し “ 0 ” を超え、9 0 ° 未満の一定の噴出口傾斜度 A 7 1 を有している。噴出口傾斜度 A 7 1 はガス噴出口 7 0 （ 1 ）から噴出される部分活性ガス g 2 （ 1 ）が衝突点 P 8 0 に向かう方向に設定される。

【 0 1 6 6 】

ガス噴出口 7 0 （ 2 ）はガス噴出口 7 0 （ 1 ）と同様、水平方向に対し “ 0 ” を超え、9 0 ° 未満の一定の噴出口傾斜度 A 7 2 を有している。噴出口傾斜度 A 7 2 はガス噴出口 7 0 （ 2 ）から噴出される部分活性ガス g 2 （ 2 ）が衝突点 P 8 0 に向かう方向に設定される。

40

【 0 1 6 7 】

噴出口傾斜度 A 7 1 及び A 7 2 は互いに同一角度であり、例えば、4 5 ° に設定される。

【 0 1 6 8 】

ガス噴出口 7 0 （ 1 ）及び 7 0 （ 2 ）が設けられる、活性ガス用バッファ空間 6 8 下の接地導体 6 0 の残存膜厚 T 6 は例えば 3 mm に設定される。最上部におけるガス噴出口 7 0 （ 1 ）及び 7 0 （ 2 ）の中心位置間の形成間隔 R 7 0 は例えば 1 6 . 4 mm に設定される。形成間隔 R 7 0 は仮想ガス噴出口円の直径 ϕ の長さに一致する。

【 0 1 6 9 】

50

一方、筐体開口部 4 1 の Z 方向に沿った全体深さ D T A は例えば 1 8 . 5 mm に設定され、筐体開口部 4 1 のうち上方領域 4 1 a の Z 方向に沿った上方深さ D T 1 は例えば 5 . 0 mm に設定される。

【 0 1 7 0 】

また、筐体開口部 4 1 のテーパ領域となる下方テーパ領域 4 1 t の側面はテーパ傾斜度 A 4 1 に沿って円錐状に拡がっている。テーパ傾斜度 A 4 1 は例えば 4 5 ° に設定される。

【 0 1 7 1 】

上述した構造の接地導体 6 0 において、ガス噴出口 7 0 (1) 及び 7 0 (2) から部分活性ガス g 2 (1) 及び g 2 (2) が噴出されると、部分活性ガス g 2 (1) と部分活性ガス g 2 (2) とは衝突点 P 8 0 で衝突する。図 3 7 に示すように、衝突点 P 8 0 の接地導体 6 0 の表面からの形成深さが衝突深さ D T X となる。

【 0 1 7 2 】

なお、ガス噴出口 7 0 の総数が “ 3 ” 以上であっても、各ガス噴出口 7 0 が形成間隔 R 7 0 を直径とした仮想ガス噴出口円に沿って配置され、かつ、衝突点 P 8 0 に向かう方向に同一値となる噴出口傾斜度 A 7 0 を設定することにより、同一の衝突点 P 8 0 で 3 以上の複数の部分活性ガスを衝突させることができる。なお、噴出口傾斜度 A 7 0 は噴出口傾斜度 A 7 1 及び A 7 2 等の総称である。

【 0 1 7 3 】

上述した噴出口傾斜度 A 7 1 及び A 7 2 、形成間隔 R 7 0 、残存膜厚 T 6 、及び上方深さ D T 1 の設定例では、衝突点 P 8 0 の衝突深さ D T X は 5 . 2 mm となる。

【 0 1 7 4 】

ガス噴出口 7 0 (1) 及び 7 0 (2) の口径等を考慮すると、複数の部分活性ガスは衝突点 P 8 0 を中心として拡がりをもつ衝突領域 8 0 にて衝突すると考えられる。したがって、上述した例では、下方テーパ領域 4 1 t の上部領域から上方領域 4 1 a の下部領域にかけて衝突領域 8 0 が形成されることになる。すなわち、衝突領域 8 0 は下方テーパ領域 4 1 t 内または下方テーパ領域 4 1 t より上方の上方領域 4 1 a 内に存在する。

【 0 1 7 5 】

(活性ガス G 2 の噴出形態)

図 3 8 ～図 4 1 はそれぞれ実施の形態 2 の電極ユニット 5 5 の筐体開口部 4 1 内における活性ガス G 2 の噴出形態を模式的に示す説明図である。図 3 8 ～図 4 1 はそれぞれ図 3 4 の D - D 断面の一部に相当する。図 3 8 ～図 4 1 それぞれに X Y Z 直交座標系を記している。

【 0 1 7 6 】

以下、ガス噴出口 7 0 (1) から噴出される部分活性ガス g 2 (1) の噴出方向を部分活性ガス噴出方向 V 7 (1) と規定し、ガス噴出口 7 0 (2) から噴出される部分活性ガス g 2 (2) の噴出方向を部分活性ガス噴出方向 V 7 (2) と規定する。

【 0 1 7 7 】

図 3 8 に示すように、部分活性ガス g 2 (1) は衝突点 P 8 0 に達するように部分活性ガス噴出方向 V 7 (1) に沿って噴出され、部分活性ガス g 2 (2) は衝突点 P 8 0 に達するように部分活性ガス噴出方向 V 7 (2) に沿って噴出される。

【 0 1 7 8 】

すなわち、部分活性ガス g 2 (1) の流れの向きは部分活性ガス噴出方向 V 7 (1) の 1 方向のみであり、部分活性ガス g 2 (2) の流れの向きは部分活性ガス噴出方向 V 7 (2) の 1 方向のみとなっている。

【 0 1 7 9 】

その後、図 3 9 に示すように、衝突点 P 8 0 を含む衝突領域 8 0 にて部分活性ガス g 2 (1) と部分活性ガス g 2 (2) とが衝突して、部分活性ガス g 2 (1) 及び g 2 (2) は複数の拡散方向 D K に拡散する。

【 0 1 8 0 】

10

20

30

40

50

すなわち、部分活性ガス $g_2(1)$ の流れの向きが1つの部分活性ガス噴出方向 $V_7(1)$ から複数の拡散方向 DK に分散し、部分活性ガス $g_2(2)$ の流れの向きが1つの部分活性ガス噴出方向 $V_7(2)$ から複数の拡散方向 DK に分散する。このように、衝突領域 80 において複数の部分活性ガスそれぞれ流れの向きが1方向から複数の拡散方向に分散する。

【0181】

そして、図40に示すように、複数の部分活性ガスの中間供給方向 DR_1 は、下方テーパー領域 $41t$ の側面の影響を受け、テーパー傾斜度 A_{41} に近づくように規制される。

【0182】

このように、衝突領域 80 は下方テーパー領域 $41t$ 及び下方テーパー領域 $41t$ より上方の上方領域 $41a$ に存在するため、各々が拡散した複数の部分活性ガスが下方に向かうに従い、下方テーパー領域 $41t$ の側面のテーパー形状に沿った方向に流れる。

【0183】

その後、図41に示すように、複数の部分活性ガスはテーパー傾斜度 A_{41} に沿った拡がりの最終供給方向 DR_2 に沿って下方に位置する後段の処理空間に供給される。

【0184】

(効果)

このような構造の実施の形態2の活性ガス生成装置75は、実施の形態1と同様な効果を有し、さらに、以下の実施の形態2に固有の効果を奏する。

【0185】

実施の形態2の活性ガス生成装置75は上述した接地導体60を有する電極ユニット55を筐体1の筐体内空間1S内に収容している。実施の形態2の電極ユニット55の接地導体60に設けられる複数のガス噴出口70は、複数の部分活性ガスが衝突点 P_{80} を含む衝突領域 80 にて衝突するように、下方に向かうに従い互いに接近する態様で設けられ、かつ、衝突領域 80 は下方テーパー領域 $41t$ 内または下方テーパー領域 $41t$ より上方に存在する。

【0186】

このため、図39に示すように、衝突領域 80 にて複数の部分活性ガスが衝突することにより、複数の部分活性ガスそれぞれの流れの向きが1方向から複数の拡散方向 DK に分散する。

【0187】

衝突領域 80 は下方テーパー領域 $41t$ 内または下方テーパー領域 $41t$ より上方に存在する。このため、各々が拡散した複数の部分活性ガスが下方に向かうに従い、下方テーパー領域 $41t$ の側面のテーパー形状に沿った方向、すなわち、図40で示す中間供給方向 DR_1 に流れる。

【0188】

その後、複数の部分活性ガスを含む活性ガス G_2 は、下方テーパー領域 $41t$ から下方の処理空間に向けて、下方テーパー領域 $41t$ の側面のテーパー形状に沿った方向、すなわち、図41で示す最終供給方向 DR_2 に沿って拡散しつつ流れる。

【0189】

このように、複数のガス噴出口70から噴出された複数の部分活性ガスは、図38～図41で示したように筐体開口部41内を流れる。

【0190】

その結果、活性ガス用バッファ空間68の空間圧力 p_0 と後段の処理空間の空間圧力 p_1 とが大きく異なっても、実施の形態1の活性ガス生成装置75は、均一な活性ガス G_2 を後段の処理空間に供給することができる。

【0191】

実施の形態2の電極ユニット55に設けた複数のガス噴出口70はそれぞれ下方に向かうに従い衝突点 P_{80} を含む衝突領域 80 に近づく方向に傾いて形成され、複数のガス噴出口70それぞれの基準方向となる水平方向に対する形成傾きである噴出口傾斜度 A_{70}

10

20

30

40

50

は同一値に設定される。

【0192】

このため、ガス噴出口70の個数が“3”以上であっても、複数のガス噴出口70から噴出される複数の部分活性ガスを同一の衝突領域80内で衝突させることができる。

【0193】

その結果、実施の形態2の活性ガス生成装置75は、1つの衝突領域80にて複数の部分活性ガスをそれぞれ複数の拡散方向に分散させることにより、より均一な活性ガスG2を後段の処理空間に向けて供給することができる。

【0194】

さらに、実施の形態2の活性ガス生成装置75は、図1に示すように、電極ユニット55を電極ユニット51～53として複数設ける構造を採用している。

10

【0195】

このため、実施の形態2の活性ガス生成装置75は、各々が電極ユニット55と同様な構造を有する複数の電極ユニット51～53それぞれから複数の部分活性ガスを噴出させることにより、比較的広い領域を有する後段の処理空間に対し均一に活性ガスG2を供給することができる。

【0196】

本開示は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、本開示がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、本開示の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

20

【0197】

例えば、実施の形態2では1つの衝突領域80にて複数の部分活性ガスを衝突させたが、2つ以上の複数の衝突領域にて複数の部分活性ガスを選択的に衝突させても良い。

【0198】

すなわち、本開示は、その開示の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

【符号の説明】

【0199】

- 1 筐体
- 2 高圧側誘電体膜
- 3 接地側誘電体膜
- 4 放電空間
- 5 給電体
- 6, 60 接地導体
- 7 導電膜
- 8 カバー誘電体膜
- 9 シールド誘電体膜
- 10 誘電体膜支持部材
- 11 誘電体膜抑圧部材
- 12 押圧部材
- 13 バッファ導体
- 21 ガス流路
- 22 冷却路
- 41 筐体開口部
- 41a 上方領域
- 41t 下方テーパ領域
- 50, 51～53, 55 電極ユニット
- 61 原料ガスバッファ空間
- 62 スリット空間
- 63 側面空間

30

40

50

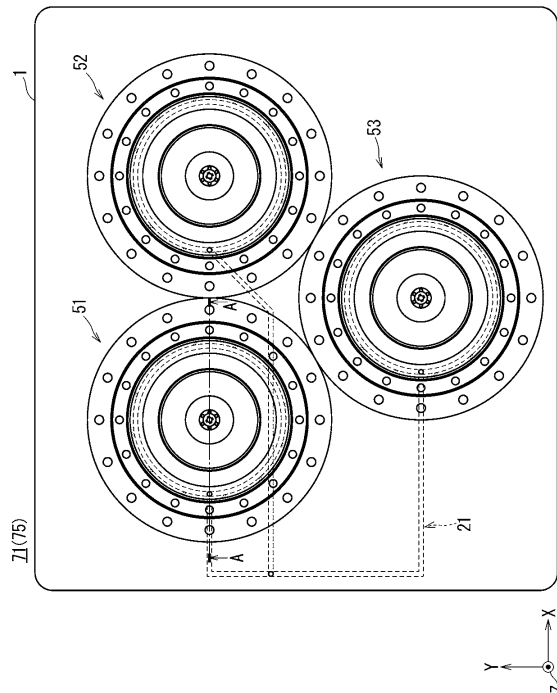
- 68 活性ガス用バッファ空間
- 69, 70 ガス噴出口
- 71, 75 活性ガス生成装置
- 80 衝突領域
- E1 高圧側電極構成部
- E2 接地側電極構成部

【要約】

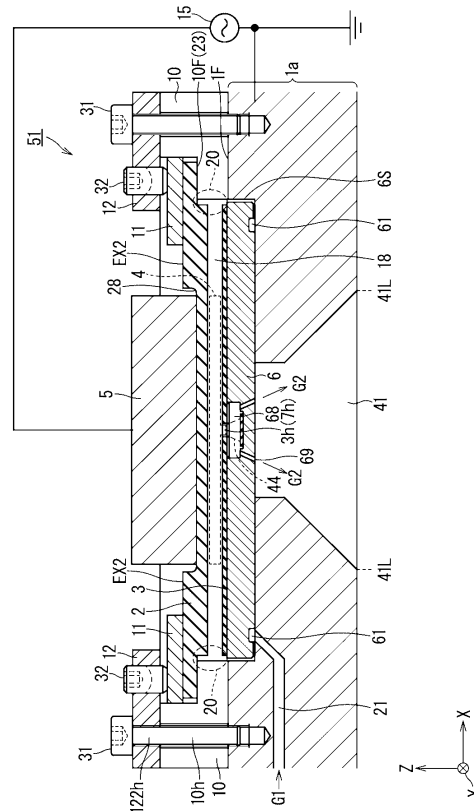
本開示は、均一な活性ガスを処理空間に供給することができる活性ガス生成装置の構造を提供することを目的とする。本開示の活性ガス生成装置（75）における電極ユニット（55）は、接地側電極構成部（E2）の下方に設けられる接地導体（60）を備えている。筐体（1）の筐体底部（1a）は筐体開口部（41）を有し、筐体開口部（41）は下方に向かうに従い開口面積が広がる下方テーパ領域（41t）と上方領域（41a）とを含んでいる。接地導体（60）に設けられる複数のガス噴出口（70）は、複数の部分活性ガスが衝突領域（80）にて衝突するように、下方に向かうに従い互いに接近する態様で設けられ、衝突領域（80）は下方テーパ領域（41t）内または下方テーパ領域（41t）より上方の上方領域（41a）内に存在する。

【図面】

【図1】



【図2】



10

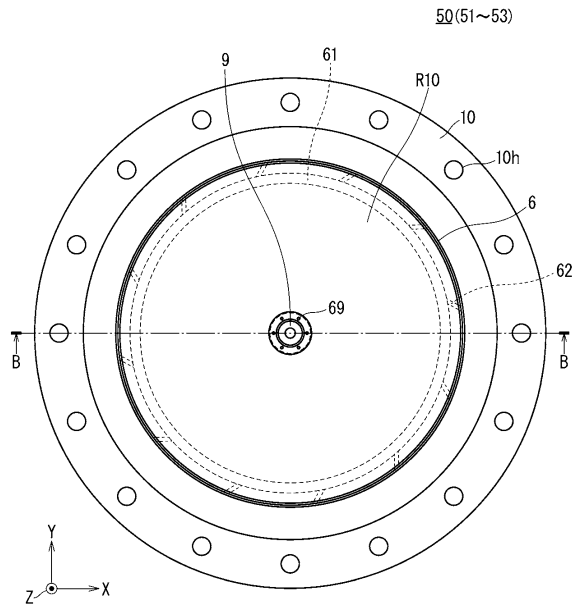
20

30

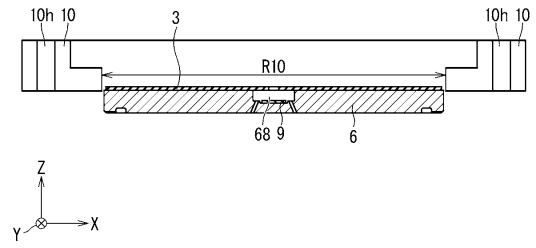
40

50

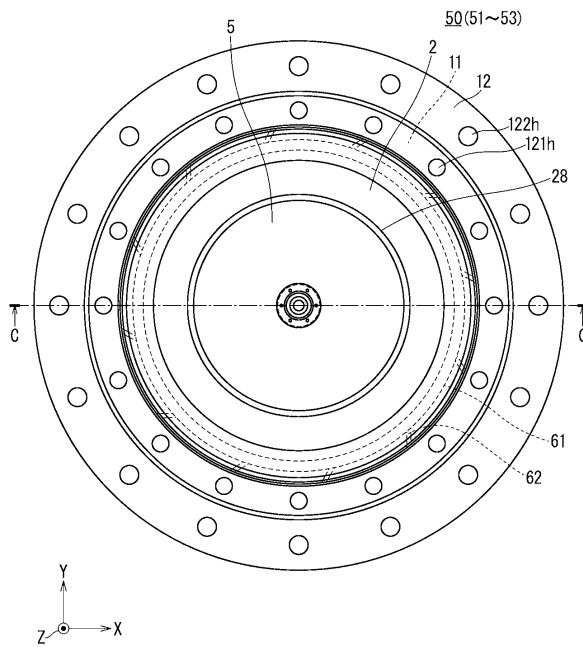
【図 3】



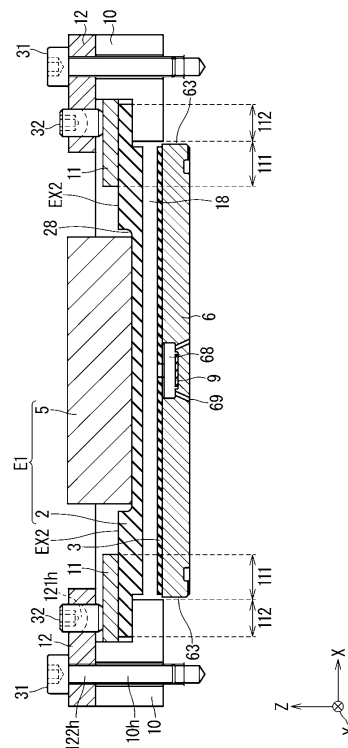
【図 4】



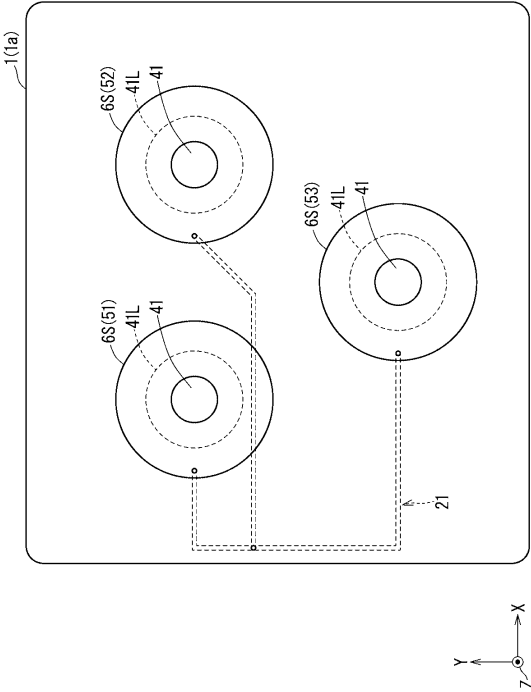
【図 5】



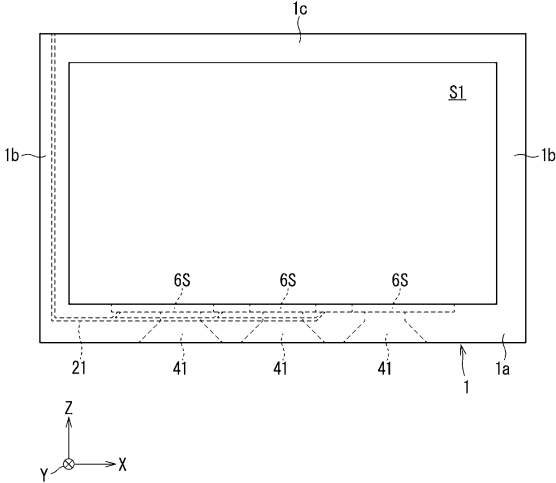
【図 6】



【図 7】



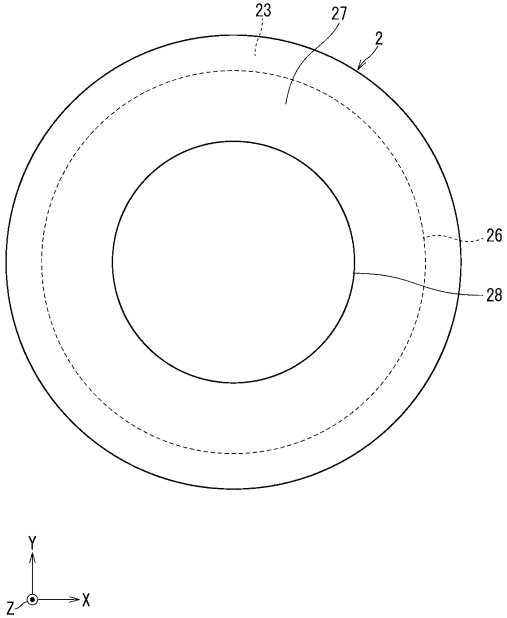
【図 8】



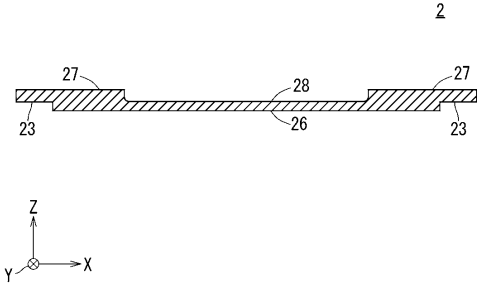
10

20

【図 9】



【図 10】

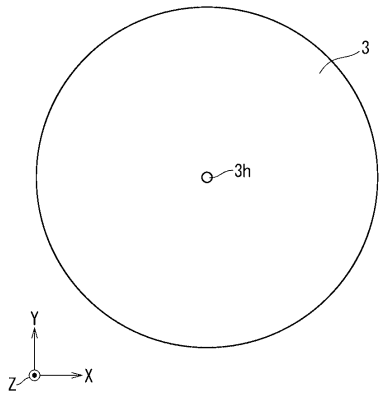


30

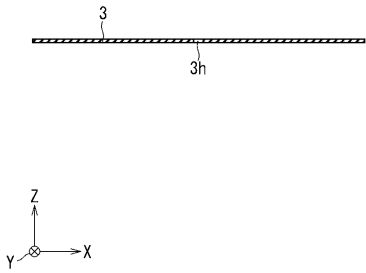
40

50

【図 1 1】

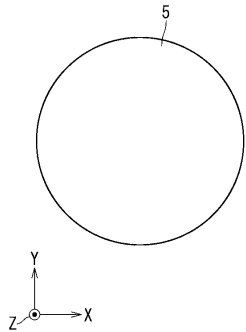


【図 1 2】

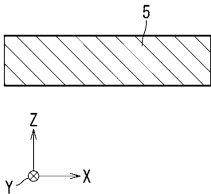


10

【図 1 3】

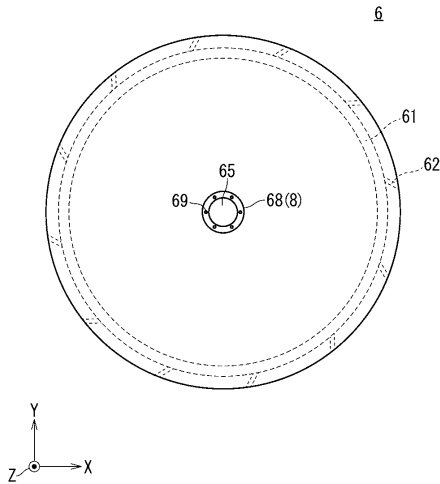


【図 1 4】

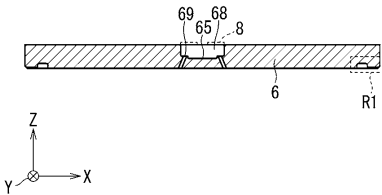


20

【図 1 5】



【図 1 6】

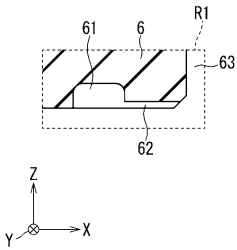


30

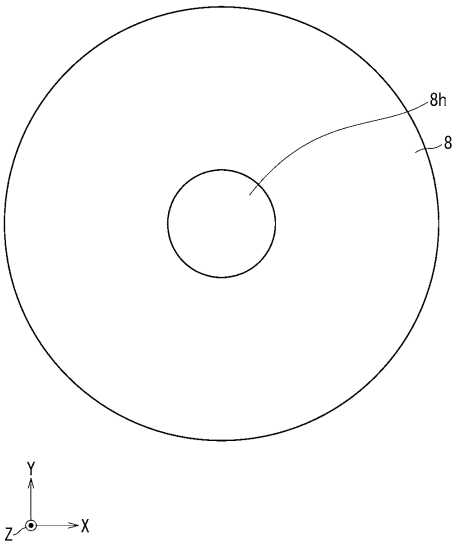
40

50

【図 17】

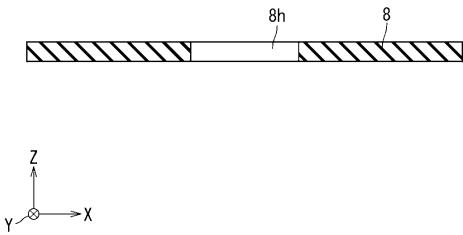


【図 18】

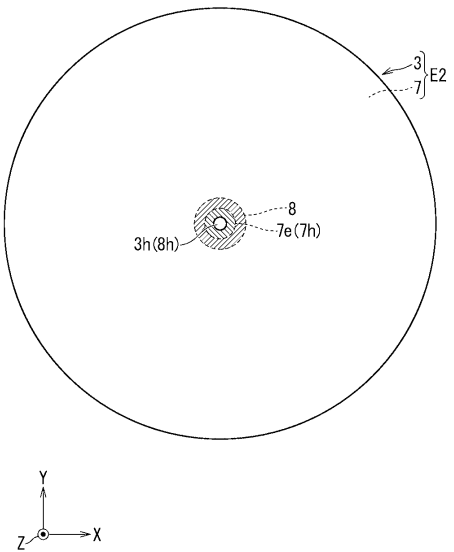


10

【図 19】



【図 20】



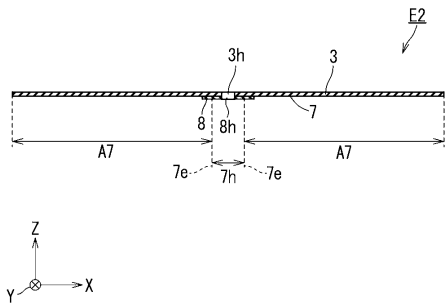
20

30

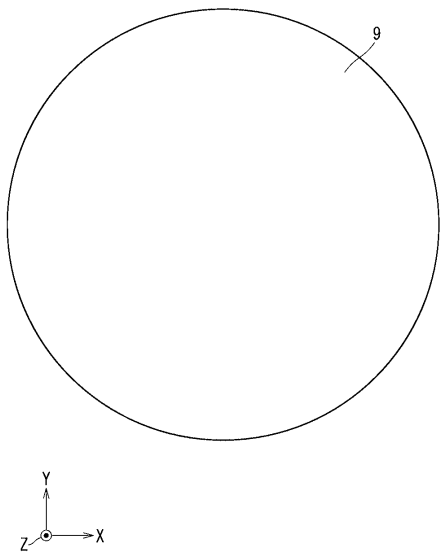
40

50

【図 2 1】

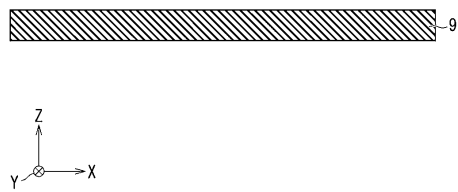


【図 2 2】

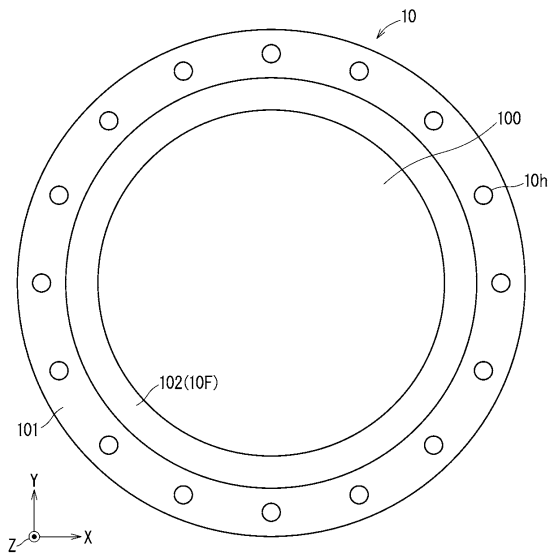


10

【図 2 3】



【図 2 4】



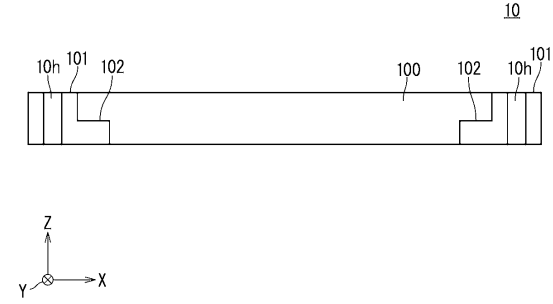
20

30

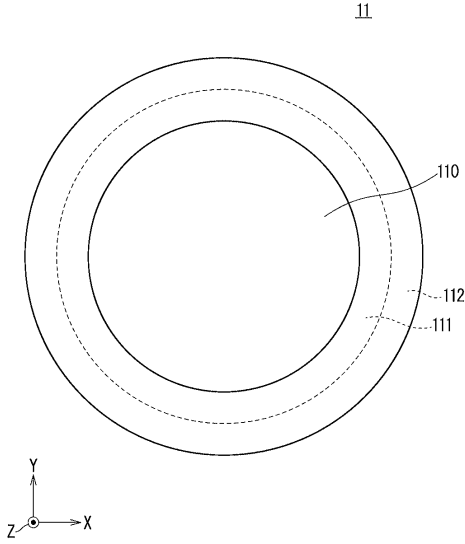
40

50

【図 2 5】



【図 2 6】

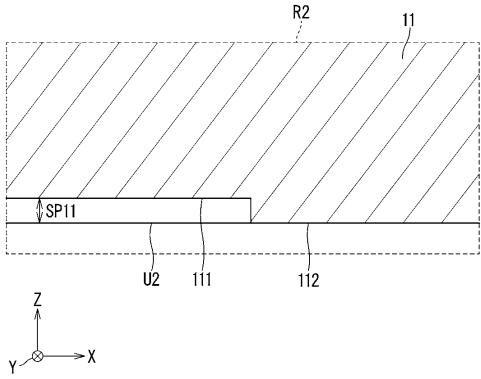


10

【図 2 7】



【図 2 8】



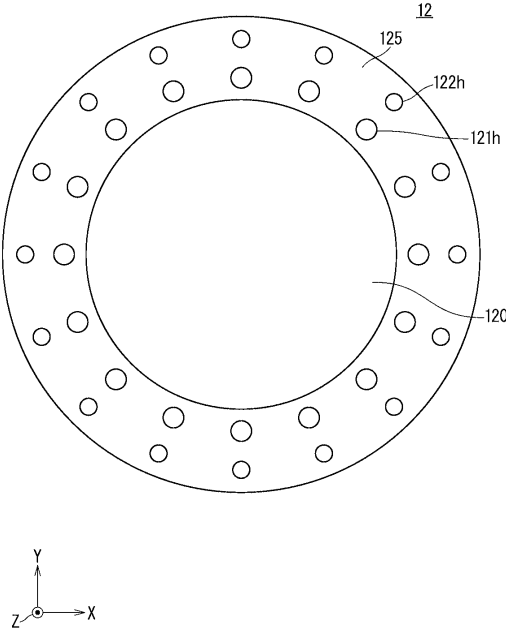
20

30

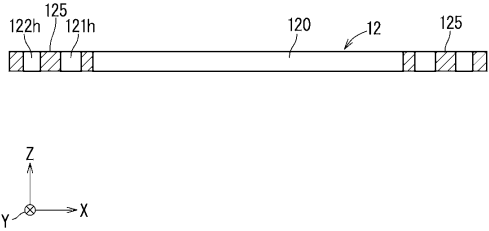
40

50

【図 29】

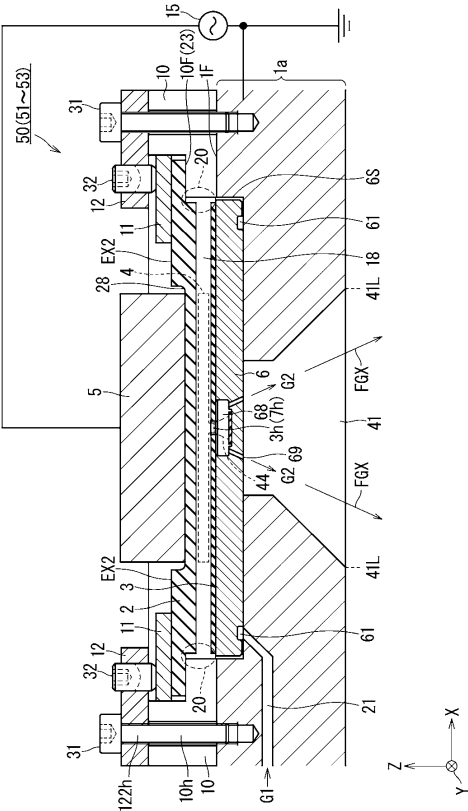


【図 30】

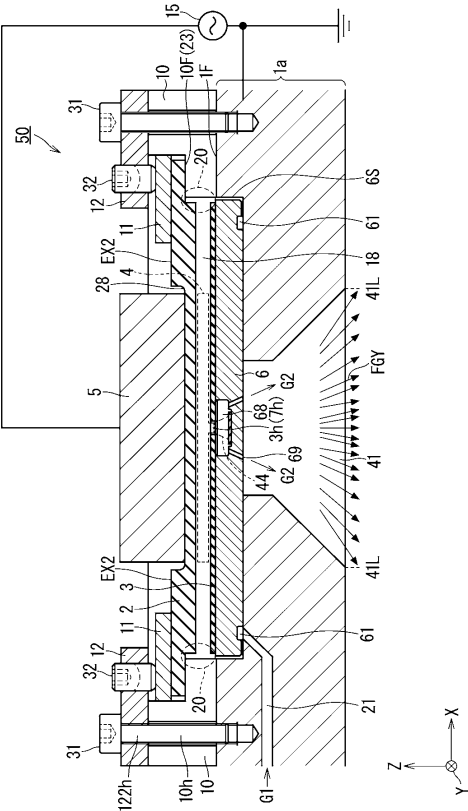


10

【図 31】



【図 32】



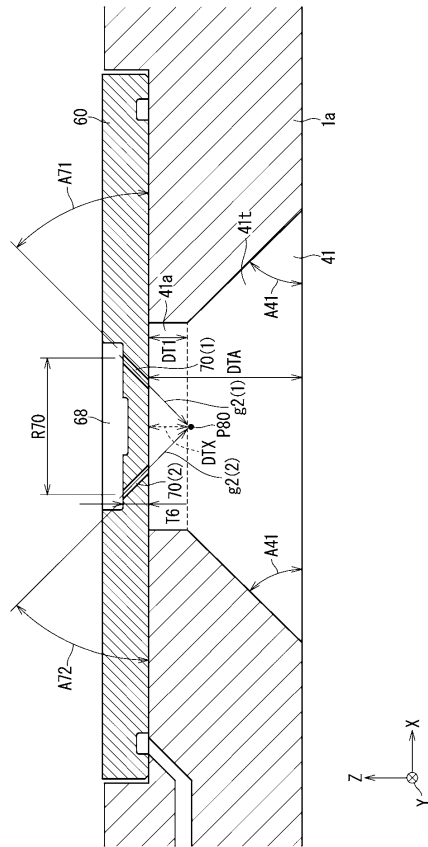
20

30

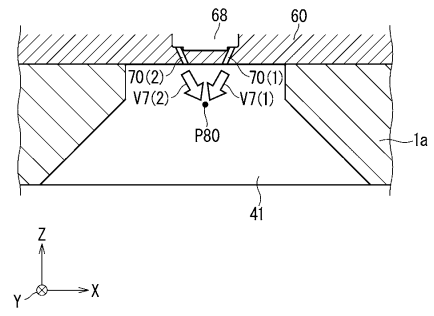
40

50

【図 3 7】



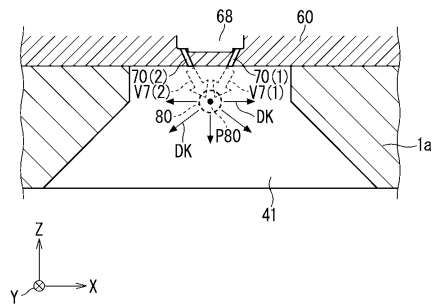
【圖 38】



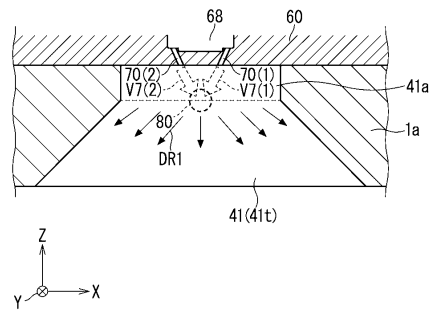
10

20

【図 39】



【図 40】

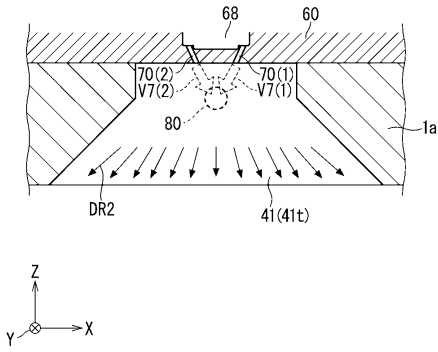


30

40

50

【図 4 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特許第 7 2 9 7 3 9 9 (JP, B1)
国際公開第 2 0 2 1 / 1 0 6 1 0 0 (WO, A1)
特開 2 0 1 2 - 1 1 2 5 4 9 (JP, A)
特開 2 0 0 7 - 0 9 0 2 0 9 (JP, A)
国際公開第 2 0 2 3 / 2 2 3 4 5 4 (WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H 0 5 H 1 / 2 4
B 0 1 J 1 9 / 0 8