

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3723794号
(P3723794)

(45) 発行日 平成17年12月7日(2005.12.7)

(24) 登録日 平成17年9月22日(2005.9.22)

(51) Int.C1.⁷

F 1

H 05 H 1/24

H 05 H 1/24

B 01 J 19/08

B 01 J 19/08

H

C 23 C 16/455

C 23 C 16/455

H 01 L 21/205

H 01 L 21/205

H 01 L 21/3065

H 01 L 21/302 1 O 1 E

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2002-294127 (P2002-294127)

(22) 出願日

平成14年10月7日 (2002.10.7)

(65) 公開番号

特開2004-127853 (P2004-127853A)

(43) 公開日

平成16年4月22日 (2004.4.22)

審査請求日

平成17年1月17日 (2005.1.17)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000002174

積水化学工業株式会社

大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号

(74) 代理人 100085556

弁理士 渡辺 昇

(72) 発明者 北畠 裕也

東京都八王子市北野町593-8 積水化
学工業株式会社内

審査官 山口 敦司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ表面処理装置の電極構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対向配置された一対の電極どうし間のプラズマ空間に処理ガスを導入するとともにプラズマ化して被処理物へ吹き出すプラズマ表面処理装置において、

上記一対の電極の各々が、電極本体と、この電極本体を収容する固体誘電体からなる誘電ケースとを備え、この誘電ケースの他方の電極と対向する対向壁が、上記電極本体の他方の電極との対向面に設けられた固体誘電体層を構成しており、

双方の誘電ケースの対向壁どうしが突き合わされ、少なくとも一方の誘電ケースの対向壁の突き合わせ面に上記プラズマ空間となる凹部が形成され、一対の対向壁における被処理物側を向くべき先端面どうしの境に上記凹部が開口していることを特徴とするプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 2】

上記誘電ケースにおける上記電極本体を収容する内部空間が、他方の電極とは逆側の背面に開口されており、上記誘電ケースの上記開口の側の端部が、上記電極本体より突出されていることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 3】

上記一対の誘電ケースによって、上記処理ガスを上記境に沿う方向に均一化させるガス均一化路が形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【請求項 4】

10

20

上記対向壁の突き合わせ面には、先端部へ向かうにしたがって上記境に沿って広がるように枝分かれするツリー状溝が形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ表面処理装置の電極構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、プラズマによって被処理物のエッチング、成膜、表面改質、洗浄等の表面処理を行なうプラズマ表面処理装置におけるプラズマ発生用の電極の構造に関し、特に所謂リモート式のプラズマ表面処理装置における電極構造に関する。

【0002】

10

【従来の技術】

プラズマ表面処理装置では、一対の電極間（プラズマ空間）に処理ガスを導入するとともに電界を印加してプラズマを発生させ、これを被処理物に当てて所望の表面処理を行なう。一対の電極は、例えば 2 つの金属導体平板を平行に配置してなり、これら平板どうしの対向面には、セラミック等からなる固体誘電体が溶射等で被膜されている（例えば、特許文献 1 参照）。

また、一対の電極の外に被処理物を配置し、これに向けてプラズマ化した処理ガスを吹き付ける所謂リモート式のプラズマ表面処理装置も公知である（例えば、特許文献 2 参照）。

【0003】

20

【特許文献 1】

特開平 11 - 236676 号公報（第 5 頁段落 0049、第 9 図）

【特許文献 2】

特開平 11 - 251304 号公報（第 1 頁、第 2 図）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来のプラズマ表面処理装置では、一対の電極間に処理ガスを通すとともにプラズマ化させるための空間を確保するために、電極間の間隔を所定に維持するスペーサ等の間隔維持手段が別途必要であった。また、電極間のプラズマ空間ひいてはその下流端の処理ガス吹き出し口が、例えばスリット状に延びている場合には、この延び方向に処理ガスを分散、均一化させたうえでプラズマ空間に導入するための分散、均一化手段が別途必要であった。

【0005】

30

【課題を解決するための手段】

上記問題点を解決するために、本発明は、対向配置された一対の電極どうし間のプラズマ空間に処理ガスを導入するとともに印加電界によりプラズマ化（活性化）して被処理物（基材、ワーク）へ吹き出す所謂リモート式のプラズマ表面処理装置において、上記一対の電極の各々が、電極本体と、この電極本体の少なくとも他方の電極との対向面に設けられた固体誘電体層としての誘電板とを備え、双方の誘電板が、合掌状態に突き合わされるとともに双方の電極本体によって挟まれ、少なくとも一方の誘電板の突き合わせ面に上記プラズマ空間となる凹溝が形成されており、一対の誘電板における被処理物側を向くべき先端面どうしの境に上記凹溝が開口して、上記プラズマ空間の下流端の吹き出し口を形成していることを特徴とする。これによって、電極間の間隔を所定に維持するための別途の間隔維持手段が不要となり、部品点数を少なくでき、構造のコンパクト化を図ることができる。

【0006】

40

更に、上記一対の誘電板の間に、上記処理ガスを上記境に沿う方向に均一化させるガス均一化路が形成されていることが望ましい。これによって、別途のガス均一化手段も不要となり、部品点数の一層の削減を図ることができる。この場合、一対の誘電板を被処理物とは逆側を向く基端側へ電極本体より延出させ、この延出部に上記ガス均一化路を形成し、

50

このガス均一化路に上記空間が連なるようにもよい。更に、上記延出部には、互いの対向面にガス均一化路を半割りにした凹部を形成し、一対の延出部どうしを突き合わせ、上記半割り凹部を合わせることによって、ガス均一化路が形成されるようにもよい。

【0007】

上記凹溝が、上記電極の被処理物とは逆側を向くべき基端部から被処理物側へ向くべき先端部へ近づくにしたがって上記一対の誘電板の先端面どうしの境に沿って広がるように枝分かれしていることが望ましい。これによって、処理ガスを上記空間の通過過程で分散させて吹き出すことができ、構成の一層のコンパクト化を図ることができる。

【0008】

【発明の実施の形態】

10

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

図1及び図2は、本発明の第1実施形態に係るプラズマ表面処理装置M1を示したものである。装置M1は、処理ガス源1と、パルス電源2（電界印加手段）と、電極ユニット10とを備えている。処理ガス源1には、プラズマ表面処理の目的に応じた処理ガスが貯えられている。パルス電源4（電界印加手段）は、電極本体21にパルス電圧を出力するようになっている。このパルスの立上がり時間及び／又は立下り時間は、10μs以下、電界強度は1～1000kV/cm、周波数は0.5kHz以上であることが望ましい。

【0009】

詳細な図示は省略するが、電極ユニット10は、ノズルヘッドに収容された状態で架台に支持されている。電極ユニット10の下方には、大面積の板状の基材（被処理物）Wがセットされており、この基材Wに成膜、エッチング、表面改質等の表面処理が施されるようになっている。

20

【0010】

電極ユニット10は、互いに別体をなす一対の電極20,30で構成され、これら電極20,30が、前後（図1において左右）に対向するとともに、突き合されて一体化されている。電極20,30は、それぞれ導電金属製の電極本体21,31と、この電極本体31における他方の電極との対向面に設けられた固体誘電体層としての誘電板25とを備えている。後側の電界印加電極20の本体21は、断面四角形状をなして左右（図1において紙面と直交する方向）へ長く延びている。この電界印加電極本体21に、上記パルス電源2が給電線2aを介して接続されている。前側の接地電極30の本体31は、上記電界印加電極本体21と同一形状をなして左右に長く延びている。この接地電極本体31から接地線3aが延び、接地されている。

30

【0011】

電界印加電極20の誘電板25は、セラミック等の固体誘電体の板で構成され、長尺の電極本体21に合わせて左右に長く延びている。図2に示すように、誘電板25には、上端縁の中央部から出発して下方（被処理物側へ向くべき先端部）に向かうにしたがって左右長手方向に（誘電板25,35の先端面どうしの境に沿って）広がるように複数段階にわたって枝分かれするツリー状の溝25xと、このツリー状溝25xの末端の多数の枝に連なる凹部25yとが形成されている。凹部25yは、誘電板25の略全長にわたって延びるとともに下端面へ達している。ツリー溝25xと凹部25yとによって、「プラズマ空間となるべき凹溝」が構成されている。

40

【0012】

同様に、接地電極30の誘電板35は、固体誘電体の板で構成され、接地電極本体31に合わせて左右に長く延びている。詳細な図示は省略するが、誘電板32にも、電界印加電極20の誘電板25と同一形状のツリー状溝35x及び凹部35yが形成されている（図1参照）。

【0013】

そして、双方の誘電板25,35が、合掌状態に突き合されて互いに貼り合わされるとともに、双方の電極本体21,31によって前後両側から挟まれている。これにより、誘電板25,35のツリー状溝25x,35xどうしが合わさってツリー状通路（ガス均一化

50

路、ガス分散路) $10 \times$ が形成されている。ツリー状通路 $10 \times$ の上流端は、誘電板 $25_x, 35_y$ の上面どうしの境に開口され、供給口 $10 \times_{IN}$ となっている。この供給口 $10 \times_{IN}$ にガス供給管 $1a$ を介して上記処理ガス源 1 が接続されている。

また、凹部 $25y, 35y$ どうしが合わさって、上記通路 $10 \times$ に連なるガス吹出し通路 $10y$ が形成されている。通路 $10y$ の下端は、ケース本体 $22, 32$ の下面どうしの境へ開口し、吹き出し口 $10y_{OUT}$ を構成している。

これら通路 $10x, 10y$ は、略全体が電極本体 $21, 31$ の間に介在され、「プラズマ空間」となっている。

【0014】

上記構成のプラズマ表面処理装置 $M1$ の動作を説明する。

10

処理ガス源 1 からの処理ガスは、ガス供給管 $1a$ を経て、供給口 $10 \times_{IN}$ からツリー状通路 $10 \times$ に導入される。そして、このツリー状通路 $10 \times$ によって長手方向へ順次均一に分散されながら下へ向かい、通路 $10y$ へ流れて行く。一方、パルス電源 2 によって電極本体 $21, 31$ 間に電界が印加される。これによって、通路 $10x, 10y$ 内でグロー放電が発生する。この結果、処理ガスが、ツリー状通路 $10 \times$ での分散流通の過程で順次プラズマ化され、ガス吹き出し通路 $10y$ においても更にプラズマ化された後、下端の吹き出し口 $10y_{OUT}$ から基材 W へ向けて吹出される。これによって、基材 W の長手方向に一度に、しかも均一に所望の表面処理を施すことができる。

【0015】

このように、装置 $M1$ によれば、誘電板 $25, 35$ どうしを合掌状態で突き当て、更にこれを電極本体 $21, 31$ で挟持したことによって、電極本体 $21, 31$ 間の間隔を所定に維持することができる。したがって、別途の間隔維持手段が不要であり、部品点数を削減でき、構造のコンパクト化を図ることができる。また、誘電板 $25, 35$ どうしを合掌させることによって、ガス通路 $10x, 10y$ を構成することができ、この通路 $10x, 10y$ 内において処理ガスを分散、均一化させながらプラズマ化させることができる。したがって、別途のガス分散・均一化手段が不要であり、部品点数の一層の削減を図ることができ、構成の一層のコンパクト化を図ることができる。

20

【0016】

次に、本発明の他の実施形態を説明する。以下の実施形態において、既述の実施形態と同様の構成に関しては、図面に同一符号を付して説明を簡略化する。

30

図3及び図4は、本発明の第2実施形態を示したものである。この実施形態に係るプラズマ表面処理装置 $M2$ では、上記装置 $M1$ と同様に、電極ユニット 20 が、互いに別体をなす一対の電界印加電極 20 及び接地電極 30 で構成され、これら電極 $20, 30$ どうしが、突き合されることによって一体化されている。各電極 $20, 30$ は、長尺の電極本体 $21, 31$ と誘電ケース $22, 32$ を備えている。

【0017】

電界印加電極 20 の誘電ケース 22 は、長尺の電極本体 21 に合わせて左右に長く延びるケース本体 23 と蓋 24 を備えている。これらケース本体 23 及び蓋 24 は、セラミック等の固体誘電体で構成されている。ケース本体 23 には、接地電極 30 とは逆側の背面へ開口する内部空間 $23a$ が形成されている。この内部空間 $23a$ に、電界印加電極本体 21 が着脱可能に収容され、内部空間 $23a$ の背面開口が蓋 24 で塞がれている。ケース本体 23 において、内部空間 $23a$ の奥壁を構成するとともに接地電極 30 と対向すべき対向壁 $25A$ (誘電板) には、上記第1実施形態と同様のツリー状溝 $25x$ 及び凹部 $25y$ が形成されている(図4)。

40

なお、誘電ケース 22 は、電界印加電極本体 21 を包む固体誘電体層としての機能を有している。したがって、対向壁 $25A$ は、電界印加電極本体 21 の接地電極 30 との対向面に設けられるべき固体誘電体層としての機能を有している。給電線 $2a$ は、ケース本体 23 を通して引き出してもよく、蓋 24 を通して引き出してもよい。

【0018】

同様に、接地電極 30 の誘電ケース 32 は、接地電極本体 31 に合わせて左右に長く延び

50

る固体誘電体製のケース本体 3 3 及び蓋 3 4 を備えている。ケース本体 3 3 には、電界印加電極 2 0 とは逆側の背面へ開口する内部空間 3 3 a が形成されている。内部空間 3 3 a には接地電極本体 3 1 が着脱可能に収容され、内部空間 3 3 a の背面開口が蓋 3 4 で塞がれている。ケース本体 3 3 において、内部空間 3 3 a の奥壁を構成するとともに電界印加電極 2 0 と対向すべき対向壁 3 5 A (誘電板) には、上記対向壁 2 5 A と同様のツリー状溝 3 5 x 及び凹部 3 5 y が形成されている (図 3 参照)。

なお、誘電ケース 3 2 は、接地電極本体 3 1 を包む固体誘電体層としての機能を有している。したがって、対向壁 3 5 A は、接地電極本体 3 1 の電界印加電極 2 0 との対向面に設けられるべき固体誘電体層としての機能を有している。接地線 3 a は、ケース本体 3 3 を通して引き出してもよく、蓋 3 4 を通して引き出してもよい。

10

【0019】

そして、双方の電極 2 0 , 3 0 の対向面どうし、すなわち、対向壁 2 5 A , 3 5 A どうしが、合掌状態に突き合されて互いに貼り合わされている。(対向壁 2 5 A , 3 5 A が、電極本体 2 1 , 3 1 によって前後両側から挟まれた状態になっている。)これにより、対向壁 2 5 A , 3 5 A のツリー状溝 2 5 x , 3 5 x どうしが合わさってツリー状通路 (ガス均一化路、ガス分散路) 1 0 x が形成され、凹部 2 5 y , 3 5 y どうしが合わさって、上記通路 1 0 x に連なるガス吹出し通路 1 0 y が形成されている。

【0020】

この第 2 実施形態に係るプラズマ表面処理装置 M 2 によれば、各電極本体 2 1 , 3 1 の全體が、固体誘電体層としての誘電ケース 2 2 , 3 2 で覆われているため、互いの対向面では勿論、背面やエッジにおいても異常放電を防止できる。また、ケース 2 2 , 3 2 に膜等の汚れが付着した場合には、電極本体 2 1 , 3 1 を取り出し、ケース 2 2 , 3 2 だけを例えれば強酸等の薬液に漬ける等して洗浄することができ、メンテナンスを容易化できる。

20

【0021】

図 5 及び図 6 は、本発明の第 3 実施形態を示したものである。この実施形態に係るプラズマ表面処理装置 M 3 では、ケース本体 2 3 , 3 3 が、それぞれ電極本体 2 1 , 3 1 より上へ延出されている。一対のケース本体 2 3 , 3 3 のこれら上側延出部どうしによってガス均一化部 1 1 が構成され、下側部どうしによって電極対向配置部 1 2 が構成されている。

【0022】

電界印加側のケース本体 2 3 の上側部 (ガス均一化部 1 1) は、水平な隔壁 2 6 によって仕切られた上下 2 つの半割り膨張室 2 3 b , 2 3 d を有して、大略 E 字状の断面をなしている。半割り膨張室 2 3 b , 2 3 d は、接地側のケース本体 3 3 へ向けて開口されている。同様に、接地側のケース本体 3 3 の上側部 (ガス均一化部 1 1) は、水平隔壁 3 6 によって仕切られるとともに電界印加側ケース本体 2 3 へ向けて開口する上下 2 つの半割り膨張室 3 3 b , 3 3 d を有している。

30

【0023】

電界印加側のケース本体 2 3 の下側部 (電極対向配置部 1 2) には、接地電極 3 0 とは逆側の背面へ開口する内部空間 2 3 a が形成されている。内部空間 2 3 a には電界印加電極本体 2 1 が着脱可能に収容され、内部空間 2 3 a の背面開口が蓋 2 4 で塞がれている。ケース本体 2 3 において、内部空間 2 3 a の奥壁を構成するとともに接地電極 3 0 と対向すべき対向壁 2 5 A (誘電板) には、電極 3 0 との対向面に凹部 (凹溝) 2 5 a が形成されている。凹部 2 5 a は、ケース本体 2 3 の略全長にわたって延びるとともにケース本体 2 3 の下端面 (被処理物を向くべき先端面) へ達している。

40

【0024】

同様に、接地側のケース本体 3 3 の下側部 (電極対向配置部 1 2) には、電界印加電極 2 0 とは逆側の背面へ開口する内部空間 3 3 a が形成されている。内部空間 3 3 a には接地電極本体 3 1 が着脱可能に収容され、内部空間 3 3 a の背面開口が蓋 3 4 で塞がれている。ケース本体 3 3 において、内部空間 3 3 a の奥壁を構成するとともに電界印加電極 2 0 と対向すべき対向壁 3 5 A (誘電板) には、電極 2 0 との対向面に凹部 3 5 a が形成されている。凹部 3 5 a は、ケース本体 3 3 の略全長にわたって延びるとともにケース本体 3

50

3の下端面(被処理物を向くべき先端面)へ達している。

【0025】

そして、一対のケース本体23, 33の上側及び左右両側の対向縁どうしが、突き合されている。これにより、双方のガス均一化部11において、上側の半割り膨張室23b, 33bどうしが合わさって第1膨張室11bが形成され、下側の半割り膨張室23d, 33dどうしが合わさって下側の第2膨張室11dが形成されている。これら膨張室11b, 11dは、それぞれ左右に延びるとともに、前後幅方向にも広がり、十分に大きな容積を有している。

【0026】

一対のケース本体23, 33の上板には、互いの対向縁の長手方向の中央部に供給口11aが形成されている。この供給口11aにガス供給管1aを介して上記処理ガス源1が接続されている。また、供給口11aに第1膨張室11bが連なっている。

10

【0027】

一対のケース本体23, 33の隔壁26, 36の対向縁どうし間にはスリット状の隙間11c(圧損形成路)が形成されている。この隙間11cを介して上下の膨張室11b, 11dどうしが連なっている。

一対のケース本体23, 33において、ガス均一化部11と電極対向配置部12との境板27, 37の対向縁どうし間にはスリット状の隙間11e(プラズマ空間への導入路)が形成されている。この隙間11eを介して、第2膨張室11dが後記プラズマ空間12aに連なっている。供給口11a、膨張室11b、隙間11c、膨張室11d、隙間11eによって「ガス均一化路」が構成されている。

20

【0028】

更に、双方のケース本体23, 33の電極対向配置部12において、凹部25a, 35aどうしが合わさってプラズマ空間12aが形成されている。プラズマ空間12aは、ケース本体23, 33の下面へ開口し、左右に細長い吹き出し口12a_{OUT}を構成している。

【0029】

第3実施形態のプラズマ表面処理装置M3では、処理ガス源1からの処理ガスが、ガス供給管1aを経て供給口11aへ供給される。そして、第1膨張室11bに導入されて膨張(高コンダクタンス化)された後、隙間11cで絞られて圧損を生じ(低コンダクタンス化され)、次に第2膨張室11dに導入されて再び膨張される。更に、隙間11eで絞られて再び圧損を生じる。このように、膨張と絞りを交互に加えることにより、処理ガスを左右長手方向に十分に均一化させた後、プラズマ空間12aへ導入することができる。そして、電極本体21, 31間に電界を印加することによって、処理ガスがプラズマ化される。このプラズマ化された処理ガスが、下端の吹き出し口12a_{OUT}から基材Wへ吹き付けられる。

30

【0030】

装置M3によれば、ケース22, 32にガス均一化部11が一体に組み込まれているので、別途のガス均一化手段が不要であり、部品点数の一層の削減を図ることができる。

なお、ガス均一化部の膨張室は、第1、第2の二段だけに限られず、3段以上設けてもよい。これら膨張室どうしを連ねる圧損形成路は、隙間11c, 11eのようなスリット状に代えて、スポット(貫通小孔)状になるように構成してもよい。

40

【0031】

本発明は、上記実施形態に限定されず、種々の改変が可能である。

例えば、「プラズマ空間となる凹溝」は、少なくとも一方の誘電板の対向面に形成されていればよく、他方の誘電板の対向面はフラットになっていてもよい。或いは、途中までは一方の誘電板に形成され、そこから先は他方の誘電板に形成されていてもよい。

本発明は、常圧下、減圧下の何れのプラズマ表面処理にも適用できる。

【0032】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、プラズマ表面処理装置における電極間の間隔を所

50

定に維持するための別途の間隔維持手段が不要となり、部品点数を少なくでき、構造のコンパクト化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係るプラズマ表面処理装置の概略構成を示す側面断面図である。

【図 2】図 1 の II - II に沿う上記装置の電極ユニットの電界印加電極誘電板の正面図である。

【図 3】本発明の第 2 実施形態に係るプラズマ表面処理装置の概略構成を示す側面断面図である。

【図 4】図 3 の IV - IV に沿う上記第 2 実施形態に係る装置の電極ユニットの電界印加電極誘電ケースの正面図である。 10

【図 5】本発明の第 3 実施形態に係るプラズマ表面処理装置の概略構成を示す側面断面図である。

【図 6】図 5 の VI - VI に沿う上記第 3 実施形態に係る装置の電極ユニットの電界印加電極誘電ケースの正面図である。 20

【符号の説明】

M 1 , M 2 , M 3 プラズマ表面処理装置

W 基材（被処理物）

1 0 x ツリー状通路（プラズマ空間）

1 0 y ガス吹き出し通路（プラズマ空間）

1 1 ガス均一化部

1 2 a プラズマ空間

2 1 , 3 1 電極本体

2 5 , 3 5 誘電板

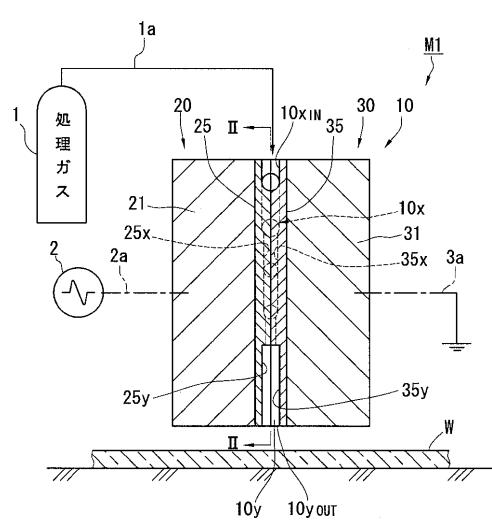
2 5 A , 3 5 A 対向壁（誘電板）

2 5 a 凹部（凹溝）

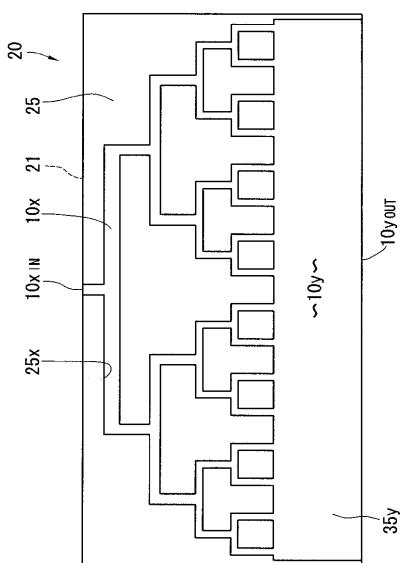
2 5 x ツリー状溝（凹溝）

2 5 y 凹部（凹溝）

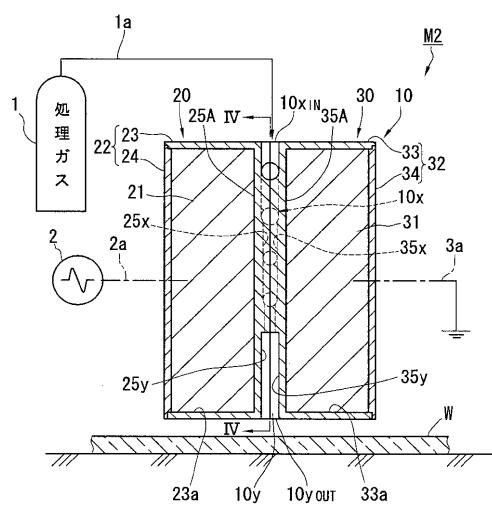
【図1】



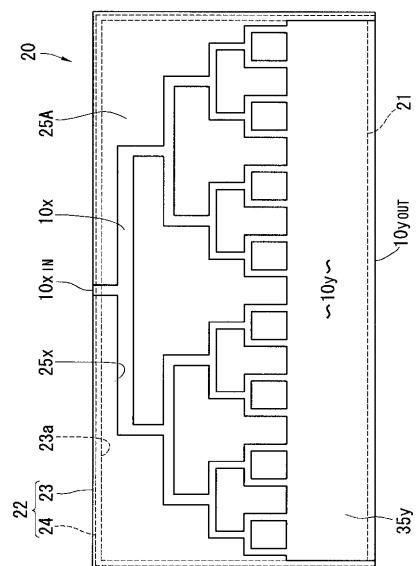
【図2】



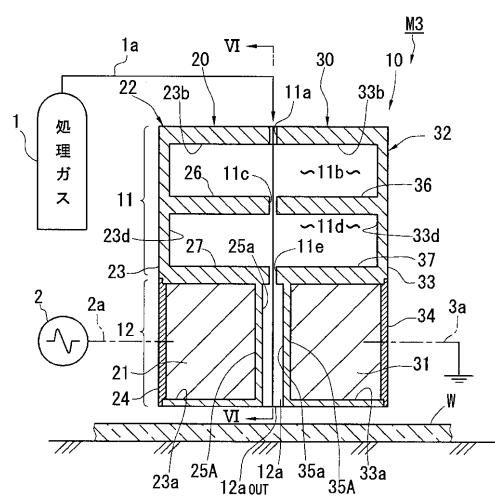
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-176050(JP,A)
特開2002-075692(JP,A)
特開平07-245192(JP,A)
特開平07-062546(JP,A)
実開昭63-019571(JP,U)
実開平05-089451(JP,U)
特開平09-092493(JP,A)
特開平04-358076(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H05H 1/24
B01J 19/08
C23C 16/455
H01L 21/205
H01L 21/3065