

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2020年6月11日(11.06.2020)



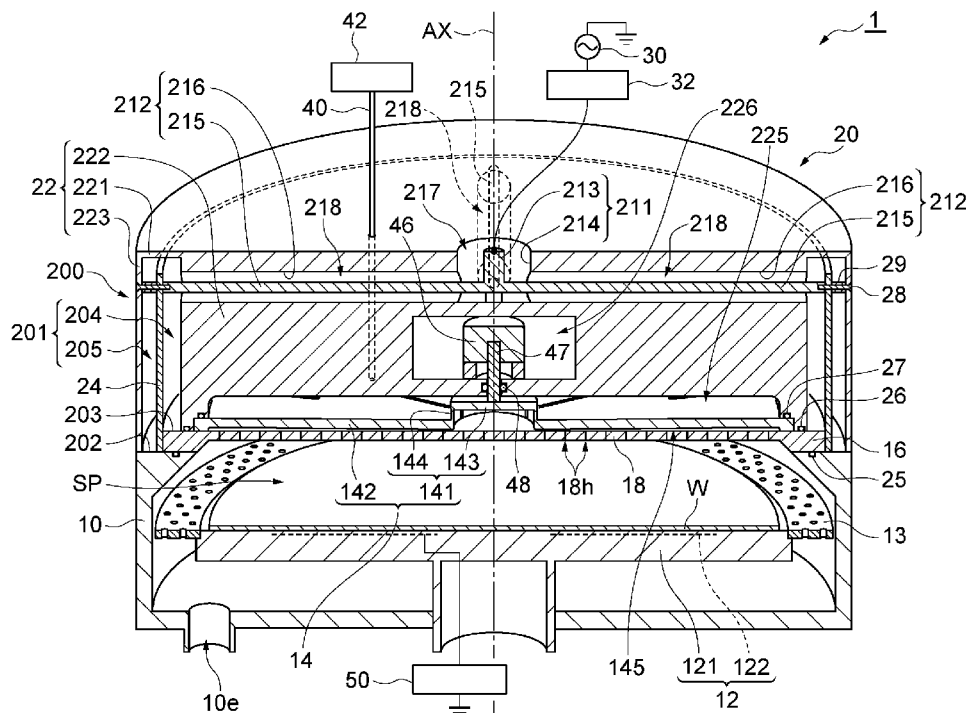
(10) 国際公開番号

**WO 2020/116259 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*H05H 1/46* (2006.01) *H01L 21/31* (2006.01)  
*H01L 21/3065* (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/046238
- (22) 国際出願日: 2019年11月26日(26.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2018-229244 2018年12月6日(06.12.2018) JP
- (71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(**TOKYO ELECTRON LIMITED**) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP). 国立大学法人東北大学(**TOHOKU UNIVERSITY**)
- [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 平山 昌樹 (**HIRAYAMA Masaki**); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(**HASEGAWA Yoshiki et al.**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: PLASMA PROCESSING DEVICE AND PLASMA PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法



(57) Abstract: The plasma processing device according to one exemplified embodiment is provided with a processing container, a stage, a top electrode, and an introduction unit. The stage is provided within the processing container. The top electrode is provided above the stage through the space in the processing container. The introduction unit introduces a high-frequency wave that is a VHF wave and is provided at a lateral direction end in the space in the processing container. The stage includes a body and a conductive layer. The body is formed of an insulating body. The conductive layer is

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

provided within the body. The conductive layer has the shortest distance from the upper surface of the stage among one or more conductive layers provided within the stage. The conductive layer is formed annularly.

(57) 要約: 一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置は、処理容器、ステージ、上部電極、及び導入部を備える。ステージは、処理容器内に設けられている。上部電極は、ステージの上方に処理容器内の空間を介して設けられている。導入部は、V H F波である高周波の導入部であり、処理容器内の空間の横方向端部に設けられている。ステージは、本体及び導電層を含む。本体は、絶縁体から形成されている。導電層は、本体内に設けられている。導電層は、ステージ内に設けられた一つ以上の導電層のうちステージの上面から最短の距離を有する。導電層は、環状に形成されている。

## 明 細 書

**発明の名称：** プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

### 技術分野

[0001] 本開示の例示的实施形態は、プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 電子デバイスの製造においてはプラズマ処理装置が用いられている。一種のプラズマ処理装置は、特許文献1に記載されている。プラズマ処理装置としては、容量結合型のプラズマ処理装置が知られている。容量結合型のプラズマ処理装置として、超短波（VHF）帯の周波数を有する高周波をプラズマの生成に用いるプラズマ処理装置が注目されている。なお、VHF帯とは、30MHz～300MHz程度の範囲の周波数帯である。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-195150号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] VHF帯の周波数を有する高周波をプラズマの生成に用いるプラズマ処理装置においては、ステージの中央部と外周部との間で高周波電界が発生することがある。このような高周波電界の発生を抑制することが求められている。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 一つの例示的实施形態において、プラズマ処理装置が提供される。プラズマ処理装置は、処理容器、ステージ、上部電極、及び導入部を備える。ステージは、処理容器内に設けられている。上部電極は、ステージの上方に処理容器内の空間を介して設けられている。導入部は、VHF波である高周波の導入部である。導入部は、処理容器内の空間の横方向端部に設けられている。

。ステージは、本体及び導電層を含む。本体は、絶縁体から形成されている。導電層は、本体内に設けられている。導電層は、ステージ内に設けられた一つ以上の導電層のうちステージの上面から最短の距離を有する。導電層は、ステージ上に載置される基板とステージとの間で静電引力を発生させるための電極、高周波が供給される電極、及び接地される電極のうち何れかである。導電層は、環状に形成されている。

### 発明の効果

[0006] 一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置によれば、ステージの中央部と外周部との間の高周波電界を抑制することが可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0007] [図1]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図2]一つの例示的实施形態に係る上部電極を示す斜視図である。

[図3]一つの例示的实施形態に係るステージを示す破断斜視図である。

[図4]別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図5]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図6]別の例示的实施形態に係るステージを示す破断斜視図である。

[図7]更に別の例示的实施形態に係るステージを示す破断斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0008] 以下、種々の例示的实施形態について説明する。

[0009] 一つの例示的实施形態において、プラズマ処理装置が提供される。プラズマ処理装置は、処理容器、ステージ、上部電極、及び導入部を備える。ステージは、処理容器内に設けられている。上部電極は、ステージの上方に処理容器内の空間を介して設けられている。導入部は、VHF波である高周波の導入部である。導入部は、処理容器内の空間の横方向端部に設けられている。ステージは、本体及び導電層を含む。本体は、絶縁体から形成されている。導電層は、本体内に設けられている。導電層は、ステージ内に設けられた

一つ以上の導電層のうちステージの上面から最短の距離を有する。導電層は、ステージ上に載置される基板とステージとの間で静電引力を発生させるための電極、高周波が供給される電極、及び接地される電極のうち何れかである。導電層は、環状に形成されている。

[0010] 上記例示的实施形態に係るプラズマ処理装置では、導電層が環状に形成されているので、導電層の径方向の幅が小さく、ステージの中央部と外周部との間に発生する電位差が抑制される。その結果、ステージの中央部と外周部との間で発生する高周波電界が抑制される。

[0011] 一つの例示的实施形態において、導電層は、前記ステージ上に載置される基板の直径よりも小さい外径を有していてもよい。

[0012] 一つの例示的实施形態において、導電層は、メッシュ状に形成されていてもよい。

[0013] 一つの例示的实施形態において、ステージは、ステージ上に載置される基板とステージとの間で静電引力を発生させるための単一の電極として、前記導電層を有していてもよい。

[0014] 別の一つの例示的实施形態において、プラズマ処理装置が提供される。プラズマ処理装置は、処理容器、ステージ、上部電極、及び導入部を備える。ステージは、処理容器内に設けられており、金属から形成されている。上部電極は、ステージの上方に処理容器内の空間を介して設けられている。導入部は、V H F 波である高周波の導入部である。導入部は、処理容器内の空間の横方向端部に設けられている。ステージの上面は、基板載置領域及びフォーカスリング搭載領域を有する。載置領域は、その上に載置される基板の直径よりも小さい直径を有する。フォーカスリング搭載領域は、基板載置領域よりも径方向外側で延在している。絶縁性を有するフォーカスリングが、その内縁の上面が基板載置領域上に搭載される基板のエッジの下面に対面するように、フォーカスリング搭載領域上に搭載される。この実施形態によれば、フォーカスリングによってステージの中央部と外周部との間で発生する高周波電界が抑制される。

[0015] 別の例示的实施形態においては、プラズマ処理装置を用いて基板にプラズマ処理を行うプラズマ処理方法が提供される。プラズマ処理方法は、プラズマ処理装置の処理容器内の空間にガスを供給する工程を含む。プラズマ処理方法は、処理容器内でステージ上に載置された基板に対してプラズマ処理を行うために、空間に高周波を導入する工程を更に含む。プラズマ処理装置は、上述した種々の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置のうち何れかである。

[0016] 上記例示的实施形態に係るプラズマ処理方法では、基板に対するプラズマ処理時に、ステージの中央部と外周部との間で発生する高周波電界が抑制される。

[0017] 以下、図面を参照して種々の例示的实施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附することとする。

[0018] 図1は、一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図1に示すプラズマ処理装置1は、処理容器10、ステージ12、上部電極14、及び導入部16を備えている。

[0019] 処理容器10は、略円筒形状を有する。処理容器10は、鉛直方向に沿って延在している。処理容器10の中心軸線は、鉛直方向に延びる軸線AXである。処理容器10は、アルミニウム又はアルミニウム合金といった導体から形成されている。処理容器10の表面上には、耐腐食性を有する膜が形成されている。耐腐食性を有する膜は、酸化イットリウム膜、酸化フッ化イットリウム膜、フッ化イットリウム膜、又は酸化イットリウム、フッ化イットリウム等を含むセラミック膜であり得る。処理容器10は、接地されている。

[0020] ステージ12は、処理容器10内に設けられている。ステージ12は、その上面の上に載置された基板Wを略水平に支持するように構成されている。ステージ12は、略円盤形状を有している。ステージ12の中心軸線は、軸線AXに略一致していてもよい。即ち、ステージ12の中心は、軸線AX上

に位置していてもよい。ステージ 12 の詳細については後述する。

[0021] 一実施形態において、プラズマ処理装置 1 は、バッフル部材 13 を更に備えていてもよい。バッフル部材 13 は、ステージ 12 と処理容器 10 の側壁との間で延在している。バッフル部材 13 は、略環状の板材である。バッフル部材 13 は、例えば、酸化アルミニウムといった絶縁体から形成されている。バッフル部材 13 には、複数の貫通孔が形成されている。複数の貫通孔は、バッフル部材 13 をその板厚方向に貫通している。ステージ 12 の下方において処理容器 10 には、排気口 10e が形成されている。排気口 10e には、排気装置が接続されている。排気装置は、圧力制御弁並びにターボ分子ポンプ及び／又はドライポンプといった真空ポンプを含んでいる。

[0022] 上部電極 14 は、処理容器 10 内の空間 S P を介してステージ 12 の上方に設けられている。上部電極 14 は、アルミニウム又はアルミニウム合金といった導体から形成されている。一実施形態において、上部電極 14 は、略円盤形状を有している。上部電極 14 の中心軸線は、軸線 A X に略一致している。プラズマ処理装置 1 は、ステージ 12 と上部電極 14 との間の空間 S P においてプラズマを生成するように構成されている。上部電極 14 の詳細については後述する。

[0023] 一実施形態において、プラズマ処理装置 1 は、誘電体板 18 を更に備えていてもよい。誘電体板 18 は、上部電極 14 の直下に設けられている。誘電体板 18 は、空間 S P を介してステージ 12 の上面に対面している。空間 S P は、誘電体板 18 とステージ 12 との間の空間である。誘電体板 18 は、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、又は窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化イットリウム等を含む誘電体から形成されている。誘電体板 18 の表面のうち少なくとも下面には、耐腐食性を有する膜が形成されていてもよい。耐腐食性を有する膜は、酸化イットリウム膜、酸化フッ化イットリウム膜、フッ化イットリウム膜、又は酸化イットリウム、フッ化イットリウム等を含むセラミック膜であり得る。誘電体板 18 は、略円盤形状を有している。誘電体板 18 の中心軸線は、軸線 A X に略一致し

ている。一実施形態において、誘電体板 18 には、ステージ 12 上に載置された基板 W の全面に均等にガスを供給するために、複数のガス吐出孔 18 h が形成されている。即ち、誘電体板 18 は、ガスを吐出するように構成されたシャワープレートであってもよい。誘電体板 18 の下面とステージ 12 の上面との間の鉛直方向における距離は、例えば 5 cm 以上、30 cm 以下である。

[0024] プラズマ処理装置 1 では、バッフル部材 13 の上側で延在する処理容器 10 の内壁面の面積は、空間 S P 側の誘電体板 18 の表面積に略等しい。即ち、空間 S P を画成する面のうちグラウンド電位に設定された面（グラウンド面）の面積は、空間 S P を画成する面のうち誘電体板 18 によって提供される面の面積と略同一である。かかる構成により、プラズマが、誘電体板の直下の領域及びグラウンド面の周囲の領域で均一な密度で生成される。その結果、基板 W のプラズマ処理の面内均一性が向上される。

[0025] 誘電体板 18 の周縁部の厚みは、誘電体板 18 の中央部分の厚みよりも大きい。誘電体板 18 の中央部分は、誘電体板 18 の周縁部に対して内側で延在する部分である。誘電体板 18 の周縁部は、導入部 16 を構成している。即ち、導入部 16 は、環形状を有している。導入部 16 は、高周波を空間 S P に導入する部分である。高周波は、VHF 波である。導入部 16 は、空間 S P の横方向端部に設けられている。プラズマ処理装置 1 は、導入部 16 に高周波を供給するために、導波部 20 を更に備えている。

[0026] 一実施形態において、導波部 20 は、共振器 200 を含んでいる。一実施形態において、共振器 200 は、空洞共振器であり得る。共振器 200 は、導波路 201 を提供している。導波路 201 は、軸線 A X が延在する方向に延び、軸線 A X の周りで周方向に延びている。導波路 201 は、導入部 16 に接続されている。導波路 201 は、鉛直方向に沿って延びる筒形状を有している。導波路 201 の中心軸線は、軸線 A X に略一致している。

[0027] 導波路 201 は、一端 202 及び他端 203 を含んでいる。一端 202 と他端 203 との間の導波路 201 の幅は、共振器 200 が共振状態となるよ

うに設定される。即ち、導波路201の当該幅は、導波路201に沿って周方向に伝搬する電磁波の波長が略無限大になるように設定される。本実施形態においては導波路201の内部が中空であるので、導波路201の幅は、使用される高周波の波長（自由空間波長）の約 $1/2$ である。導波路201の内部に誘電体が設けられている場合には、導波路201の幅は、自由空間波長の $1/2$ を導波路201内の実効誘電率の平方根で割った値に設定され得る。

[0028] 一実施形態において、導波路201は、内側導波路204及び外側導波路205を含んでいる。内側導波路204及び外側導波路205の各々は、鉛直方向に沿って延びる筒状の導波路である。内側導波路204は、外側導波路205に対して径方向内側で延在している。外側導波路205の下端は、導波路201の一端202を構成している。外側導波路205の上端及び内側導波路204の上端は互いに連続している。即ち、導波路201は、軸線AXが延在する方向において折り返されている。なお、導波路201の上述の幅は、一端202と他端203との間の折り返された導波路201の幅である。内側導波路204の下端は、導波路201の他端203を構成している。導波路201の他端203は、導入部16に接続されている。

[0029] 一実施形態において、導波部20は、第1の同軸導波管211及び複数の第2の同軸導波管212を更に含んでいる。第1の同軸導波管211は、その中心軸線が軸線AXに略一致するように、鉛直方向に沿って延在している。即ち、第1の同軸導波管211は、軸線AX上で延在している。第1の同軸導波管211は、内側導体213を有する。内側導体213には、高周波電源30が、整合器32を介して電氣的に接続されている。高周波電源30は、上述した高周波を発生する電源である。整合器32は、高周波電源30の負荷のインピーダンスを高周波電源30の出力インピーダンスに整合させるための整合回路を含んでいる。

[0030] 複数の第2の同軸導波管212の各々の一端は、第1の同軸導波管211に接続されている。複数の第2の同軸導波管212の各々は、その一端から

軸線AXに対して径方向に沿って延在しており、共振器200の導波路201に接続されている。即ち、複数の第2の同軸導波管212によって提供される複数の同軸線路が、共振器200の導波路201に接続されている。複数の第2の同軸導波管212は、軸線AXに対して周方向において、等間隔に、即ち約 $360^{\circ}/N$ の角度間隔で配列されている。なお、「N」は、第2の同軸導波管212の個数である。「N」は、限定されるものではないが、例えば3又は4である。

[0031] 一実施形態において、共振器200の導波路201は、主部22及び円筒部材24によって提供されている。主部22は、アルミニウム又はアルミニウム合金といった導体から形成されている。主部22は、上壁部221、中央部222、及び外側円筒部223を含んでいる。上壁部221は、略円形且つ薄板状をなしている。上壁部221は、略水平に延在している。中央部222は、略円柱形状を有している。中央部222は、上壁部221から下方に延びている。中央部222の下面は、中央部222の周縁部の内側に、空間225を画成している。

[0032] 導入部16、即ち誘電体板18の周縁部は、中央部222の周縁部と処理容器10の上端との間で弾性的に保持されている。具体的に、処理容器10の上端と導入部16の下面との間には、封止部材25が介在している。中央部222の周縁部と導入部16の上面との間には、封止部材26が介在している。封止部材25及び封止部材26の各々は、弾性を有する。封止部材25及び封止部材26の各々は、軸線AXの周りで周方向に延在している。封止部材25及び封止部材26の各々は、例えばリングである。

[0033] 上部電極14の周縁部は、封止部材26に対して径方向内側において、中央部222の周縁部と導入部16との間で挟持されている。上部電極14の周縁部と中央部222の周縁部との間には、導電性弾性部材27、例えばスパイラルリングが設けられている。導電性弾性部材27の材料は、例えば、ステンレス鋼、インコネル、ニッケル、タングステン、タンタル、銅合金又はモリブデン等の金属である。導電性弾性部材27は、ニッケル、アルミニ

ウム、ステンレス、又は金等の保護膜により被覆されていてもよい。導電性弾性部材 27 は、上部電極 14 と中央部 222 との間の電氣的接続を安定的に維持する。

[0034] 外側円筒部 223 は、略円筒形状を有している。外側円筒部 223 の中心軸線は、軸線 AX に略一致している。外側円筒部 223 は、中央部 222 に対して径方向外側で、上壁部 221 から下方に延びている。外側円筒部 223 の下端は、処理容器 10 の上端に接続している。したがって、主部 22 は、接地されている。

[0035] 円筒部材 24 は、アルミニウム又はアルミニウム合金といった導体から形成されている。円筒部材 24 は、略円筒形状を有している。円筒部材 24 の中心軸線は、軸線 AX に略一致している。円筒部材 24 は、中央部 222 と外側円筒部 223 との間で、鉛直方向に延在している。円筒部材 24 の下端は、処理容器 10 の上端に接続している。したがって、円筒部材 24 は、接地されている。円筒部材 24 の上端は、上壁部 221 から離れている。

[0036] 外側導波路 205 は、外側円筒部 223 と円筒部材 24 との間で延在している。外側導波路 205 は、処理容器 10 の上端で終端している。外側導波路 205 と内側導波路 204 は、円筒部材 24 の上端と上壁部 221 との間で接続している。内側導波路 204 は、円筒部材 24 と中央部 222 との間で延在している。

[0037] 主部 22 の中央部 222 は、第 1 の同軸導波管 211 の外側導体 214 及び複数の第 2 の同軸導波管 212 の外側導体 216 を提供している。具体的に、中央部 222 には、軸線 AX に沿って延在する孔 217 が形成されている。中央部 222 において孔 217 を画成する部分は、外側導体 214 である。第 1 の同軸導波管 211 の内側導体 213 は、孔 217 の中心線、即ち軸線 AX に沿って延在している。

[0038] 中央部 222 には、軸線 AX に対して径方向に延びる複数の孔 218 が形成されている。複数の孔 218 は、軸線 AX に対して周方向において、約  $360^\circ / N$  の角度間隔で配列されている。上述したように、「N」は、第 2

の同軸導波管 2 1 2 の個数である。中央部 2 2 2 において複数の孔 2 1 8 を画成する部分は、外側導体 2 1 6 である。複数の孔 2 1 8 の中では、複数の内側導体 2 1 5、即ち複数の第 2 の同軸導波管 2 1 2 の内側導体がそれぞれ延在している。複数の内側導体 2 1 5 は、内側導体 2 1 3 から分岐して、軸線 A X に対して径方向に延びている。複数の内側導体 2 1 5 の各々の端部は、円筒部材 2 4 の上端に接続されている。したがって、内側導体 2 1 3 及び複数の内側導体 2 1 5 は接地されている。故に、導波部 2 0 が提供する導波路は、接地された導体、即ち接地された導波部 2 0 の金属壁によって構成されている。

[0039] 複数の内側導体 2 1 5 の各々の端部は、ねじ 2 8 によって円筒部材 2 4 の上端に接続されている。ねじ 2 8 は、外側円筒部 2 2 3 から複数の内側導体 2 1 5 のうち対応の内側導体 2 1 5 の端部まで延びて、この対応の内側導体 2 1 5 に螺合されている。ねじ 2 8 の頭部は、外側円筒部 2 2 3 に当接している。ねじ 2 8 は絶縁体から形成されている。ねじ 2 8 は、例えばポリテトラフルオロエチレンから形成されている。円筒部材 2 4 と外側円筒部 2 2 3 との間には、複数のスペーサ 2 9 が設けられている。複数のスペーサ 2 9 の各々は、円筒部材 2 4 と外側円筒部 2 2 3 との間で対応のねじ 2 8 を囲んでいる。複数のスペーサ 2 9 の各々は、絶縁体から形成されている。複数のスペーサ 2 9 の各々は、例えばポリテトラフルオロエチレンから形成されている。

[0040] 以下、図 1 と共に図 2 を参照する。図 2 は、一つの例示的实施形態に係る上部電極を示す斜視図である。一実施形態において、上部電極 1 4 は、第 1 部分 1 4 1 及び第 2 部分 1 4 2 を含んでいる。第 1 部分 1 4 1 は、上部電極 1 4 の中央部分を構成している。第 1 部分 1 4 1 は、上壁 1 4 3 及び筒状壁 1 4 4 を含んでいる。上壁 1 4 3 は、略円盤形状を有している。上壁 1 4 3 は、略水平に延在している。筒状壁 1 4 4 は、略円筒形状を有している。筒状壁 1 4 4 は、上壁 1 4 3 の周縁部から下方に延在している。なお、筒状壁 1 4 4 の厚み（径方向における厚み）は、上壁 1 4 3 の厚み及び第 2 部分 1

４２の厚みよりも小さい。

[0041] 第２部分１４２は、略環状且つ板状をなしている。第２部分１４２は、筒状壁１４４の下端から径方向に延在している。第２部分１４２の周縁部は、上部電極１４の周縁部である。上部電極１４の下面は、当該下面と誘電体板１８との間、且つ、上部電極１４の周縁部の内側に間隙１４５を画成している。

[0042] 上部電極１４には、複数の第１のスリット１４７及び複数の第２のスリット１４８が形成されている。複数の第１のスリット１４７及び複数の第２のスリット１４８は、上部電極１４を貫通している。複数の第１のスリット１４７の各々は、筒状壁１４４から上部電極１４の周縁まで、径方向に沿って延びている。複数の第１のスリット１４７は、例えば、周方向において $360^\circ / M$ の角度間隔で配列されている。なお、「M」は、複数の第１のスリット１４７の個数である。

[0043] 複数の第２のスリット１４８の各々は、筒状壁１４４と上部電極１４の周縁との間の位置から上部電極１４の周縁まで、径方向に沿って延びている。複数の第２のスリット１４８は、周方向において、複数の第１のスリット１４７と交互に配列されている。

[0044] 上述の空間２２５には、配管４０が接続されている。配管４０には、ガス供給部４２が接続されている。ガス供給部４２は、基板Wの処理のために用いられる一つ以上のガス源を含む。また、ガス供給部４２は、一つ以上のガス源からのガスの流量をそれぞれ制御するための一つ以上の流量制御器を含む。

[0045] 配管４０は、導波部２０の導波路を通して空間２２５に延びている。上述したように導波部２０が提供する全ての導波路は、接地された導体によって構成されている。したがって、配管４０内でガスが励起されることが抑制される。

[0046] 空間２２５は、上述の間隙１４５に、複数の第１のスリット１４７及び複数の第２のスリット１４８を介して接続されている。ガス供給部４２からの

ガスは、配管 40 を介して空間 225 に供給される。空間 225 に供給されたガスは、複数の第 1 のスリット 147 及び複数の第 2 のスリット 148 を介して、間隙 145 に供給される。間隙 145 に供給されたガスは、誘電体板 18 の複数のガス吐出孔 18h を介して、空間 SP に吐出される。

[0047] プラズマ処理装置 1 では、高周波電源 30 から導波部 20 の導波路を介して導入部 16 に高周波が供給される。導波部 20 の共振器 200 は、軸線 AX が延在する方向に延び、且つ、軸線 AX の周りで周方向に延びる導波路 201 を提供している、この導波路 201 は、周方向に延在する導入部 16 に接続されている。高周波は、この導入部 16 から軸線 AX に向けて空間 SP 内に導入される。共振器 200 は上述した幅の導波路 201 を提供しているので、導波路 201 の長手方向（軸線 AX の周方向）に沿った管内波長が無限大となる。その結果、導入部 16 には周方向に均一な強度及び位相の電界が印加される。したがって、導入部 16 からは、周方向において均一なパワーで高周波が空間 SP 内に導入される。高周波が空間 SP に導入されると、ガスが空間 SP 内で励起されて、当該ガスからプラズマが生成される。したがって、プラズマは、空間 SP 内で周方向において均一な密度分布で生成される。ステージ 12 上の基板 W は、プラズマからの化学種によって処理される。

[0048] 以下、プラズマ処理装置 1 を用いて基板にプラズマ処理を行うプラズマ処理方法について説明する。プラズマ処理方法では、ステージ 12 上に基板が載置される。次いで、プラズマ処理方法では、処理容器 10 内の空間 SP にガスが供給される。ガスは、ガス供給部 42 から空間 SP に供給される。次いで、プラズマ処理方法では、空間 SP に高周波が導入される。高周波は、導波部 20 から導入部 16 を介して空間 SP に導入される。空間 SP 内に導入された高周波は、空間 SP 内でガスを励起させて、当該ガスからプラズマを生成する。生成されたプラズマによって、基板が処理される。このプラズマ処理方法では、基板に対するプラズマ処理時に、ステージ 12 の中央部と外周部との間で発生する高周波電界が抑制される。なお、このプラズマ処理

方法は、後述する種々の実施形態のプラズマ処理装置を用いて同様に実行され得る。

[0049] 上述した間隙 1 4 5 は、第 1 部分 1 4 1 によって画成されている部分空間と第 2 部分 1 4 2 によって画成されている部分空間を含む。第 1 部分 1 4 1 によって画成されている部分空間の鉛直方向における長さは、第 2 部分 1 4 2 によって画成されている部分空間の鉛直方向における長さよりも大きい。したがって、高周波によって形成される電界の強度の径方向における不均一性が低減される。

[0050] 一実施形態において、空洞 2 2 6 が導波部 2 0 の中央部 2 2 2 内に形成されている。空洞 2 2 6 の中には、アクチュエータ 4 6 が収容されている。アクチュエータ 4 6 からは、駆動軸 4 7 が、中央部 2 2 2 を貫いて軸線 A X に沿って下方に延びている。駆動軸 4 7 と中央部 2 2 2 との間には、リングといった封止部材 4 8 が設けられている。駆動軸 4 7 は、上部電極 1 4 の第 1 部分 1 4 1 の上壁 1 4 3 に接続されている。アクチュエータ 4 6 は、上壁 1 4 3 を上下に移動させる動力を発生する。アクチュエータ 4 6 によって、上壁 1 4 3 が上方に移動されると、間隙 1 4 5 の鉛直方向における長さは、軸線 A X からの距離の長さに応じて増加する。即ち、アクチュエータ 4 6 によって上壁 1 4 3 の鉛直方向における位置を調整することにより、間隙 1 4 5 の鉛直方向における長さを軸線 A X からの距離に応じて調整することができる。したがって、高周波によって形成される電界の強度の径方向における不均一性が解消され得る。

[0051] 上述したように、上部電極 1 4 の筒状壁 1 4 4 の厚みは、薄くなっている。したがって、上部電極 1 4 は、撓み易くなっている。さらに、上部電極 1 4 には、上述した複数の第 1 のスリット 1 4 7 及び複数の第 2 のスリット 1 4 8 が形成されている。したがって、上部電極 1 4 は、更に撓み易くなっている。

[0052] 以下、図 1 と共に図 3 を参照する。図 3 は、一つの例示的实施形態に係るステージを示す破断斜視図である。ステージ 1 2 は、本体 1 2 1 及び導電層

122を有している。本体121は、窒化アルミニウムといった絶縁体から形成されている。本体121は、略円盤形状を有している。本体121の中心軸線は、軸線AXと略一致している。

[0053] 導電層122は、導電性を有する材料、例えばタングステン、モリブデン等から形成されている。導電層122は、本体121内に設けられている。ステージ12は、一つ以上の導電層を有していてもよい。この場合に、導電層122は、ステージ12内に設けられた一つ以上の導電層のうちステージ12の上面から最短の距離を有する。

[0054] 導電層122は、軸線AXの周りで環状に形成されている。導電層122の内径（直径）は、例えば基板Wの直径の $1/6$ 、即ち50mm以上である。導電層122の外径は、基板Wの直径よりも小さい。一実施形態において、導電層122は、メッシュ状に形成されていてもよい。

[0055] 一実施形態において、導電層122は、静電吸着用の電極である。この実施形態において、導電層122には、直流電源50が電氣的に接続される。直流電源50からの直流電圧が導電層122に印加されると、ステージ12と基板Wとの間で静電引力が発生する。発生した静電引力により、基板Wは、ステージ12に引き付けられ、ステージ12によって保持される。別の実施形態において、導電層122は、高周波電極であってもよい。この場合には、導電層122には、高周波電源が整合器を介して電氣的に接続される。更に別の実施形態において、導電層122は、接地される電極であってもよい。

[0056] 以上説明したプラズマ処理装置1では、導電層122が環状に形成されている。したがって、ステージ12の中央部と外周部との間での高周波に起因する電位差の発生が抑制される。その結果、ステージ12の中央部と外周部との間で発生する高周波電界が抑制される。

[0057] 以下、図4を参照して、別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置1Bについて説明する。図4は、別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。以下、プラズマ処理装置1の構成と異なるプラズマ

処理装置 1 B の構成について説明する。

[0058] プラズマ処理装置 1 B は、誘電体板 1 8 に代えて、誘電体板 1 8 B を備えている。誘電体板 1 8 B は、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、又は窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化イットリウム等を含む誘電体から形成されている。誘電体板 1 8 B の表面のうち少なくとも下面には、耐腐食性を有する膜が形成されていてもよい。耐腐食性を有する膜は、酸化イットリウム膜、酸化フッ化イットリウム膜、フッ化イットリウム膜、又は酸化イットリウム、フッ化イットリウム等を含むセラミック膜であり得る。一実施形態において、誘電体板 1 8 B には、誘電体板 1 8 と同様に、複数のガス吐出孔 1 8 h が形成されている。即ち、誘電体板 1 8 B は、ガスを吐出するように構成されたシャワープレートであってもよい。誘電体板 1 8 B は、略円盤形状を有する。

[0059] プラズマ処理装置 1 B においても、バッフル部材 1 3 の上側で延在する処理容器 1 0 の内壁面の面積は、空間 S P 側の誘電体板 1 8 B の表面積に略等しい。即ち、空間 S P を画成する面のうちグラウンド電位に設定された面（グラウンド面）の面積は、空間 S P を画成する面のうち誘電体板 1 8 B によって提供される面の面積と略同一である。

[0060] プラズマ処理装置 1 B では、導入部 1 6 は、誘電体板 1 8 B とは別体である。プラズマ処理装置 1 B において、導入部 1 6 は、リング状の部材である。導入部 1 6 は、窒化アルミニウム又は酸化アルミニウムといった誘電体から形成されている。

[0061] プラズマ処理装置 1 B は、導波部 2 0 に代えて、導波部 2 0 B を備えている。導波部 2 0 B は、主部 2 2 B 及び円筒部材 2 4 を有する。主部 2 2 B は、アルミニウム又はアルミニウム合金といった導体から形成されている。主部 2 2 B は、上壁部 2 2 1 B、中央部 2 2 2 B、外側円筒部 2 2 3 B、及び内側円筒部 2 2 4 B を含んでいる。

[0062] 上壁部 2 2 1 B は、略環形状を有しており、板状をなしている。上壁部 2 2 1 B の中心軸線は、軸線 A X に略一致している。外側円筒部 2 2 3 B 及び

内側円筒部 224B は、略円筒形状を有している。外側円筒部 223B 及び内側円筒部 224B の各々の中心軸線は、軸線 AX に略一致している。内側円筒部 224B は、外側円筒部 223B に対して径方向内側に設けられている。内側円筒部 224B は、上壁部 221B の内縁から下方に延びている。外側円筒部 223B は、上壁部 221B の外縁から下方に延びている。円筒部材 24 は、外側円筒部 223B と内側円筒部 224B との間で延在している。円筒部材 24 の上端は、上壁部 221B から離間している。

[0063] 導波部 20B は、共振器 200 を構成している。共振器 200 の内側導波路 204 は、内側円筒部 224B と円筒部材 24 との間で延在している。共振器 200 の外側導波路 205 は、外側円筒部 223B と円筒部材 24 との間で延在している。外側導波路 205 と内側導波路 204 は、円筒部材 24 の上端と上壁部 221B との間の間隙を介して接続されている。内側導波路 204 は、導入部 16 に接続されている。導入部 16 は、中央部 222B の周縁部と処理容器 10 の上端との間で、封止部材 25 及び封止部材 26 を介して挟持されている。中央部 222B は、略円盤形状を有している。中央部 222B は、内側円筒部 224B の下端から径方向内側に延在している。

[0064] プラズマ処理装置 1B では、高周波電源 30 は、円筒部材 24 に電氣的に接続されている。一実施形態では、高周波電源 30 は、同軸ケーブル 31 を介して円筒部材 24 の上部に電氣的に接続されている。円筒部材 24 と主部 22B との間には、可変コンデンサ 56 が接続されている。可変コンデンサ 56 の静電容量は、共振器 200 内で高周波の共振を生じさせるように、調整される。プラズマ処理装置 1B では、かかる可変コンデンサ 56 が用いられるので、高周波電源 30 は、整合器を介することなく、円筒部材 24 に電氣的に接続されてもよい。

[0065] プラズマ処理装置 1B は、誘電体部材 49 を更に備えていてもよい。誘電体部材 49 は、上部電極 14 の第 1 部分 141 の上壁 143 及び筒状壁 144 によって囲まれた空間を埋めるように当該空間内に設けられている。誘電体部材 49 は、当該空間において放電が生じることを抑制する。

- [0066] プラズマ処理装置 1 B では、駆動軸 4 7 は、フランジ 4 7 f を有している。フランジ 4 7 f は、駆動軸 4 7 の上端と下端との間に設けられている。フランジ 4 7 f と中央部 2 2 2 B との間には、ベローズ 4 8 1 が設けられている。ベローズ 4 8 1 は、例えばアルミニウム、アルミニウム合金、又はステンレス鋼から形成され得る。ベローズ 4 8 1 と中央部 2 2 2 B との間には、リングといった封止部材 4 8 2 が設けられている。
- [0067] プラズマ処理装置 1 B では、ステージ 1 2 の導電層 1 2 2 は、高周波電極である。導電層 1 2 2 には、高周波電源 5 2 が整合器 5 4 を介して電氣的に接続されている。整合器 5 4 は、高周波電源 5 2 の負荷のインピーダンスを高周波電源 5 2 の出力インピーダンスに整合させるための整合回路を含んでいる。
- [0068] 以下、図 5 を参照して、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置 1 C について説明する。図 5 は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。以下、プラズマ処理装置 1 の構成とは異なるプラズマ処理装置 1 C の構成について、説明する。
- [0069] プラズマ処理装置 1 C は、上部電極 1 4 に代えて、上部電極 1 4 C を備えている。上部電極 1 4 C は、略円盤形状を有している。上部電極 1 4 C の下面は、上部電極 1 4 C の周縁部の内側に、領域 1 4 r を含んでいる。領域 1 4 r の鉛直方向の位置は、軸線 A X からの距離の増加に応じて低くなっている。領域 1 4 r は、例えば凹面であり曲面である。
- [0070] 上部電極 1 4 C は、突出部 1 4 p を有する。突出部 1 4 p は、例えば棒形状を有している。突出部 1 4 p は、領域 1 4 r の中心から軸線 A X に沿って下方に延びている。突出部 1 4 p の上方、且つ、上部電極 1 4 C 内には、空洞 1 4 a が設けられている。したがって、領域 1 4 r と空洞 1 4 a との間の上部電極 1 4 C の部位は、薄くなっており、撓み易くなっている。上部電極 1 4 C には、孔 1 4 b が形成されている。孔 1 4 b は、空洞 1 4 a と後述する導波路 2 0 6 (即ち、大気圧空間) とを接続している。
- [0071] プラズマ処理装置 1 C は、誘電体板 1 8 に代えて、誘電体板 1 8 C を備え

ている。誘電体板 18 C は、本体 18 1 と導電膜 18 2 を有している。本体 18 1 は、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、又は窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化イットリウム等を含む誘電体から形成されている。誘電体板 18 C の表面のうち少なくとも下面には、耐腐食性を有する膜が形成されていてもよい。耐腐食性を有する膜は、酸化イットリウム膜、酸化フッ化イットリウム膜、フッ化イットリウム膜、又は酸化イットリウム、フッ化イットリウム等を含むセラミック膜であり得る。本体 18 1 は、略円盤形状を有している。本体 18 1 の中心軸線は軸線 A X に略一致している。導電膜 18 2 は、本体 18 1 の上面の上に形成されている。導電膜 18 2 は、導電性を有する材料から形成されている。導電膜 18 2 は、例えば、アルミニウム、ニッケル、ステンレス鋼、タングステン、モリブデン、銅、又は金から形成されている。導電膜 18 2 は、例えば金属の溶射膜である。導電膜 18 2 には、上部電極 14 C の突出部 14 p の下端が当接している。

[0072] 誘電体板 18 C の周縁部は、上部電極 14 C の周縁部と処理容器 10 の上端との間に設けられている。誘電体板 18 C の周縁部と上部電極 14 C の周縁部との間には、導電性弾性部材 27 1 が設けられている。導電性弾性部材 27 1 は、例えばスパイラルリングである。導電性弾性部材 27 1 の材料は、例えば、ステンレス鋼、インコネル、ニッケル、タングステン、タンタル、銅合金又はモリブデン等の金属である。導電性弾性部材 27 1 は、ニッケル、アルミニウム、ステンレス、又は金等の保護膜により被覆されていてもよい。導電性弾性部材 27 1 は、上部電極 14 C と導電膜 18 2 との間の電氣的接続を安定的に維持する。

[0073] プラズマ処理装置 1 C においても、バッフル部材 13 の上側で延在する処理容器 10 の内壁面の面積は、空間 S P 側の誘電体板 18 C の表面積に略等しい。即ち、空間 S P を画成する面のうちグラウンド電位に設定された面（グラウンド面）の面積は、空間 S P を画成する面のうち誘電体板 18 C によって提供される面の面積と略同一である。

- [0074] 誘電体板 18C の周縁部は、上部電極 14C の周縁部と処理容器 10 の上端との間で導電性弾性部材 271 及び弾性部材 272 を介して挟持されている。弾性部材 272 は、例えば O リングである。誘電体板 18C の周縁部と処理容器 10 の上端との間には、サポートリング 17 が設けられていてもよい。サポートリング 17 は、窒化アルミニウムまたは酸化アルミニウムといった誘電体から形成されている。弾性部材 272 は、サポートリング 17 と処理容器 10 の上端との間に介在していてもよい。
- [0075] プラズマ処理装置 1C では、導入部 16 は、誘電体板 18C とは別体である。プラズマ処理装置 1C において、導入部 16 は、リング状の部材である。導入部 16 は、窒化アルミニウム又は酸化アルミニウムといった誘電体から形成されている。導入部 16 は、誘電体板 18C の周縁部及びサポートリング 17 の外側で周方向に延在している。導入部 16 は、上部電極 14C の周縁部と処理容器 10 の上端との間で、封止部材 25 及び封止部材 26 を介して挟持されている。
- [0076] 誘電体板 18C は厚みの分布を有する。一実施形態において、誘電体板 18C の厚みは、軸線 AX からの距離の増加に応じて薄くなっている。誘電体板 18C の下面は、略平坦である。誘電体板 18C の上面は、誘電体板 18C の周縁部に対して内側で延在する領域 18r を含んでいる。領域 18r の鉛直方向の位置は、軸線 AX からの距離の増加に応じて、低くなっている。領域 18r は、例えば凸面であり曲面である。誘電体板 18C がかかる厚みの分布を有するので、プラズマ処理装置 1C では、高周波によって形成される電界の強度の径方向における不均一性が低減される。
- [0077] 一実施形態において、誘電体板 18C には、誘電体板 18 と同様に複数のガス吐出孔 18h が形成されている。即ち、誘電体板 18C は、ガスを吐出するように構成されたシャワープレートであってもよい。複数のガス吐出孔 18h は、領域 18r から誘電体板 18C の下面まで、誘電体板 18C を貫通している。複数のガス吐出孔 18h の各々は、小径の部位と大径の部位を含んでいる。複数のガス吐出孔 18h の各々において、小径の部位は、大径

の部位の下方で延在しており、大径の部位に連続している。複数のガス吐出孔 18 h の小径の部位の長さは、互いに略同一である。複数のガス吐出孔 18 h の大径の部位の長さは、複数のガス吐出孔 18 h のコンダクタンス（ガスフローコンダクタンス）を互いに略等しくするように、調整されている。具体的には、複数のガス吐出孔 18 h は、それらが形成されている箇所の誘電体板 18 C の厚みの大きさに応じて長さが大きくなるように調整された大径の部位を有する。

[0078] 誘電体板 18 C の領域 18 r は、上部電極 14 C の領域 14 r に対面している。領域 18 r と領域 14 r は、互いに離間している。領域 18 r と領域 14 r との間には、空間 14 d が設けられている。空間 14 d には、配管 40 が接続されている。配管 40 には、ガス供給部 42 が接続されている。

[0079] ガス供給部 42 からのガスは、配管 40 を介して空間 14 d に供給される。空間 14 d に供給されたガスは、複数のガス吐出孔 18 h を介して空間 S P に吐出される。空間 14 d 内の圧力は、大気圧よりも低い。したがって、上部電極 14 C の突出部 14 p は導電膜 18 2 に対して付勢されている。故に、誘電体板 18 C から上部電極 14 C への放熱パスが安定的に確保される。

[0080] プラズマ処理装置 1 C は、導波部 20 に代えて、導波部 20 C を有している。導波部 20 C は、円筒部材 22 C 及び上部電極 14 C から構成されている。円筒部材 22 C は、上壁部 22 1 C 及び円筒部 22 3 C を含んでいる。上壁部 22 1 C は、略円盤形状を有しており、上部電極 14 C の上方で水平に延在している。上壁部 22 1 C は、上部電極 14 C の上面から離間している。円筒部 22 3 C は、略円筒形状を有している。円筒部 22 3 C の中心軸線は、軸線 A X と略一致している。円筒部 22 3 C は、上壁部 22 1 C の周縁部から下方に延在している。円筒部 22 3 C の下端は、処理容器 10 の上端に接続している。したがって、円筒部材 22 C は接地されている。円筒部 22 3 C は、上部電極 14 C を囲むように、上部電極 14 C の径方向外側に設けられている。円筒部 22 3 C は、上部電極 14 C から離間している。

- [0081] 導波部20Cは、上壁部221Cと上部電極14Cの上面との間に、導波路206を提供している。導波部20Cは、円筒部223Cと上部電極14Cの外周面との間に、筒状の導波路207を提供している。導波路206は導波路207の上端に接続している。導波路207の下端は、導入部16に接続している。
- [0082] プラズマ処理装置1Cでは、高周波電源30は、整合器32を介して上部電極14Cに電氣的に接続されている。高周波電源30からの高周波は、導波路206及び導波路207を介して導入部16に供給される。高周波は、導入部16を介して空間SPに供給される。高周波が空間SPに供給されると、空間SP内のガスが励起されて、当該ガスからプラズマが形成される。基板Wは、プラズマからの化学種によって処理される。
- [0083] プラズマ処理装置1Cでは、配管40は導波路206を通して空間14dまで延びている。導波路206を画成する上部電極14Cは、接地されていない。配管40の中でガスが励起されることを防止するために、配管40は、導波路206の中では部材401によって囲まれている。部材401は、絶縁性を有する材料から形成されている。また、部材401の長さを長くするために、上壁部221Cは、部材401の周囲で上方へ突出するように形成されている。
- [0084] プラズマ処理装置1Cは、ステージ12に代えて、ステージ12Cを備えている。以下、図5と共に図6を参照する。図6は、別の例示的实施形態に係るステージを示す破断斜視図である。ステージ12Cは、ステージ12と同様に本体121及び導電層122を有している。ステージ12Cの導電層122は、静電吸着用の電極である。導電層122には、直流電源50が電氣的に接続されている。
- [0085] ステージ12Cは、導電層123を更に備えている。導電層123とステージ12Cの上面との間の距離は、導電層122とステージ12Cの上面との間の距離よりも大きい。即ち、導電層122は、ステージ12Cの複数の導電層のうち、ステージ12Cの上面から最短の距離を有する。

- [0086] 一実施形態において、導電層 123 は、ヒータ（抵抗加熱素子）である。この実施形態では、導電層 123 は、ヒータ電源 58 にコモンモードフィルタ 59 を介して電氣的に接続されている。導電層 123 は、本体 121 内の環状の領域内に形成されている。この環状の領域の中心軸線は、軸線 A X に略一致する。この環状の領域の内径は、例えば基板 W の直径の  $1/6$ 、即ち 50 mm 以上である。この環状の領域の外径は、基板 W の直径よりも小さい。導電層 123 は、メッシュ状に形成されていてもよい。
- [0087] 以下、図 7 を参照して、更に別の例示的实施形態に係るステージ 12D について説明する。図 7 は、更に別の例示的实施形態に係るステージを示す破断斜視図である。図 7 に示すステージ 12D は、プラズマ処理装置 1、プラズマ処理装置 1B、及びプラズマ処理装置 1C のステージとして利用され得る。
- [0088] ステージ 12D は、本体 121D を有する。本体 121D は、アルミニウム又はアルミニウム合金といった金属から形成されている。本体 121D は、略円盤形状を有する。本体 121D の中心軸線は、軸線 A X に略一致している。
- [0089] 本体 121D の上面 12t は、基板載置領域 12w 及びフォーカスリング搭載領域 12f を含んでいる。基板載置領域 12w は、略円形の領域である。基板 W は、基板載置領域 12w 上に載置される。基板載置領域 12w の直径は、基板 W の直径よりも小さい。フォーカスリング搭載領域 12f は、基板載置領域 12w の外側で径方向及び周方向に延在している。フォーカスリング搭載領域 12f の鉛直方向の位置は、基板載置領域 12w の鉛直方向の位置のよりも低い。
- [0090] フォーカスリング搭載領域 12f 上には、フォーカスリング FR が搭載される。フォーカスリング FR は、略環形状を有しており、板状をなしている。フォーカスリング FR は、酸化アルミニウム又は石英から形成されている。フォーカスリング FR は、その内縁の上面が基板 W のエッジの下面に面するように、フォーカスリング搭載領域 12f 上に搭載される。

[0091] このステージ 1 2 D によれば、ステージ 1 2 D の中央部と外周部との間での高周波電界の発生がフォーカスリング F R によって抑制される。

[0092] 以上、種々の例示的实施形態について説明してきたが、上述した例示的实施形態に限定されることなく、様々な省略、置換、及び変更がなされてもよい。また、異なる実施形態における要素を組み合わせることで他の実施形態を形成することが可能である。

[0093] 以上の説明から、本開示の種々の実施形態は、説明の目的で本明細書で説明されており、本開示の範囲及び主旨から逸脱することなく種々の変更をなし得ることが、理解されるであろう。したがって、本明細書に開示した種々の実施形態は限定することを意図しておらず、真の範囲と主旨は、添付の特許請求の範囲によって示される。

### 符号の説明

[0094] 1 … プラズマ処理装置、 1 0 … 処理容器、 1 2 … ステージ、 1 4 … 上部電極、 1 6 … 導入部、 1 2 1 … 本体、 1 2 2 … 導電層。

## 請求の範囲

- [請求項1]           処理容器と、  
                  前記処理容器内に設けられたステージと、  
                  前記ステージの上方に前記処理容器内の空間を介して設けられた上部電極と、  
                  V H F 波である高周波の導入部であって、前記空間の横方向端部に設けられた、該導入部と、  
                  を備え、  
                  前記ステージは、  
                  絶縁体から形成された本体と、  
                  前記本体内に設けられた導電層と、  
                  を含み、  
                  前記導電層は、前記ステージ内に設けられた一つ以上の導電層のうち前記ステージの上面から最短の距離を有し、前記ステージ上に載置される基板と該ステージとの間で静電引力を発生させるための電極、高周波が供給される電極、及び接地される電極のうち何れかであり、環状に形成されている、  
                  プラズマ処理装置。
- [請求項2]           前記導電層は、前記ステージ上に載置される基板の直径よりも小さい外径を有する、  
                  請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項3]           前記導電層は、メッシュ状に形成されている、請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項4]           プラズマ処理装置を用いて基板にプラズマ処理を行うプラズマ処理方法であって、  
                  前記プラズマ処理装置の処理容器内の空間にガスを供給する工程と、  
                  、  
                  前記処理容器内でステージ上に載置された基板に対してプラズマ処

理を行うために、前記空間に高周波を導入する工程と、  
を含み、

前記プラズマ処理装置は、

前記処理容器と、

前記処理容器内に設けられた前記ステージと、

前記ステージの上方に前記処理容器内の前記空間を介して設けられた上部電極と、

V H F 波である高周波の導入部であって、前記空間の横方向端部に設けられた、該導入部と、

を備え、

前記ステージは、

絶縁体から形成された本体と、

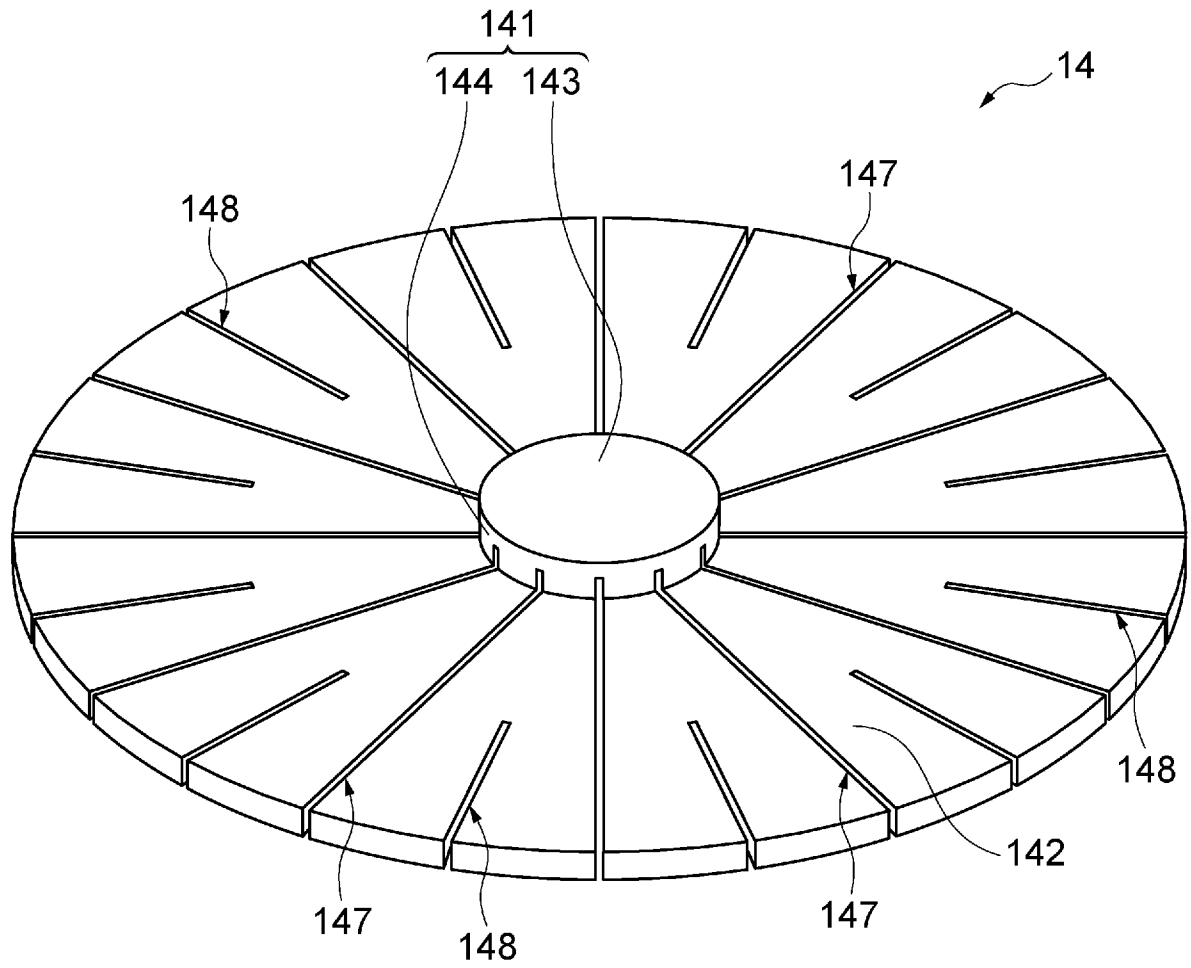
前記本体内に設けられた導電層と、

を含み、

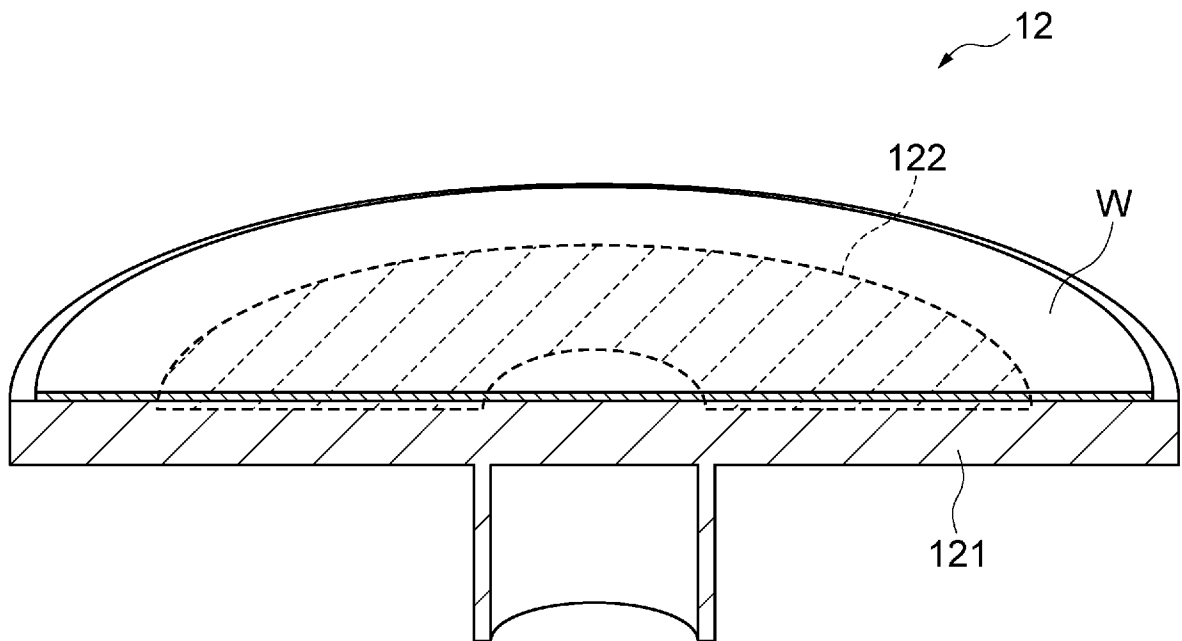
前記導電層は、前記ステージ内に設けられた一つ以上の導電層のうち前記ステージの上面から最短の距離を有し、前記ステージ上に載置される基板と該ステージとの間で静電引力を発生させるための電極、高周波が供給される電極、及び接地される電極のうち何れかであり、環状に形成されている、  
プラズマ処理方法。



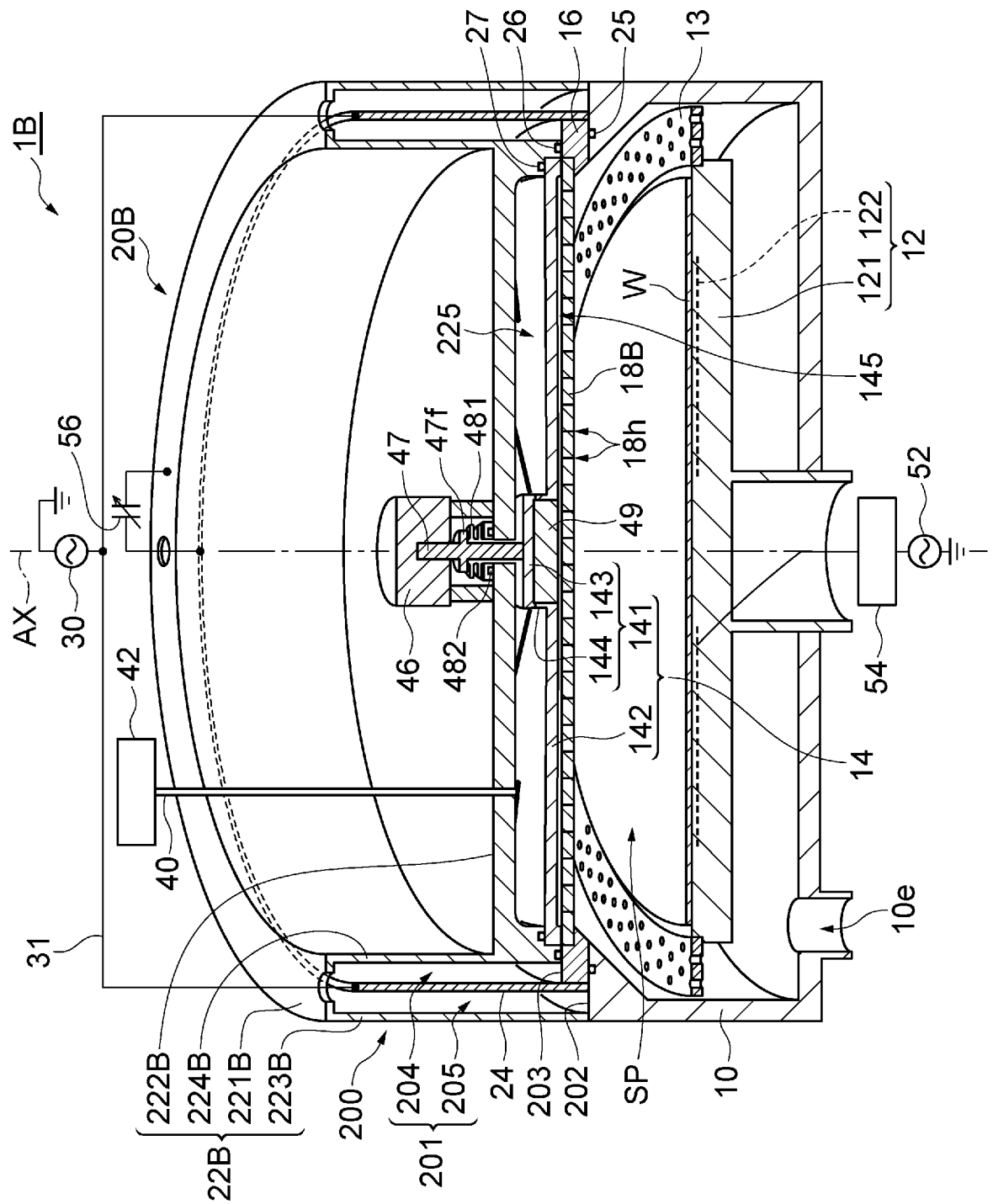
[図2]



[図3]

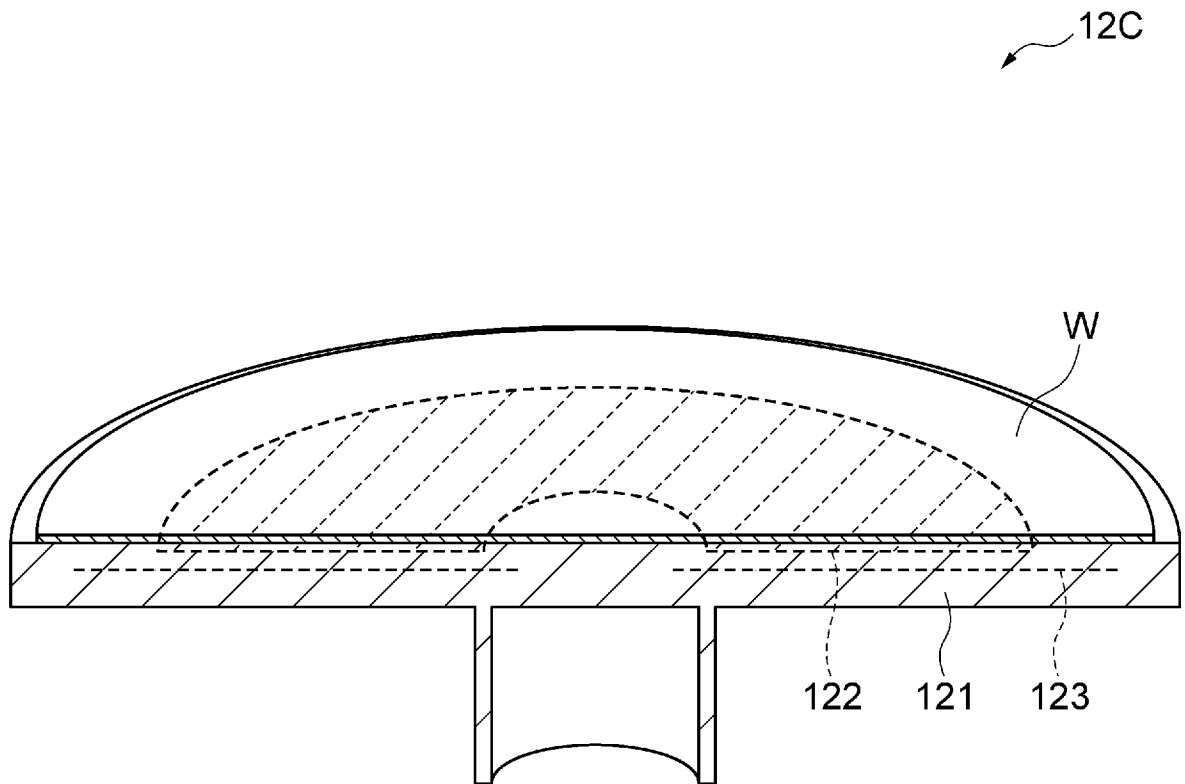


[図4]

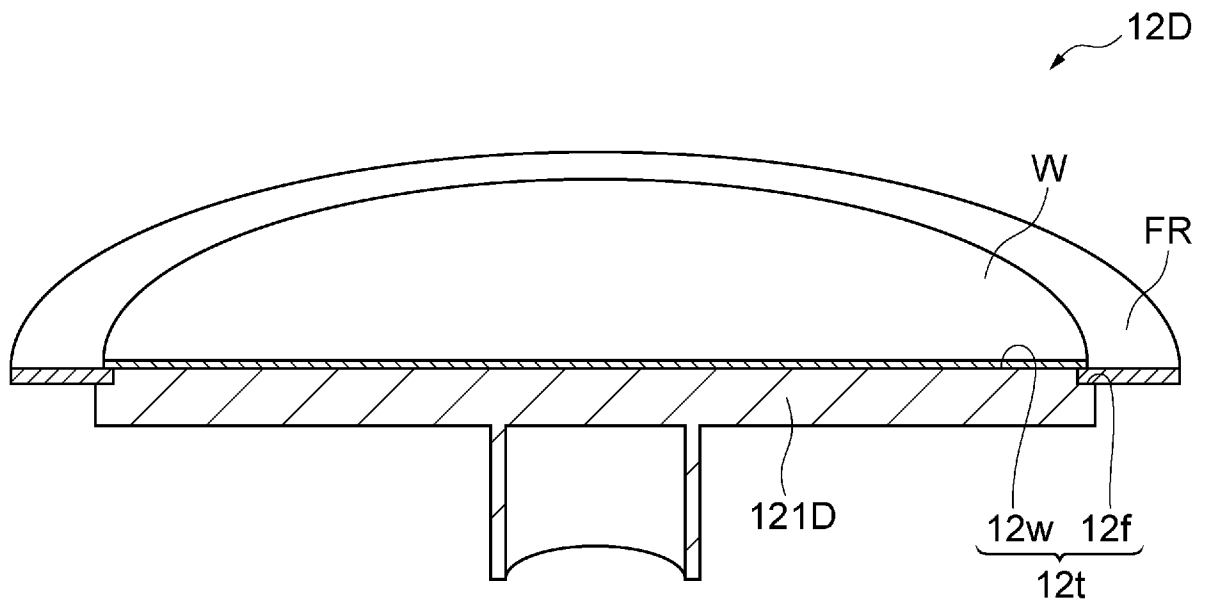




[図6]



[図7]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/046238

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H05H1/46(2006.01)i, H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/31(2006.01)i, H01L21/683(2006.01)i

FI: H01L21/302101B, H01L21/302101C, H01L21/31C, H01L21/68R, H05H1/46M

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/31, H01L21/683

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                          | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | US 2013/0098873 A1 (RAMASWAMY, K.) 25.04.2013 (2013-04-25), paragraphs [0013]-[0019], fig. 1                | 1-4                   |
| Y         | JP 2008-42140 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 21.02.2008 (2008-02-21), paragraphs [0008], [0050], fig. 3            | 1-4                   |
| Y         | JP 2000-12292 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 14.01.2000 (2000-01-14), paragraphs [0034]-[0051], fig. 1 | 1-4                   |
| Y         | JP 2003-77699 A (CANON INC.) 14.03.2003 (2003-03-14), paragraphs [0020]-[0022]                              | 1-4                   |
| Y         | JP 2011-165891 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 25.08.2011 (2011-08-25), paragraph [0027]                            | 3                     |
| Y         | JP 2010-232532 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 14.10.2010 (2010-10-14), paragraph [0075]             | 3                     |
| A         | JP 2018-510470 A (APPLIED MATERIALS INC.) 12.04.2018 (2018-04-12)                                           | 1-4                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
06.02.2020

Date of mailing of the international search report  
18.02.2020

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/046238

|                    |            |                                                                                                                           |
|--------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| US 2013/0098873 A1 | 25.04.2013 | WO 2013/059097 A1<br>TW 201318484 A                                                                                       |
| JP 2008-42140 A    | 21.02.2008 | US 2008/0062609 A1<br>paragraphs [0018], [0097], fig. 3<br>US 2008/0037195 A1                                             |
| JP 2000-12292 A    | 14.01.2000 | US 6358361 B1<br>column 7, line 21 to<br>column 10, line 67, fig. 3<br>WO 1999/066769 A1<br>EP 1006761 A1<br>TW 479915 U  |
| JP 2003-77699 A    | 14.03.2003 | (Family: none)                                                                                                            |
| JP 2011-165891 A   | 25.08.2011 | WO 2011/099481 A1<br>CN 102714172 A<br>KR 10-2012-0116490 A                                                               |
| JP 2010-232532 A   | 14.10.2010 | WO 2010/110137 A1<br>CN 102047383 A<br>TW 201036103 A<br>KR 10-2011-0128722 A                                             |
| JP 2018-510470 A   | 12.04.2018 | US 2018/0261429 A1<br>US 2016/0276134 A1<br>WO 2016/148769 A1<br>TW 201705185 A<br>KR 10-2017-0130467 A<br>CN 107636793 A |

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H05H 1/46(2006.01)i; H01L 21/3065(2006.01)i; H01L 21/31(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i<br>FI: H01L21/302 101B; H01L21/302 101C; H01L21/31 C; H01L21/68 R; H05H1/46 M                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| B. 調査を行った分野                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                       |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>H05H1/46; H01L21/3065; H01L21/31; H01L21/683                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                       |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br><table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                               |                                                                                       |                                                                        | 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 | 日本国公開実用新案公報 | 1971-2020年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996-2020年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994-2020年 |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1922-1996年                                                                            |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1971-2020年                                                                            |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1996-2020年                                                                            |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1994-2020年                                                                            |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                       |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                       |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 引用文献の<br>カテゴリー*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                     | 関連する<br>請求項の番号                                                         |           |            |             |            |             |            |             |            |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | US 2013/0098873 A1 (RAMASWAMY, Kartik) 25.04.2013 (2013-04-25)<br>段落[0013]-[0019], 図1 | 1-4                                                                    |           |            |             |            |             |            |             |            |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2008-42140 A (東京エレクトロン株式会社) 21.02.2008 (2008-02-21)<br>段落[0008], [0050], 図3        | 1-4                                                                    |           |            |             |            |             |            |             |            |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2000-12292 A (住友金属工業株式会社) 14.01.2000 (2000-01-14)<br>段落[0034]-[0051], 図1           | 1-4                                                                    |           |            |             |            |             |            |             |            |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2003-77699 A (キャノン株式会社) 14.03.2003 (2003-03-14)<br>段落[0020]-[0022]                 | 1-4                                                                    |           |            |             |            |             |            |             |            |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2011-165891 A (東京エレクトロン株式会社) 25.08.2011 (2011-08-25)<br>段落[0027]                   | 3                                                                      |           |            |             |            |             |            |             |            |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2010-232532 A (住友電気工業株式会社) 14.10.2010 (2010-10-14)<br>段落[0075]                     | 3                                                                      |           |            |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2018-510470 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 12.04.2018<br>(2018-04-12)                 | 1-4                                                                    |           |            |             |            |             |            |             |            |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                       |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献<br>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                                                       |                                                                        |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 国際調査を完了した日<br><br>06.02.2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                       | 国際調査報告の発送日<br><br>18.02.2020                                           |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                       | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>鈴木 聡一郎 50 3864<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3559 |           |            |             |            |             |            |             |            |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/046238

| 引用文献 |              |    | 公表日        | パテントファミリー文献             |                 |    | 公表日 |
|------|--------------|----|------------|-------------------------|-----------------|----|-----|
| US   | 2013/0098873 | A1 | 25.04.2013 | WO                      | 2013/059097     | A1 |     |
|      |              |    |            | TW                      | 201318484       | A  |     |
| JP   | 2008-42140   | A  | 21.02.2008 | US                      | 2008/0062609    | A1 |     |
|      |              |    |            | 段落[0018], [0097], 図3    |                 |    |     |
|      |              |    |            | US                      | 2008/0037195    | A1 |     |
| JP   | 2000-12292   | A  | 14.01.2000 | US                      | 6358361         | B1 |     |
|      |              |    |            | 第7欄第21行-第10欄第67行,<br>図3 |                 |    |     |
|      |              |    |            | WO                      | 1999/066769     | A1 |     |
|      |              |    |            | EP                      | 1006761         | A1 |     |
|      |              |    |            | TW                      | 479915          | U  |     |
| JP   | 2003-77699   | A  | 14.03.2003 | (ファミリーなし)               |                 |    |     |
| JP   | 2011-165891  | A  | 25.08.2011 | WO                      | 2011/099481     | A1 |     |
|      |              |    |            | CN                      | 102714172       | A  |     |
|      |              |    |            | KR                      | 10-2012-0116490 | A  |     |
| JP   | 2010-232532  | A  | 14.10.2010 | WO                      | 2010/110137     | A1 |     |
|      |              |    |            | CN                      | 102047383       | A  |     |
|      |              |    |            | TW                      | 201036103       | A  |     |
|      |              |    |            | KR                      | 10-2011-0128722 | A  |     |
| JP   | 2018-510470  | A  | 12.04.2018 | US                      | 2018/0261429    | A1 |     |
|      |              |    |            | US                      | 2016/0276134    | A1 |     |
|      |              |    |            | WO                      | 2016/148769     | A1 |     |
|      |              |    |            | TW                      | 201705185       | A  |     |
|      |              |    |            | KR                      | 10-2017-0130467 | A  |     |
|      |              |    |            | CN                      | 107636793       | A  |     |