

(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  
2025年7月3日(03.07.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/142138 A1

(51) 国際特許分類:  
H01L 21/3065 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/039396

(22) 国際出願日: 2024年11月6日(06.11.2024)

(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 2023-223167 2023年12月28日(28.12.2023) 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 (JP).

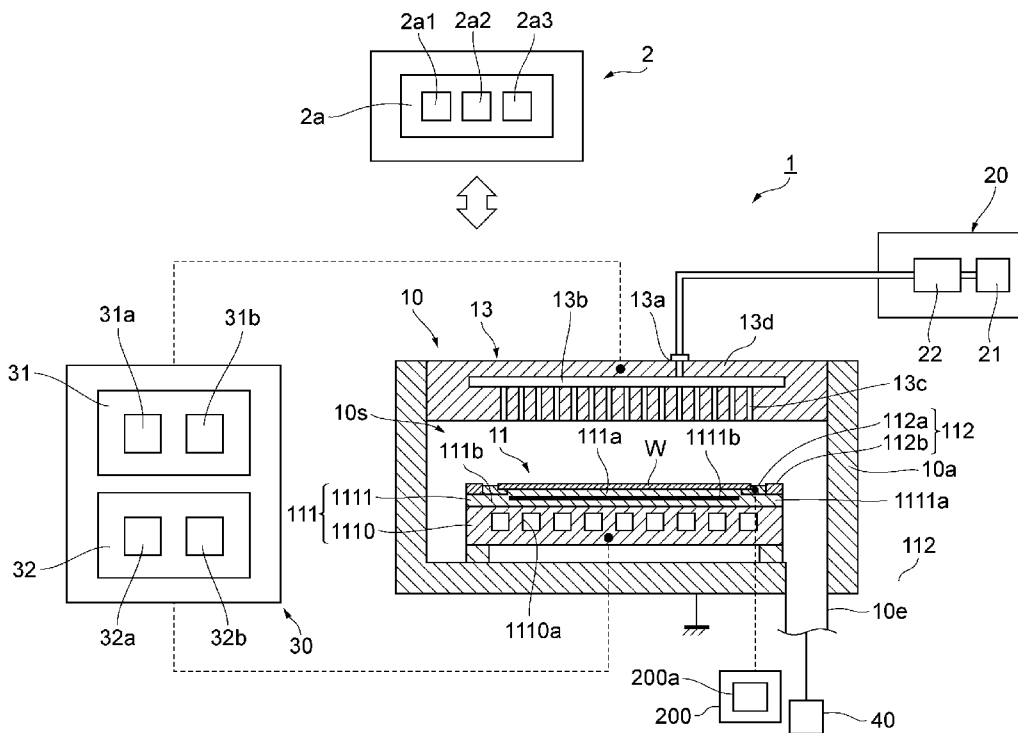
(72) 発明者: 鈴木 敬紀 (SUZUKI Yoshinori); 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 東京エレクトロン株式会社内 (JP). 鶴田 俊寛(TSURUTA Toshihiro); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 (JP).

(74) 代理人: 佐藤 睦, 外 (SATO Atsushi et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 TMI 総合法律事務所 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置



(57) Abstract: The present invention provides a plasma processing device in which wear and tear of components in a chamber has a reduced effect on plasma processing of substrates. The plasma processing device comprises: a chamber; a substrate support part; an edge ring; an upper electrode; a first gas supply part; an RF power source; a DC power source configured to apply a DC voltage to the edge ring; a first counter configured to count a first time according to the operating time of the RF power source and to reset the first time upon replacement of the upper electrode; a second

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

counter configured to count a second time according to the operating time of the RF power source and to reset the second time upon replacement of the edge ring; a first processing unit configured to incrementally change the RF power and/or a first gas depending on the first time; and a second processing unit configured to incrementally change the DC voltage depending on the second time.

(57) 要約: プラズマ処理装置において、チャンバ内の部品が消耗することによって基板のプラズマ処理が影響を受けることを低減する。プラズマ処理装置は、チャンバと、基板支持部と、エッジリングと、上部電極と、第1のガス供給部と、RF電源と、エッジリングにDC電圧を印加するように構成されるDC電源と、RF電源の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、上部電極の交換により第1の時間をリセットするように構成される第1のカウントと、RF電源の動作時間に応じて第2の時間をカウントし、エッジリングの交換により第2の時間をリセットするように構成される第2のカウントと、第1の時間に応じて、RF電力及び第1のガスのうちの少なくとも1つを段階的に変更するように構成される第1の処理部と、第2の時間に応じてDC電圧を段階的に変更するように構成される第2の処理部と、を備える。

## 明 細 書

発明の名称： プラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本開示の例示的实施形態は、プラズマ処理装置に関する。

背景技術

[0002] 基板のエッジ領域において生じるチルティング形状の経時変化を抑制する技術として、特許文献1に記載された技術がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2021-39924号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、プラズマ処理装置において、チャンバ内の部品が消耗することによって基板のプラズマ処理が影響を受けることを低減することができる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一つの例示的实施形態におけるプラズマ処理装置は、チャンバと、チャンバ内に配置される基板支持部であって、基板支持部は、下部電極を含む、基板支持部と、基板支持部上の基板を囲むように配置されるエッジリングと、基板支持部の上方に配置される上部電極と、チャンバ内に第1のガスを供給するように構成される第1のガス供給部と、チャンバ内で第1のガスからプラズマを生成するためにRF電力を上部電極又は下部電極に供給するように構成されるRF電源と、エッジリングにDC電圧を印加するように構成されるDC電源と、RF電源の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、上部電極の交換により第1の時間をリセットするように構成される第1のカウントと、RF電源の動作時間に応じて第2の時間をカウントし、エッジリングの交換により第2の時間をリセットするように構成される第2のカ

ウンタと、第 1 の時間に応じて、R F 電力及び第 1 のガスのうちの少なくとも 1 つを段階的に変更するように構成される第 1 の処理部と、第 2 の時間に応じて D C 電圧を段階的に変更するように構成される第 2 の処理部と、を備える。

## 発明の効果

[0006] 本開示の一つの例示的实施形態によれば、プラズマ処理装置において、チャンバ内の部品が消耗することによって基板のプラズマ処理が影響を受けることを低減することができる技術を提供できる。

## 図面の簡単な説明

[0007] [図1]プラズマ処理システムの構成例を説明するための図である。

[図2]第 1 の実施形態におけるプラズマ処理装置の構成例を説明するための図である。

[図3]制御部の構成例を説明するための図である。

[図4]上部電極及びエッジリングの交換周期とカウント時間の一例を説明するための図である。

[図5]第 1 の時間に応じて R F 電力を段階的に変更させる例の一例を説明するための図である。

[図6]第 1 の時間に応じて第 1 のガスの流量を段階的に変更させる例の一例を説明するための図である。

[図7]第 2 の時間に応じて D C 電圧を段階的に変更させる例の一例を説明するための図である。

[図8]第 2 の実施形態におけるプラズマ処理装置の構成例を説明するための図である。

[図9]制御部の構成例を説明するための図である。

[図10]上部電極、エッジリング及び上部環状部材の交換周期とカウント時間の一例を説明するための図である。

[図11]第 3 の時間に応じて第 2 のガスの流量を段階的に変更させる例の一例を説明するための図である。

[図12]第3の時間に応じて第1の電力値と第2の電力値を段階的に変更させる例の一例を説明するための図である。

### 発明を実施するための形態

[0008] 以下、本開示の各実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、チャンバと、チャンバ内に配置される基板支持部であって、基板支持部は、下部電極を含む、基板支持部と、基板支持部上の基板を囲むように配置されるエッジリングと、基板支持部の上方に配置される上部電極と、チャンバ内に第1のガスを供給するように構成される第1のガス供給部と、チャンバ内で第1のガスからプラズマを生成するためにRF電力を上部電極又は下部電極に供給するように構成されるRF電源と、エッジリングにDC電圧を印加するように構成されるDC電源と、RF電源の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、上部電極の交換により第1の時間をリセットするように構成される第1のカウントと、RF電源の動作時間に応じて第2の時間をカウントし、エッジリングの交換により第2の時間をリセットするように構成される第2のカウントと、第1の時間に依じて、RF電力及び第1のガスのうちの少なくとも1つを段階的に変更するように構成される第1の処理部と、第2の時間に依じてDC電圧を段階的に変更するように構成される第2の処理部と、を備える、プラズマ処理装置が提供される。

[0010] 一つの例示的实施形態において、エッジリングの交換周期は、上部電極の交換周期と異なる。

[0011] 一つの例示的实施形態において、第1の処理部は、第1の時間に依じてRF電力を段階的に増加させるように構成され、第2の処理部は、第2の時間に依じてDC電圧を段階的に増加させるように構成される。

[0012] 一つの例示的实施形態において、第1の処理部は、第1の時間に依じて第1のガスの流量を段階的に減少させるように構成される。

[0013] 一つの例示的实施形態において、プラズマ処理装置は、第2のガス供給部をさらに備え、上部電極は、平面視で中央領域と環状領域とを有し、第1の

ガス供給部は、中央領域を介してチャンバ内に第1のガスを供給するように構成され、第2のガス供給部は、環状領域を介してチャンバ内に第2のガスを供給するように構成される。

[0014] 一つの例示的实施形態において、プラズマ処理装置は、上部電極又はエッジリングを囲むように配置される環状部材と、RF電源の動作時間に応じて第3の時間をカウントし、環状部材の交換により第3の時間をリセットするように構成される第3のカウントと、第3の時間に応じて第2のガスの流量を段階的に変更するように構成される第3の処理部と、をさらに備える。

[0015] 一つの例示的实施形態において、プラズマ処理装置は、上部電極を囲むように配置される環状部材と、RF電源の動作時間に応じて第3の時間をカウントし、環状部材の交換により第3の時間をリセットするように構成される第3のカウントと、をさらに備え、第1の処理部は、第1の時間及び第3の時間に応じてRF電力を段階的に変更するように構成される。

[0016] 一つの例示的实施形態において、第1の処理部は、第1の時間に応じた第1の電力値と第3の時間に応じた第2の電力値とをRF電力の電力レベルに加算するように構成される。

[0017] 一つの例示的实施形態において、第1の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の電力値をRF電力の電力レベルに加算し、第2の区間において、段階ごとに、第1の電力値と異なる第2の電力値をRF電力の電力レベルに加算するように構成される。

[0018] 一つの例示的实施形態において、第1の処理部は、第3の区間において、一定の電力レベルを維持するように構成される。

[0019] 一つの例示的实施形態において、第2の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の電圧値をDC電圧の電圧レベルに加算し、第2の区間において、段階ごとに、第1の電圧値と異なる第2の電圧値をDC電圧の電圧レベルに加算するように構成される。

[0020] 一つの例示的实施形態において、第2の処理部は、第3の区間において、一定の電圧レベルを維持するように構成される。

- [0021] 一つの例示的实施形態において、第1の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の流量値を第1のガスの流量から減算し、第2の区間において、段階ごとに、第1の流量値と異なる第2の流量値を第1のガスの流量から減算するように構成される。
- [0022] 一つの例示的实施形態において、第1の処理部は、第3の区間において、一定の流量を維持するように構成される。
- [0023] 一つの例示的实施形態において、チャンバと、チャンバ内でプラズマを生成するためにRF電力を生成するように構成されるRF電源と、チャンバ内に配置される第1の消耗部品と、チャンバ内に配置される第2の消耗部品と、RF電源の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、第1の消耗部品の交換により第1の時間をリセットするように構成される第1のカウントと、RF電源の動作時間に応じて第2の時間をカウントし、第2の消耗部品の交換により第2の時間をリセットするように構成される第2のカウントと、第1の時間に応じて第1のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される第1の処理部と、第2の時間に応じて第2のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される第2の処理部と、を備える、プラズマ処理装置が提供される。
- [0024] 一つの例示的实施形態において、第1の消耗部品の交換周期は、第2の消耗部品の交換周期と異なる。
- [0025] 一つの例示的实施形態において、プラズマ処理装置は、チャンバ内に配置される第3の消耗部品と、RF電源の動作時間に応じて第3の時間をカウントし、第3の消耗部品の交換により第3の時間をリセットするように構成される第3のカウントと、をさらに備え、第1の処理部は、第1の時間に応じた第1の値と第3の時間に応じた第2の値とを第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される。
- [0026] 一つの例示的实施形態において、第1の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の値を第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第2の区間において、段階ごとに第2の値を第1のプロセスパラメータに対し

加算又は減算するように構成される。

[0027] 一つの例示的实施形態において、第2の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の値を第2のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第2の区間において、段階ごとに第2の値を第2のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される。

[0028] 一つの例示的实施形態において、チャンバと、チャンバ内でプラズマを生成するためにRF電力を生成するように構成されるRF電源と、チャンバ内に配置される消耗部品と、RF電源の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、消耗部品の交換により第1の時間をリセットするように構成されるカウンタと、第1の時間に応じて第1のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される処理部と、を備え、処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の値を第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第2の区間において、段階ごとに第2の値を第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される、プラズマ処理装置が提供される。

[0029] 以下、図面を参照して、本開示の各実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または同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づいて上下左右等の位置関係を説明する。図面の寸法比率は実際の比率を示すものではなく、また、実際の比率は図示の比率に限られるものではない。

[0030] (第1の実施形態)

#### <プラズマ処理システムの一例>

図1は、プラズマ処理システムの構成例を説明するための図である。一実施形態において、プラズマ処理システムは、プラズマ処理装置1及び制御部2を含む。プラズマ処理システムは、基板処理システムの一例であり、プラズマ処理装置1は、基板処理装置の一例である。プラズマ処理装置1は、プラズマ処理チャンバ10、基板支持部11及びプラズマ生成部12を含む。プラズマ処理チャンバ10は、プラズマ処理空間を有する。また、プラズマ処理チャンバ10は、少なくとも1つの処理ガスをプラズマ処理空間に供給

するための少なくとも1つのガス供給口と、プラズマ処理空間からガスを排出するための少なくとも1つのガス排出口とを有する。ガス供給口は、後述するガス供給部20に接続され、ガス排出口は、後述する排気システム40に接続される。基板支持部11は、プラズマ処理空間内に配置され、基板を支持するための基板支持面を有する。

[0031] プラズマ生成部12は、プラズマ処理空間内に供給された少なくとも1つの処理ガスからプラズマを生成するように構成される。プラズマ処理空間において形成されるプラズマは、容量結合プラズマ(CCP; Capacitively Coupled Plasma)、誘導結合プラズマ(ICP; Inductively Coupled Plasma)、ECRプラズマ(Electron-Cyclotron-resonance plasma)、ヘリコン波励起プラズマ(HWP: Helicon Wave Plasma)、又は、表面波プラズマ(SWP: Surface Wave Plasma)等であってもよい。また、AC(Alternating Current)プラズマ生成部及びDC(Direct Current)プラズマ生成部を含む、種々のタイプのプラズマ生成部が用いられてもよい。一実施形態において、ACプラズマ生成部で用いられるAC信号(AC電力)は、100kHz~10GHzの範囲内の周波数を有する。従って、AC信号は、RF(Radio Frequency)信号及びマイクロ波信号を含む。一実施形態において、RF信号は、100kHz~150MHzの範囲内の周波数を有する。

[0032] 制御部2は、本開示において述べられる種々の工程をプラズマ処理装置1に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御部2は、ここで述べられる種々の工程を実行するようにプラズマ処理装置1の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御部2の一部又は全てがプラズマ処理装置1に含まれてもよい。制御部2は、処理部2a1、記憶部2a2及び通信インターフェース2a3を含んでもよい。制御部2は、例えばコンピュータ2aにより実現される。処理部2a1は、記憶部2a2から

プログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部 2 a 2 に格納されていてもよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部 2 a 2 に格納され、処理部 2 a 1 によって記憶部 2 a 2 から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ 2 a に読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェース 2 a 3 に接続されている通信回線であってもよい。処理部 2 a 1 は、CPU (Central Processing Unit) であってもよい。記憶部 2 a 2 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。通信インターフェース 2 a 3 は、LAN (Local Area Network) 等の通信回線を介してプラズマ処理装置 1 との間で通信してもよい。

[0033] 以下に、プラズマ処理装置 1 の一例としての容量結合型のプラズマ処理装置の構成例について説明する。図 2 は、容量結合型のプラズマ処理装置の構成例を説明するための図である。

[0034] 容量結合型のプラズマ処理装置 1 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 (単に「チャンバ」ともいう。)、ガス供給部 2 0、電源 3 0 及び排気システム 4 0 を含む。また、プラズマ処理装置 1 は、基板支持部 1 1 及びガス導入部を含む。ガス導入部は、少なくとも 1 つの処理ガスをプラズマ処理チャンバ 1 0 内に導入するように構成される。ガス導入部は、シャワーヘッド 1 3 を含む。基板支持部 1 1 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 内に配置される。シャワーヘッド 1 3 は、基板支持部 1 1 の上方に配置される。一実施形態において、シャワーヘッド 1 3 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 の天部 (ceiling) の少なくとも一部を構成する。プラズマ処理チャンバ 1 0 は、シャワーヘッド 1 3、プラズマ処理チャンバ 1 0 の側壁 1 0 a 及び基板支持部 1 1 により規定されたプラズマ処理空間 1 0 s を有する。プラズマ処理チャンバ 1 0

は接地される。シャワーヘッド13及び基板支持部11は、プラズマ処理チャンバ10の筐体とは電氣的に絶縁される。

[0035] 基板支持部11は、本体部111及びリングアセンブリ112を含む。本体部111は、基板Wを支持するための中央領域111aと、リングアセンブリ112を支持するための環状領域111bとを有する。ウェハは基板Wの一例である。本体部111の環状領域111bは、平面視で本体部111の中央領域111aを囲んでいる。基板Wは、本体部111の中央領域111a上に配置され、リングアセンブリ112は、本体部111の中央領域111a上の基板Wを囲むように本体部111の環状領域111b上に配置される。従って、中央領域111aは、基板Wを支持するための基板支持面とも呼ばれ、環状領域111bは、リングアセンブリ112を支持するためのリング支持面とも呼ばれる。

[0036] 一実施形態において、本体部111は、基台1110及び静電チャック1111を含む。基台1110は、導電性部材を含む。基台1110の導電性部材は下部電極として機能し得る。静電チャック1111は、基台1110の上に配置される。静電チャック1111は、セラミック部材1111aとセラミック部材1111a内に配置される静電電極1111bとを含む。セラミック部材1111aは、中央領域111aを有する。一実施形態において、セラミック部材1111aは、環状領域111bも有する。なお、環状静電チャックや環状絶縁部材のような、静電チャック1111を囲む他の部材が環状領域111bを有してもよい。この場合、リングアセンブリ112は、環状静電チャック又は環状絶縁部材の上に配置されてもよく、静電チャック1111と環状絶縁部材の両方の上に配置されてもよい。また、後述するRF電源31及び／又はDC電源32に結合される少なくとも1つのRF／DC電極がセラミック部材1111a内に配置されてもよい。この場合、少なくとも1つのRF／DC電極が下部電極として機能する。後述するバイアスRF信号及び／又はDC信号が少なくとも1つのRF／DC電極に供給される場合、RF／DC電極はバイアス電極とも呼ばれる。なお、基台11

10の導電性部材と少なくとも1つのRF／DC電極とが複数の下部電極として機能してもよい。また、静電電極1111bが下部電極として機能してもよい。従って、基板支持部11は、少なくとも1つの下部電極を含む。

[0037] リングアセンブリ112は、1又は複数の環状部材を含む。一実施形態において、1又は複数の環状部材は、1又は複数のエッジリングと少なくとも1つのカバーリングとを含む。エッジリングは、導電性材料又は絶縁材料で形成され、カバーリングは、絶縁材料で形成される。

[0038] また、基板支持部11は、静電チャック1111、リングアセンブリ112及び基板のうち少なくとも1つをターゲット温度に調節するように構成される温調モジュールを含んでもよい。温調モジュールは、ヒータ、伝熱媒体、流路1110a、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路1110aには、ブラインやガスのような伝熱流体が流れる。一実施形態において、流路1110aが基台1110内に形成され、1又は複数のヒータが静電チャック1111のセラミック部材1111a内に配置される。また、基板支持部11は、基板Wの裏面と中央領域111aとの間の間隙に伝熱ガスを供給するように構成された伝熱ガス供給部を含んでもよい。

[0039] シャワーヘッド13は、ガス供給部20からの少なくとも1つの処理ガスをプラズマ処理空間10s内に導入するように構成される。シャワーヘッド13は、少なくとも1つのガス供給口13a、少なくとも1つのガス拡散室13b、及び複数のガス導入口13cを有する。ガス供給口13aに供給された処理ガスは、ガス拡散室13bを通過して複数のガス導入口13cからプラズマ処理空間10s内に導入される。また、シャワーヘッド13は、少なくとも1つの上部電極を含む。なお、ガス導入部は、シャワーヘッド13に加えて、側壁10aに形成された1又は複数の開口部に取り付けられる1又は複数のサイドガス注入部（SGI：Side Gas Injector）を含んでもよい。

[0040] ガス供給部20は、少なくとも1つのガスソース21及び少なくとも1つの流量制御器22を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部20は

、少なくとも1つの処理ガスを、それぞれに対応のガスソース21からそれぞれに対応の流量制御器22を介してシャワーヘッド13に供給するように構成される。各流量制御器22は、例えばマスフローコントローラ又は圧力制御式の流量制御器を含んでもよい。さらに、ガス供給部20は、少なくとも1つの処理ガスの流量を変調又はパルス化する少なくとも1つの流量変調デバイスを含んでもよい。

[0041] 電源30は、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介してプラズマ処理チャンバ10に結合されるRF電源31を含む。RF電源31は、少なくとも1つのRF信号（RF電力）を少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に供給するように構成される。これにより、プラズマ処理空間10sに供給された少なくとも1つの処理ガスからプラズマが形成される。従って、RF電源31は、プラズマ生成部12の少なくとも一部として機能し得る。また、バイアスRF信号を少なくとも1つの下部電極に供給することにより、基板Wにバイアス電位が発生し、形成されたプラズマ中のイオン成分を基板Wに引き込むことができる。

[0042] 一実施形態において、RF電源31は、第1のRF生成部31a及び第2のRF生成部31bを含む。第1のRF生成部31aは、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に結合され、プラズマ生成用のソースRF信号（ソースRF電力）を生成するように構成される。一実施形態において、ソースRF信号は、10MHz～150MHzの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第1のRF生成部31aは、異なる周波数を有する複数のソースRF信号を生成するように構成されてもよい。生成された1又は複数のソースRF信号は、少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に供給される。

[0043] 第2のRF生成部31bは、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも1つの下部電極に結合され、バイアスRF信号（バイアスRF電力）を生成するように構成される。バイアスRF信号の周波数は、ソ

ースRF信号の周波数と同じであっても異なってもよい。一実施形態において、バイアスRF信号は、ソースRF信号の周波数よりも低い周波数を有する。一実施形態において、バイアスRF信号は、100kHz～100MHzの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第2のRF生成部31bは、異なる周波数を有する複数のバイアスRF信号を生成するように構成されてもよい。生成された1又は複数のバイアスRF信号は、少なくとも1つの下部電極に供給される。また、種々の実施形態において、ソースRF信号及びバイアスRF信号のうち少なくとも1つがパルス化されてもよい。

[0044] また、電源30は、プラズマ処理チャンバ10に結合されるDC電源32を含んでもよい。DC電源32は、第1のDC生成部32a及び第2のDC生成部32bを含む。一実施形態において、第1のDC生成部32aは、少なくとも1つの下部電極に接続され、第1のDC信号を生成するように構成される。生成された第1のDC信号は、少なくとも1つの下部電極に印加される。一実施形態において、第2のDC生成部32bは、少なくとも1つの上部電極に接続され、第2のDC信号を生成するように構成される。生成された第2のDC信号は、少なくとも1つの上部電極に印加される。

[0045] 種々の実施形態において、第1及び第2のDC信号がパルス化されてもよい。この場合、電圧パルスのシーケンスが少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に印加される。電圧パルスは、矩形、台形、三角形又はこれらの組み合わせのパルス波形を有してもよい。一実施形態において、DC信号から電圧パルスのシーケンスを生成するための波形生成部が第1のDC生成部32aと少なくとも1つの下部電極との間に接続される。従って、第1のDC生成部32a及び波形生成部は、電圧パルス生成部を構成する。第2のDC生成部32b及び波形生成部が電圧パルス生成部を構成する場合、電圧パルス生成部は、少なくとも1つの上部電極に接続される。電圧パルスは、正の極性を有してもよく、負の極性を有してもよい。また、電圧パルスのシーケンスは、1周期内に1又は複数の正極性電圧パルスと

1又は複数の負極性電圧パルスとを含んでもよい。なお、第1及び第2のDC生成部32a, 32bは、RF電源31に加えて設けられてもよく、第1のDC生成部32aが第2のRF生成部31bに代えて設けられてもよい。

[0046] 排気システム40は、例えばプラズマ処理チャンバ10の底部に設けられたガス排出口10eに接続され得る。排気システム40は、圧力調整弁及び真空ポンプを含んでもよい。圧力調整弁によって、プラズマ処理空間10s内の圧力が調整される。真空ポンプは、ターボ分子ポンプ、ドライポンプ又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0047] 以上のプラズマ処理装置1において、リングアセンブリ112は、エッジリング112aとカバーリング112bとを含む。一実施形態において、カバーリング112bは、エッジリング112aの周囲を囲むように配置される。一実施形態において、プラズマ処理装置1は、エッジリング112aにDC電圧を印加するように構成されるDC電源200を有する。DC電源200は、電源30に含まれてよい。DC電源200は、DC生成部200aを含む。一実施形態において、DC生成部200aは、少なくとも1つの導電性部材を介してエッジリング112aに電氣的に接続され、DC信号を生成するように構成される。DC信号は、上述した第1及び第2のDC信号と同様に、パルス化されてもよい。生成されたDC信号は、少なくとも1つの導電性部材を介してエッジリング112aに印加される。

[0048] 図3に示すように、一実施形態において、プラズマ処理装置1は、第1のカウンタ250と、第2のカウンタ251と、第1の処理部252と、第2の処理部253をさらに備える。第1のカウンタ250と、第2のカウンタ251と、第1の処理部252及び第2の処理部253は、制御部2に含まれてよい。

[0049] 図4に示すように、第1のカウンタ250は、RF電源31の動作時間（稼働時間）に応じて第1の時間t1をカウントし、シャワーヘッド13の上部電極13dの交換により第1の時間t1をリセットするように構成される。すなわち、第1のカウンタ250の第1の時間t1は、上部電極13dが

交換される度にリセットされ、その後、RF電源31の動作時間に応じて基準値からカウントされる。基準値は、ゼロであってよい。なお、RF電源31の動作時間は、種々の形態で取得され得る。例えば、RF電源31の動作時間は、RF電源31に内蔵されたタイマーによって取得されてもよい。すなわち、RF電源31の動作時間は、RF電源31が、チャンバ10内で第1のガスからプラズマを生成するためにRF電力を上部電極13d又は下部電極に供給している時間であるともいえる。

[0050] 第2のカウンタ251は、RF電源31の動作時間に応じて第2の時間 $t_2$ をカウントし、エッジリング112aの交換により第2の時間 $t_2$ をリセットするように構成される。すなわち、第2のカウンタ251の第2の時間 $t_2$ は、エッジリング112aが交換される度にリセットされ、その後、RF電源31の動作時間に応じて基準値からカウントされる。基準値は、ゼロであってよい。

[0051] エッジリング112aの交換周期 $N_2$ は、上部電極13dの交換周期 $N_1$ と異なる。一実施形態において、エッジリング112aの交換周期 $N_2$ は、上部電極13dの交換周期 $N_1$ より短い。この場合、第2のカウンタ251によりカウントされる第2の時間 $t_2$ は、第1のカウンタ250によりカウントされる第1の時間 $t_1$ より短い間隔でリセットされる。

[0052] 一実施形態において、第1の処理部252は、RF電源31により上部電極13d又は下部電極に供給されるRF電力、及びガス供給部20によりチャンバ10に供給される第1のガスの流量のうちの少なくとも1つを、第1の時間 $t_1$ に応じて段階的に変更するように構成される。

[0053] 図5に示す例では、第1の処理部252は、第1の時間 $t_1$ に応じてRF電力 $P_{rf}$ を段階的に増加させるように構成される。具体的には、第1の処理部252は、第1の区間 $S_1$ において、段階ごとに第1の電力値 $\Delta p_1$ をRF電力 $P_{rf}$ の電力レベルに加算するように構成される。第1の処理部252は、第2の区間 $S_2$ において、段階ごとに、第1の電力値 $\Delta p_1$ と異なる第2の電力値 $\Delta p_2$ をRF電力 $P_{rf}$ の電力レベルに加算するように構成

される。第1の処理部252は、第3の区間S3において、一定の電力レベルを維持するように構成される。各区間S1～S3において、段階ごとに増加する電力値 $\Delta p_1$ 、 $\Delta p_2$ 、各段階の時間（長さ） $\Delta t_{1-1}$ 、 $\Delta t_{1-2}$ 、 $\Delta t_{1-3}$ 、段階の数がそれぞれ設定されてよい。区間S1～S3を合わせた時間は、上部電極13dの交換周期N1であってよい。なお、区間の数は、3つに限られず、1つ又は2つでもよく、4つ以上であってもよい。

[0054] また、図6に示す例では、第1の処理部252は、第1の時間 $t_1$ に応じて第1のガスの流量 $F_1$ を段階的に減少させるように構成される。具体的には、第1の処理部252は、第1の区間S4において、段階ごとに第1の流量値 $\Delta f_{1-1}$ を第1のガスの流量 $F_1$ から減算するように構成される。第1の処理部252は、第2の区間S5において、段階ごとに、第1の流量値 $\Delta f_{1-1}$ と異なる第2の流量値 $\Delta f_{1-2}$ を第1のガスの流量 $F_1$ から減算するように構成される。第1の処理部252は、第3の区間S6において、一定の流量を維持するように構成される。各区間S4～S6において、段階ごとに減算する流量値 $\Delta f_{1-1}$ 、 $\Delta f_{1-2}$ 、各段階の時間（長さ） $\Delta t_{1-1}$ 、 $\Delta t_{1-2}$ 、 $\Delta t_{1-3}$ 、段階の数がそれぞれ設定されてよい。区間S4～S6を合わせた時間は、上部電極13dの交換周期N1であってよい。なお、区間の数は、3つに限られず、1つ又は2つでもよく、4つ以上であってもよい。

[0055] 一実施形態において、第2の処理部253は、DC電源200によりエッジリング112aに印加されるDC電圧を、第2の時間 $t_2$ に応じて段階的に変更するように構成される。

[0056] 図7に示す例では、第2の処理部253は、第2の時間 $t_2$ に応じてDC電圧 $V_{dc}$ を段階的に増加させるように構成される。具体的には、第2の処理部253は、第1の区間S7において、段階ごとに第1の電圧値 $\Delta v_1$ をDC電圧 $V_{dc}$ の電圧レベルに加算するように構成される。第2の処理部253は、第2の区間S8において、段階ごとに、第1の電圧値 $\Delta v_1$ と異なる第2の電圧値 $\Delta v_2$ をDC電圧 $V_{dc}$ の電圧レベルに加算するように構成

される。第2の処理部253は、第3の区間S9において、一定の電圧レベルを維持するように構成される。各区間S7～S9において、段階ごとに増加する電圧値 $\Delta v_1$ 、 $\Delta v_2$ 、各段階の時間（長さ） $\Delta t_{2-1}$ 、 $\Delta t_{2-2}$ 、 $\Delta t_{2-3}$ 、段階の数がそれぞれ設定されてよい。区間S7～S9を合わせた時間は、エッジリング112aの交換周期N2であってよい。なお、区間の数は、3つに限られず、1つ又は2つでもよく、4つ以上であってもよい。

[0057] <プラズマ処理方法の一例>

プラズマ処理方法は、プラズマを用いて基板W上の膜をエッチングするエッチング処理を含む。一実施形態において、プラズマ処理方法は、プラズマ処理装置1において制御部2により実行される。

[0058] 先ず、基板Wが、搬送アームによりチャンバ10内に搬入され、リフターにより基板支持部11に載置され、図2に示すように基板支持部11上に吸着保持される。

[0059] 次に、プラズマ生成部12によりプラズマ処理空間10sにプラズマが生成される。先ず、処理ガスが、ガス供給部20によりシャワーヘッド13に供給され、シャワーヘッド13からプラズマ処理空間10sに供給される。このとき供給される処理ガスは、基板Wのエッチング処理のために必要な活性種を生成するガスを含む。処理ガスは、第1のガスを含む。

[0060] RF電力がRF電源31から上部電極13d及び／又は下部電極に供給される。DC電圧がDC電源200からエッジリング112aに印加される。プラズマ処理空間10s内の雰囲気はガス排出口10eから排気され、プラズマ処理空間10sの内部は減圧される。プラズマ処理空間10sの基板支持部11上に、処理ガスからプラズマが生成され、基板Wがエッチング処理される。

[0061] プラズマ処理装置1では、上述のようなエッチング処理が複数枚の基板に対して継続的に行われる。この継続的なエッチング処理には、同じレシピの処理だけでなく、異なるレシピの処理が含まれてよい。第1のカウンタ25

0は、RF電源31の動作時間に応じて第1の時間 $t_1$ をカウントする。一実施形態において、第1のカウanta250は、RF電源31がRF電力を上部電極13d又は下部電極に供給している時間を第1の時間 $t_1$ としてカウントする。そして、図4に示すように、第1の時間 $t_1$ が交換周期 $N_1$ に到達したときに、上部電極13dは新しいものに交換される。このとき、第1の時間 $t_1$ はリセット（基準値に）され、新しい上部電極13dに対して再び第1の時間 $t_1$ のカウントが基準値から開始される。基準値は、ゼロであってよい。

[0062] 図5に示すように、第1の処理部252は、RF電源31により上部電極13d又は下部電極に供給されるRF電力 $P_{rf}$ を、第1の時間 $t_1$ に応じて段階的に増加させる。すなわち、プラズマ処理における上部電極13dの使用時間（プラズマに晒される時間）が増加するにつれて、次第にRF電力 $P_{rf}$ を増加させる。このとき、各区間 $S_1 \sim S_3$ において、段階ごとに増加する電力値 $\Delta p_1$ 、 $\Delta p_2$ 、各段階の時間（長さ） $\Delta t_1 - 1$ 、 $\Delta t_1 - 2$ 、 $\Delta t_1 - 3$ 、段階の数が設定されてよい。なお、階段ごとに増加する電力値、各階段の時間、階段の数は、第1の時間 $t_1$ が進む（区間 $S_1 \sim S_3$ が進む）につれて小さくなってよい。こうすることにより、上部電極13dが次第に消耗していても、チャンバ10内に生成されるプラズマの密度が所定の範囲内に維持され、この結果、エッチング処理におけるエッチング対象膜の線幅（CD）が適正な範囲内に維持される。

[0063] 図6に示すように、第1の処理部252は、ガス供給部20によりチャンバ10に供給される第1のガスの流量 $F_1$ を、第1の時間 $t_1$ に応じて段階的に減少させる。すなわち、プラズマ処理における上部電極13dの使用時間（プラズマに晒される時間）が増加するにつれて、次第に第1のガスの流量 $F_1$ を減少させる。このとき、各区間 $S_4 \sim S_6$ において、段階ごとに減算する流量値 $\Delta f_1 - 1$ 、 $\Delta f_1 - 2$ 、各段階の時間（長さ） $\Delta t_1 - 1$ 、 $\Delta t_1 - 2$ 、 $\Delta t_1 - 3$ 、段階の数がそれぞれ設定されてよい。なお、階段ごとに減少する流量値、各階段の時間、階段の数は、第1の時間 $t_1$ が進む

(区間S 4～S 6が進む)につれて小さくなってよい。こうすることにより、上部電極1 3 dが次第に消耗していても、エッチング処理におけるエッチング対象膜の線幅(C D)が適正な範囲内に維持される。

[0064] 第2のカウンタ2 5 1は、R F電源3 1の動作時間に応じて第2の時間 $t_2$ をカウントする。一実施形態において、第2のカウンタ2 5 1は、R F電源3 1がR F電力を上部電極1 3 d又は下部電極に供給している時間を第2の時間 $t_2$ としてカウントする。そして、図4に示すように、第2の時間 $t_2$ が交換周期 $N_2$ に到達したときに、エッジリング1 1 2 aは新しいものに交換される。このとき、第2の時間 $t_2$ はリセット(基準値に)され、新しいエッジリング1 1 2 aに対して再び第2の時間 $t_2$ のカウントが基準値から開始される。基準値は、ゼロであってよい。

[0065] 図7に示すように、第2の処理部2 5 3は、D C電源2 0 0によりエッジリング1 1 2 aに印加されるD C電圧 $V_{dc}$ を第2の時間 $t_2$ に応じて段階的に増加させる。すなわち、プラズマ処理におけるエッジリング1 1 2 aの使用時間(プラズマに晒される時間)が増加するにつれて、次第にD C電圧 $V_{dc}$ を増加させる。このとき、各区間S 7～S 9において、段階ごとに増加する電圧値 $\Delta v_1$ 、 $\Delta v_2$ 、各段階の時間(長さ) $\Delta t_2 - 1$ 、 $\Delta t_2 - 2$ 、 $\Delta t_2 - 3$ 、段階の数がそれぞれ設定されてよい。なお、階段ごとに増加する電圧値、各階段の時間、階段の数は、第2の時間 $t_2$ が進む(区間S 7～S 9が進む)につれて小さくなってよい。こうすることにより、エッジリング1 1 2 aが次第に消耗していても、基板Wの外周部におけるシースの傾きが所定の範囲内に維持され、この結果、エッチング処理における基板Wの外周部におけるチルティング角度が適正な範囲内に維持される。

[0066] 本例示的实施形態によれば、プラズマ処理装置1が、R F電源の動作時間に応じて第1の時間 $t_1$ をカウントし、上部電極1 3 dの交換により第1の時間 $t_1$ をリセットするように構成される第1のカウンタ2 5 0と、R F電源3 1の動作時間に応じて第2の時間 $t_2$ をカウントし、エッジリング1 1 2 aの交換により第2の時間 $t_2$ をリセットするように構成される第2のカ

ウンタ 2 5 1 と、第 1 の時間  $t_1$  に応じて R F 電力及び第 1 のガスの流量うちの少なくとも 1 つを段階的に変更するように構成される第 1 の処理部 2 5 2 と、第 2 の時間  $t_2$  に応じて D C 電圧を段階的に変更するように構成される第 2 の処理部 2 5 3 と、を備える。これにより、交換時から起算した上部電極 1 3 d の使用量に応じて R F 電力や第 1 のガスのプロセスパラメータを段階的に変更し、交換時から起算したエッジリング 1 1 2 a の使用量に応じて D C 電圧のプロセスパラメータを段階的に変更することができる。この結果、プラズマ処理装置 1 において、チャンバ 1 0 内の部品が消耗することによって基板のプラズマ処理が影響を受けることを低減することができる。

[0067] (第 2 の実施形態)

図 8 に示す例では、プラズマ処理装置 1 は、上部電極 1 3 d を囲むように配置される上部環状部材 3 0 0 を備える。上部電極 1 3 d は、中央領域 3 1 0 と環状領域 3 1 1 とを有する。図 8 に示すプラズマ処理装置 1 は、中央領域 3 1 0 を介してチャンバ 1 0 内に第 1 のガスを供給するように構成される第 1 のガス供給部 3 5 0 と、環状領域 3 1 1 を介してチャンバ 1 0 内に第 2 のガスを供給するように構成される第 2 のガス供給部 3 5 1 を備える。

[0068] 上部環状部材 3 0 0 は、上部電極 1 3 d と電氣的に絶縁される。一実施形態において、上部環状部材 3 0 0 は、シリコン材料で形成される。上部環状部材 3 0 0 は、チャンバ 1 0 の側壁 1 0 a を介して接地電位に電氣的に接続される。

[0069] 上部電極 1 3 d の環状領域 3 1 1 は、中央領域 3 1 0 を囲むように配置される。中央領域 3 1 0 及び環状領域 3 1 1 は、シャワーヘッド 1 3 のガス供給口 1 3 a、ガス拡散室 1 3 b 及びガス導入口 1 3 c をそれぞれ有する。中央領域 3 1 0 は、基板支持部 1 1 の中央領域 1 1 1 a に対向し、環状領域 3 1 1 は、リングアセンブリ 1 1 2 に対向するように配置されてよい。

[0070] 第 1 のガス供給部 3 5 0 及び第 2 のガス供給部 3 5 1 は、第 1 の実施形態で記載したガス供給部 2 0 と同様の構成を有してよい。第 2 のガス供給部 3 5 1 は、少なくとも 1 つのガスソース 2 1 及び少なくとも 1 つの流量制御器

22を含んでもよい。第1のガス供給部350が供給する第1のガスと、第2のガス供給部351が供給する第2のガスは、プラズマを生成するガスであってよい。第2のガスは、第1のガスと同じ種類のガスを異なる流量比で含んでよい。

[0071] 図9に示すように、一実施形態において、プラズマ処理装置1は、第3のカウンタ400と第3の処理部401をさらに備えてよい。第3のカウンタ400と第3の処理部401は、制御部2に含まれてよい。

[0072] 図10に示すように、第3のカウンタ400は、RF電源31の動作時間に応じて第3の時間 $t_3$ をカウントし、上部環状部材300の交換により第3の時間 $t_3$ をリセットするように構成される。すなわち、第3のカウンタ400の第3の時間 $t_3$ は、上部環状部材300が交換される度にリセットされ、その後、RF電源31の動作時間に応じて基準値からカウントされる。基準値は、ゼロであってよい。

[0073] 上部環状部材300の交換周期 $N_3$ は、上部電極13dの交換周期 $N_1$ 及びエッジリング112aの交換周期 $N_2$ と異なる。一実施形態において、上部環状部材300の交換周期 $N_3$ は、上部電極13dの交換周期 $N_1$ 及びエッジリング112aの交換周期 $N_2$ より長い。この場合、第3のカウンタ400によりカウントされる第3の時間 $t_3$ は、第1のカウンタ250によりカウントされる第1の時間 $t_1$ 及び第2のカウンタ251によりカウントされる第2の時間 $t_2$ より長い間隔でリセットされる。

[0074] 一実施形態において、第3の処理部401は、第2のガス供給部351によりチャンバ10に供給される第2のガスの流量を、第3の時間 $t_3$ に応じて段階的に変更するように構成される。

[0075] 図11に示す例では、第3の処理部401は、第3の時間 $t_3$ に応じて第2のガスの流量 $F_2$ を段階的に減少させるように構成される。具体的には、第3の処理部401は、第1の区間 $S_{10}$ において、段階ごとに第1の流量値 $\Delta f_{2-1}$ を第2のガスの流量 $F_2$ から減算するように構成される。第3の処理部401は、第2の区間 $S_{11}$ において、段階ごとに、第1の流量値

$\Delta f 2 - 1$  と異なる第2の流量値  $\Delta f 2 - 2$  を第2のガスの流量  $F 2$  から減算するように構成される。第3の処理部401は、第3の区間  $S 1 2$  において、一定の流量を維持するように構成される。各区間  $S 1 0 \sim S 1 2$  において、段階ごとに減算する流量値  $\Delta f 2 - 1$ 、 $\Delta f 2 - 2$ 、各段階の時間（長さ） $\Delta t 3 - 1$ 、 $\Delta t 3 - 2$ 、 $\Delta t 3 - 3$ 、段階の数がそれぞれ設定されてよい。区間  $S 1 0 \sim S 1 2$  を合わせた時間は、上部環状部材300の交換周期  $N 3$  であってよい。なお、区間の数は、3つに限られず、1つ又は2つでもよく、4つ以上であってもよい。第2の実施形態におけるプラズマ処理装置1の他の構成は、上記第1の実施形態の構成と同様であってよい。

[0076] プラズマ処理装置1では、第1の実施形態と同様にエッチング処理が複数枚の基板に対して継続的に行われる。その際、第3のカウンタ400は、RF電源31の動作時間に応じて第3の時間  $t 3$  をカウントする。第3のカウンタ400は、RF電源31がRF電力を上部電極13d又は下部電極に供給している時間を第3の時間  $t 3$  としてカウントする。そして、図10に示すように、第3の時間  $t 3$  が交換周期  $N 3$  に到達したときに、上部環状部材300は新しいものに交換される。このとき、第3の時間  $t 3$  はリセット（基準値に）され、新しい上部環状部材300に対して再び第3の時間  $t 3$  のカウントが基準値から開始される。基準値は、ゼロであってよい。

[0077] 図11に示すように、第3の処理部401は、第2のガス供給部351によりチャンバ10に供給される第2のガスの流量  $F 2$  を、第3の時間  $t 3$  に応じて段階的に減少させる。すなわち、プラズマ処理における上部環状部材300の使用時間（プラズマに晒される時間）が増加するにつれて、次第に第2のガスの流量  $F 2$  を減少させる。このとき、各区間  $S 1 0 \sim S 1 2$  において、段階ごとに減算する流量値  $\Delta f 2 - 1$ 、 $\Delta f 2 - 2$ 、各段階の時間（長さ） $\Delta t 3 - 1$ 、 $\Delta t 3 - 2$ 、 $\Delta t 3 - 3$ 、段階の数がそれぞれ設定されてよい。なお、階段ごとに減少する流量値、各階段の時間、階段の数は、第3の時間  $t 3$  が進む（区間  $S 1 0 \sim S 1 2$  が進む）につれて小さくなってよい。こうすることにより、上部環状部材300が次第に消耗していても、

エッチング処理におけるエッチング対象膜の線幅（CD）が適正な範囲内に維持される。

[0078] プラズマ処理装置 1 の第 1 のカウンタ 250、第 2 のカウンタ 251、第 1 の処理部 252 及び第 2 の処理部 253 の動作は、第 1 の実施形態と同様に行われてよい。すなわち、第 1 のカウンタ 250 による第 1 の時間  $t_1$  のカウント、第 1 の処理部 252 による第 1 の時間  $t_1$  に応じた RF 電力  $P_{rf}$  の変更、第 1 の処理部 252 による第 1 のガスの流量  $F_1$  の変更は、上記第 1 の実施形態と同様に行われてよい。また、第 2 のカウンタ 251 による第 2 の時間  $t_2$  のカウント、第 2 の処理部 253 による第 2 の時間  $t_2$  に応じた DC 電圧  $V_{dc}$  の変更は、上記第 1 の実施形態と同様に行われてよい。

[0079] 第 2 の実施形態において、第 3 のカウンタ 400 は、第 3 の時間  $t_3$  を上部環状部材 300 の交換によりリセットし、第 3 の処理部 401 は、上部環状部材 300 の使用時間（第 3 の時間  $t_3$ ）に応じて第 2 のガスの流量  $F_2$  を変更していたが、第 3 のカウンタ 400 は、第 3 の時間  $t_3$  を、環状部材としてのカバーリング 112b の交換によりリセットし、第 3 の処理部 401 は、プラズマ処理におけるカバーリング 112b の使用時間（第 3 の時間  $t_3$ ）に応じて第 2 のガスの流量  $F_2$  を変更してよい。

[0080] 第 2 の実施形態において、第 1 の処理部 252 は、RF 電源 31 により上部電極 13d 又は下部電極に供給される RF 電力を、第 1 の時間  $t_1$  及び第 3 の時間  $t_3$  に応じて段階的に変更するように構成されてよい。すなわち、第 1 の処理部 252 は、上部電極 13d の使用時間に基づく第 1 の時間  $t_1$  と、上部環状部材 300 の使用時間に基づく第 3 の時間  $t_3$  に基づいて RF 電力を段階的に変更してよい。

[0081] この場合、図 12 に示すように、第 1 の処理部 252 は、第 1 の時間  $t_1$  に応じた第 1 の電力値  $p_1$  と第 3 の時間  $t_3$  に応じた第 2 の電力値  $p_2$  とを RF 電力  $P_{rf}$  の電力レベルに加算するように構成される。ここで、第 1 の電力値  $p_1$  は、第 1 の時間  $t_1$  に応じて段階的に増加し、第 2 の電力値  $p_2$  は、第 3 の時間  $t_3$  に応じて段階的に増加する。例えば、ある時間  $T_a$  にお

いて、第1の電力値  $p_1$  が「 $p_1 - a$ 」、第2の電力値  $p_2$  が「 $p_2 - a$ 」である場合に、「 $p_1 - a$ 」と「 $p_2 - a$ 」がRF電力  $P_{rf}$  の電力レベルに加算されてよい。この例では、複数の消耗部品の複数の使用時間に基づいて、RF電力を適切に調整することができる。

[0082] 上記第1の実施形態及び第2の実施形態において、第1のカウンタ250は、第1の時間  $t_1$  を上部電極13dの交換によりリセットし、上部電極13dの使用時間をカウントするものであったが、上部電極13d以外の他の第1の消耗部品の交換によりリセットし、他の第1の消耗部品の使用時間をカウントするものであってよい。第2のカウンタは、第2の時間  $t_2$  をエッジリング112aの交換によりリセットし、エッジリング112aの使用時間をカウントするものであったが、エッジリング112a以外の他の第2の消耗部品の交換によりリセットし、他の第2の消耗部品の使用時間をカウントするものであってよい。第3のカウンタは、第3の時間を上部環状部材300又はカバーリング112bの交換によりリセットし、上部電極13dの使用時間をカウントするものであったが、上部環状部材300又はカバーリング112b以外の他の第3の消耗部品の交換によりリセットし、他の第3の消耗部品の使用時間をカウントするものであってよい。以上の実施の形態において、処理部は、カウンタによりカウントされた時間に応じて、RF電力、DC電圧、第1のガスの流量、第2のガスの流量を変更していたが、それ以外の他のプロセスパラメータを変更してよい。プロセスパラメータには、下部電極に供給されるバイアス電力、下部電極に印加されるパルス化電圧、基板支持部又は基板の温度、上部電極に印加されるDC電圧などが含まれてよい。

[0083] 第1から第3のカウンタ250、251、400のように、RF電源の動作時間に応じて時間をカウントし、当該時間は消耗部品の交換によりリセットされるように構成されるカウンタの数や、第1から第3の処理部252、253、401のように、カウンタによりカウントされた時間に応じてプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される処理部の数は、1つで

あってよいし、4つ以上であってよい。

[0084] 処理部が、カウンタによりカウントされた時間に応じてプロセスパラメータを段階的に変更する際の、区間の数は、1つ、2つ、3つ、又は4つ以上であってよい。各区間において、段階ごとにプロセスパラメータに加算、減算される値は、処理部に手動で入力、設定されてよい。区間の数や、各区間の時間（長さ）は、処理部に手動で入力、設定されてよい。

[0085] 以上の実施形態において、RF電源の動作時間に応じて消耗部品の使用時間をカウントし、当該使用時間に応じてプロセスパラメータを変更していたが、基板の処理枚数をカウントし、当該処理枚数に応じてプロセスパラメータを変更してよい。すなわち、第1のカウンタは、RF電源の動作時間に応じて第1の基板処理枚数をカウントし、第1の基板処理枚数は第1の消耗部品の交換によりリセットされるように構成され、第2のカウンタは、RF電源の動作時間に応じて第2の基板処理枚数をカウントし、第2の基板処理枚数は第2の消耗部品の交換によりリセットされるように構成され、第1の処理部は、第1の基板処理枚数に応じて第1のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成され、第2の処理部は、第2の基板処理枚数に応じて第2のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成されてよい。

[0086] 以上の実施形態において、プラズマ処理装置は、容量結合型のプラズマ処理装置に限られず、他の種類のプラズマ処理装置、例えば誘導結合型のプラズマを生成するプラズマ処理装置、ECRプラズマを生成するプラズマ処理装置、ヘリコン波励起プラズマを生成するプラズマ処理装置又は、表面波プラズマを生成するプラズマ処理装置であってよい。

[0087] 以上の実施形態において、RF電源の動作時間に応じて時間をカウントしているが、これに限られない。例えば、プラズマ処理装置1に内蔵されている種々のカウンタに応じて時間がカウントされてもよい。

[0088] 以上の実施形態において、プラズマ処理装置1を例として説明したが、これに限られない。例えば、プラズマを使用しない基板処理装置にも適用され得る。この場合、基板処理装置は、チャンバと、チャンバ内に配置される第

1の消耗部品と、チャンバ内に配置される第2の消耗部品とを備える。また、基板処理装置は、第1のカウントと、第2のカウントと、第1の処理部と、第2の処理部とをさらに備える。第1のカウントは、基板処理装置の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、第1の消耗部品の交換により第1の時間をリセットするように構成される。第2のカウントは、基板処理装置の動作時間に応じて第2の時間をカウントし、第2の消耗部品の交換により第2の時間をリセットするように構成される。第1の処理部は、第1の時間に応じて第1のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される。第2の処理部は、第2の時間に応じて第2のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される。

[0089] 一実施形態において、基板処理装置は、チャンバと、チャンバ内に配置される消耗部品とを備える。また、基板処理装置は、カウントと、処理部とをさらに備える。カウントは、基板処理装置の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、消耗部品の交換により第1の時間をリセットするように構成される。処理部は、第1の時間に応じて第1のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される。具体的には、処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の値を第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第2の区間において、段階ごとに第2の値を前記第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される。なお、基板処理装置の動作時間は、基板処理装置に内蔵されている種々のカウントに基づき取得され得る。

[0090] 本開示の実施形態は、以下の態様をさらに含む。

[0091] (付記1)

チャンバと、

前記チャンバ内に配置される基板支持部であって、前記基板支持部は、下部電極を含む、前記基板支持部と、

前記基板支持部上の基板を囲むように配置されるエッジリングと、

前記基板支持部の上方に配置される上部電極と、

前記チャンバ内に第1のガスを供給するように構成される第1のガス供給

部と、

前記チャンバ内で前記第 1 のガスからプラズマを生成するために R F 電力を前記上部電極又は前記下部電極に供給するように構成される R F 電源と、

前記エッジリングに D C 電圧を印加するように構成される D C 電源と、

前記 R F 電源の動作時間に応じて第 1 の時間をカウントし、前記上部電極の交換により前記第 1 の時間をリセットするように構成される第 1 のカウンタと、

前記 R F 電源の動作時間に応じて第 2 の時間をカウントし、前記エッジリングの交換により前記第 2 の時間をリセットするように構成される第 2 のカウンタと、

前記第 1 の時間に応じて、前記 R F 電力及び前記第 1 のガスのうちの少なくとも 1 つを段階的に変更するように構成される第 1 の処理部と、

前記第 2 の時間に応じて前記 D C 電圧を段階的に変更するように構成される第 2 の処理部と、

を備える、プラズマ処理装置。

[0092] (付記 2)

前記エッジリングの交換周期は、前記上部電極の交換周期と異なる、付記 1 に記載のプラズマ処理装置。

[0093] (付記 3)

前記第 1 の処理部は、前記第 1 の時間に応じて前記 R F 電力を段階的に増加させるように構成され、

前記第 2 の処理部は、前記第 2 の時間に応じて前記 D C 電圧を段階的に増加させるように構成される、付記 1 又は 2 に記載のプラズマ処理装置。

[0094] (付記 4)

前記第 1 の処理部は、前記第 1 の時間に応じて前記第 1 のガスの流量を段階的に減少させるように構成される、付記 1 から 3 のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0095] (付記 5)

第2のガス供給部をさらに備え、

前記上部電極は、平面視で中央領域と環状領域とを有し、

前記第1のガス供給部は、前記中央領域を介して前記チャンバ内に前記第1のガスを供給するように構成され、

前記第2のガス供給部は、前記環状領域を介して前記チャンバ内に第2のガスを供給するように構成される、付記1から4のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0096] (付記6)

前記上部電極又は前記エッジリングを囲むように配置される環状部材と、

前記RF電源の動作時間に応じて第3の時間をカウントし、前記環状部材の交換により前記第3の時間をリセットするように構成される第3のカウンタと、

前記第3の時間に応じて前記第2のガスの流量を段階的に変更するように構成される第3の処理部と、をさらに備える、付記5に記載のプラズマ処理装置。

[0097] (付記7)

前記上部電極を囲むように配置される環状部材と、

前記RF電源の動作時間に応じて第3の時間をカウントし、前記環状部材の交換により前記第3の時間をリセットするように構成される第3のカウンタと、をさらに備え、

前記第1の処理部は、前記第1の時間及び前記第3の時間に応じて前記RF電力を段階的に変更するように構成される、付記1から6のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0098] (付記8)

前記第1の処理部は、前記第1の時間に応じた第1の電力値と前記第3の時間に応じた第2の電力値とを前記RF電力の電力レベルに加算するように構成される、付記7に記載のプラズマ処理装置。

[0099] (付記9)

前記第 1 の処理部は、第 1 の区間において、段階ごとに第 1 の電力値を前記 R F 電力の電力レベルに加算し、第 2 の区間において、段階ごとに、前記第 1 の電力値と異なる第 2 の電力値を前記 R F 電力の電力レベルに加算するように構成される、付記 1 から 8 のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0100] (付記 1 0)

前記第 1 の処理部は、第 3 の区間において、一定の電力レベルを維持するように構成される、付記 9 に記載のプラズマ処理装置。

[0101] (付記 1 1)

前記第 2 の処理部は、第 1 の区間において、段階ごとに第 1 の電圧値を前記 D C 電圧の電圧レベルに加算し、第 2 の区間において、段階ごとに、前記第 1 の電圧値と異なる第 2 の電圧値を前記 D C 電圧の電圧レベルに加算するように構成される、付記 1 から 1 0 のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0102] (付記 1 2)

前記第 2 の処理部は、第 3 の区間において、一定の電圧レベルを維持するように構成される、付記 1 1 に記載のプラズマ処理装置。

[0103] (付記 1 3)

前記第 1 の処理部は、第 1 の区間において、段階ごとに第 1 の流量値を前記第 1 のガスの流量から減算し、第 2 の区間において、段階ごとに、前記第 1 の流量値と異なる第 2 の流量値を前記第 1 のガスの流量から減算するように構成される、付記 1 から 1 2 のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0104] (付記 1 4)

前記第 1 の処理部は、第 3 の区間において、一定の流量を維持するように構成される、付記 1 3 に記載のプラズマ処理装置。

[0105] (付記 1 5)

チャンバと、

前記チャンバ内でプラズマを生成するために R F 電力を生成するように構

成される R F 電源と、

前記チャンバ内に配置される第 1 の消耗部品と、

前記チャンバ内に配置される第 2 の消耗部品と、

前記 R F 電源の動作時間に応じて第 1 の時間をカウントし、前記第 1 の消耗部品の交換により前記第 1 の時間をリセットするように構成される第 1 のカウンタと、

前記 R F 電源の動作時間に応じて第 2 の時間をカウントし、前記第 2 の消耗部品の交換により前記第 2 の時間をリセットされるように構成される第 2 のカウンタと、

前記第 1 の時間に応じて第 1 のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される第 1 の処理部と、

前記第 2 の時間に応じて第 2 のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される第 2 の処理部と、

を備える、プラズマ処理装置。

[0106] (付記 1 6)

前記第 1 の消耗部品の交換周期は、前記第 2 の消耗部品の交換周期と異なる、付記 1 5 に記載のプラズマ処理装置。

[0107] (付記 1 7)

前記チャンバ内に配置される第 3 の消耗部品と、

前記 R F 電源の動作時間に応じて第 3 の時間をカウントし、前記第 3 の消耗部品の交換により前記第 3 の時間をリセットするように構成される第 3 のカウンタと、をさらに備え、

前記第 1 の処理部は、前記第 1 の時間に応じた第 1 の値と前記第 3 の時間に応じた第 2 の値とを前記第 1 のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される、付記 1 5 又は 1 6 に記載のプラズマ処理装置。

[0108] (付記 1 8)

前記第 1 の処理部は、第 1 の区間において、段階ごとに第 1 の値を前記第 1 のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第 2 の区間において、段階

ごとに第2の値を前記第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される、付記15から17のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0109] (付記19)

前記第2の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の値を前記第2のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第2の区間において、段階ごとに第2の値を前記第2のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される、付記15から18のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0110] (付記20)

チャンバと、

前記チャンバ内でプラズマを生成するためにRF電力を生成するように構成されるRF電源と、

前記チャンバ内に配置される消耗部品と、

前記RF電源の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、前記消耗部品の交換により前記第1の時間をリセットするように構成されるカウンタと、

前記第1の時間に応じて第1のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される処理部と、を備え、

前記処理部は、

第1の区間において、段階ごとに第1の値を前記第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第2の区間において、段階ごとに第2の値を前記第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される、プラズマ処理装置。

[0111] 以上の例示的实施形態において、プラズマ処理装置は、本開示の範囲及び趣旨から逸脱することなく種々の変形をなし得る。例えば、当業者の通常の創作能力の範囲内で、ある実施形態における一部の構成要素を、他の実施形態に追加することができる。また、ある実施形態における一部の構成要素を、他の実施形態の対応する構成要素と置換することができる。

## 符号の説明

[0112] 1 …… プラズマ処理装置、 2 …… 制御部、 1 0 …… チャンバ、 1 1 …… 基板支持部、 1 3 d …… 上部電極、 2 0 …… ガス供給部、 3 1 …… R F 電源、 1 1 2 a …… エッジリング、 2 0 0 …… D C 電源、 2 5 0 …… 第 1 のカウンタ、 2 5 1 …… 第 2 のカウンタ、 2 5 2 …… 第 1 の処理部、 2 5 3 …… 第 2 の処理部、 t 1 …… 第 1 の時間、 t 2 …… 第 2 の時間、 W …… 基板

## 請求の範囲

### [請求項1]

チャンバと、  
前記チャンバ内に配置される基板支持部であって、前記基板支持部は、下部電極を含む、前記基板支持部と、  
前記基板支持部上の基板を囲むように配置されるエッジリングと、  
前記基板支持部の上方に配置される上部電極と、  
前記チャンバ内に第1のガスを供給するように構成される第1のガス供給部と、  
前記チャンバ内で前記第1のガスからプラズマを生成するためにR F電力を前記上部電極又は前記下部電極に供給するように構成されるR F電源と、  
前記エッジリングにD C電圧を印加するように構成されるD C電源と、  
前記R F電源の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、前記上部電極の交換により前記第1の時間をリセットするように構成される第1のカウントと、  
前記R F電源の動作時間に応じて第2の時間をカウントし、前記エッジリングの交換により前記第2の時間をリセットするように構成される第2のカウントと、  
前記第1の時間に応じて、前記R F電力及び前記第1のガスのうちの少なくとも1つを段階的に変更するように構成される第1の処理部と、  
前記第2の時間に応じて前記D C電圧を段階的に変更するように構成される第2の処理部と、  
を備える、プラズマ処理装置。

### [請求項2]

前記エッジリングの交換周期は、前記上部電極の交換周期と異なる、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

### [請求項3]

前記第1の処理部は、前記第1の時間に応じて前記R F電力を段階

的に増加させるように構成され、

前記第2の処理部は、前記第2の時間に応じて前記DC電圧を段階的に増加させるように構成される、請求項2に記載のプラズマ処理装置。

[請求項4] 前記第1の処理部は、前記第1の時間に応じて前記第1のガスの流量を段階的に減少させるように構成される、請求項2に記載のプラズマ処理装置。

[請求項5] 第2のガス供給部をさらに備え、  
前記上部電極は、平面視で中央領域と環状領域とを有し、  
前記第1のガス供給部は、前記中央領域を介して前記チャンバ内に前記第1のガスを供給するように構成され、  
前記第2のガス供給部は、前記環状領域を介して前記チャンバ内に第2のガスを供給するように構成される、請求項1から4のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項6] 前記上部電極又は前記エッジリングを囲むように配置される環状部材と、  
前記RF電源の動作時間に応じて第3の時間をカウントし、前記環状部材の交換により前記第3の時間をリセットするように構成される第3のカウントと、  
前記第3の時間に応じて前記第2のガスの流量を段階的に変更するように構成される第3の処理部と、をさらに備える、請求項5に記載のプラズマ処理装置。

[請求項7] 前記上部電極を囲むように配置される環状部材と、  
前記RF電源の動作時間に応じて第3の時間をカウントし、前記環状部材の交換により前記第3の時間をリセットするように構成される第3のカウントと、をさらに備え、  
前記第1の処理部は、前記第1の時間及び前記第3の時間に応じて前記RF電力を段階的に変更するように構成される、請求項1から4

のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項8] 前記第1の処理部は、前記第1の時間に応じた第1の電力値と前記第3の時間に応じた第2の電力値とを前記RF電力の電力レベルに加算するように構成される、請求項7に記載のプラズマ処理装置。

[請求項9] 前記第1の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の電力値を前記RF電力の電力レベルに加算し、第2の区間において、段階ごとに、前記第1の電力値と異なる第2の電力値を前記RF電力の電力レベルに加算するように構成される、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

[請求項10] 前記第1の処理部は、第3の区間において、一定の電力レベルを維持するように構成される、請求項9に記載のプラズマ処理装置。

[請求項11] 前記第2の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の電圧値を前記DC電圧の電圧レベルに加算し、第2の区間において、段階ごとに、前記第1の電圧値と異なる第2の電圧値を前記DC電圧の電圧レベルに加算するように構成される、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

[請求項12] 前記第2の処理部は、第3の区間において、一定の電圧レベルを維持するように構成される、請求項11に記載のプラズマ処理装置。

[請求項13] 前記第1の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の流量値を前記第1のガスの流量から減算し、第2の区間において、段階ごとに、前記第1の流量値と異なる第2の流量値を前記第1のガスの流量から減算するように構成される、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

[請求項14] 前記第1の処理部は、第3の区間において、一定の流量を維持するように構成される、請求項13に記載のプラズマ処理装置。

[請求項15] チャンバと、  
前記チャンバ内でプラズマを生成するためにRF電力を生成するように構成されるRF電源と、

前記チャンバ内に配置される第1の消耗部品と、  
前記チャンバ内に配置される第2の消耗部品と、  
前記RF電源の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、前記第1の消耗部品の交換により前記第1の時間をリセットするように構成される第1のカウントと、  
前記RF電源の動作時間に応じて第2の時間をカウントし、前記第2の消耗部品の交換により前記第2の時間をリセットするように構成される第2のカウントと、  
前記第1の時間に応じて第1のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される第1の処理部と、  
前記第2の時間に応じて第2のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される第2の処理部と、  
を備える、プラズマ処理装置。

[請求項16] 前記第1の消耗部品の交換周期は、前記第2の消耗部品の交換周期と異なる、請求項15に記載のプラズマ処理装置。

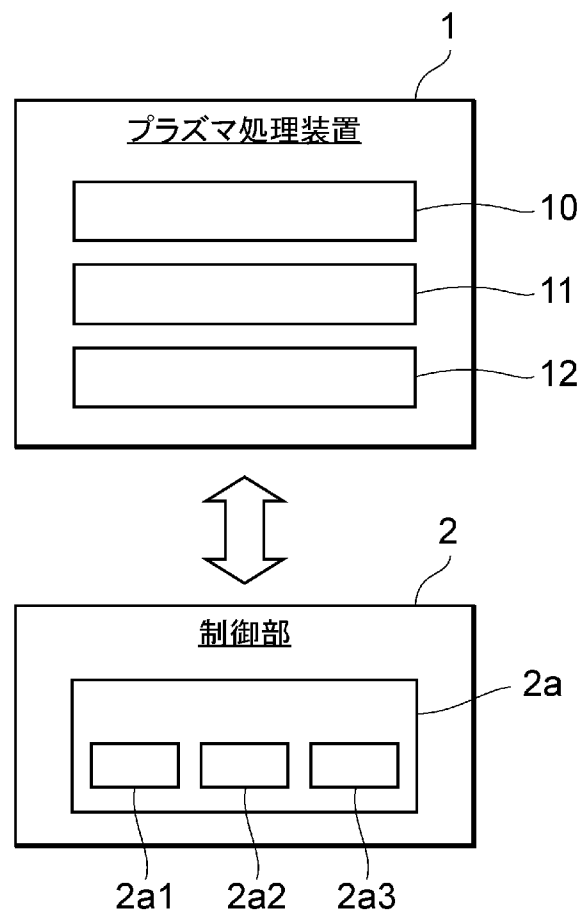
[請求項17] 前記チャンバ内に配置される第3の消耗部品と、  
前記RF電源の動作時間に応じて第3の時間をカウントし、前記第3の消耗部品の交換により前記第3の時間をリセットするように構成される第3のカウントと、をさらに備え、  
前記第1の処理部は、前記第1の時間に応じた第1の値と前記第3の時間に応じた第2の値とを前記第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される、請求項16に記載のプラズマ処理装置。

[請求項18] 前記第1の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の値を前記第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第2の区間において、段階ごとに第2の値を前記第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される、請求項16に記載のプラズマ処理装置。

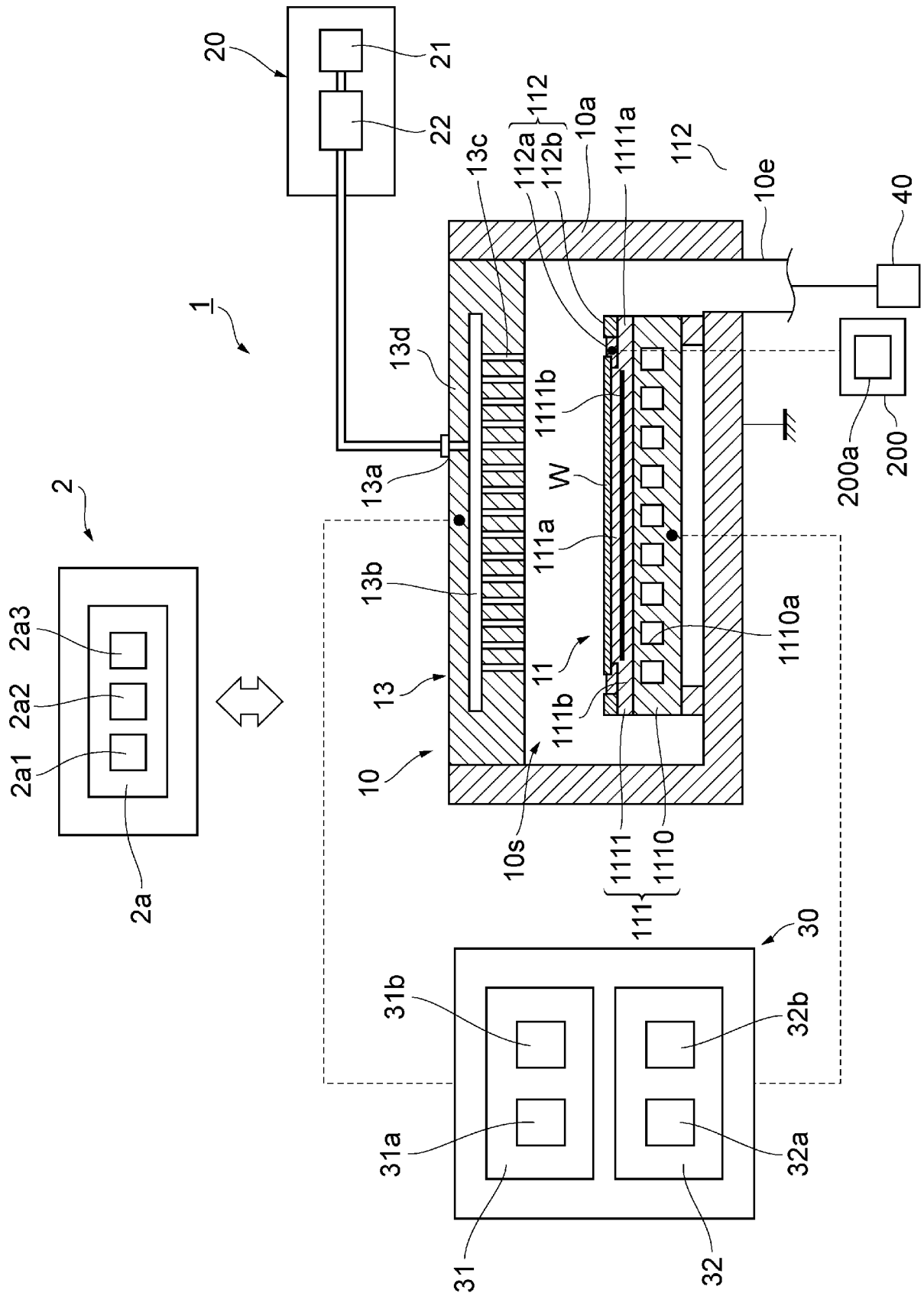
[請求項19] 前記第2の処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の値を前記第2のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第2の区間において、段階ごとに第2の値を前記第2のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される、請求項16に記載のプラズマ処理装置。

[請求項20] チャンバと、  
前記チャンバ内でプラズマを生成するためにRF電力を生成するように構成されるRF電源と、  
前記チャンバ内に配置される消耗部品と、  
前記RF電源の動作時間に応じて第1の時間をカウントし、前記消耗部品の交換により前記第1の時間をリセットするように構成されるカウンタと、  
前記第1の時間に応じて第1のプロセスパラメータを段階的に変更するように構成される処理部と、を備え、  
前記処理部は、第1の区間において、段階ごとに第1の値を前記第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算し、第2の区間において、段階ごとに第2の値を前記第1のプロセスパラメータに対し加算又は減算するように構成される、プラズマ処理装置。

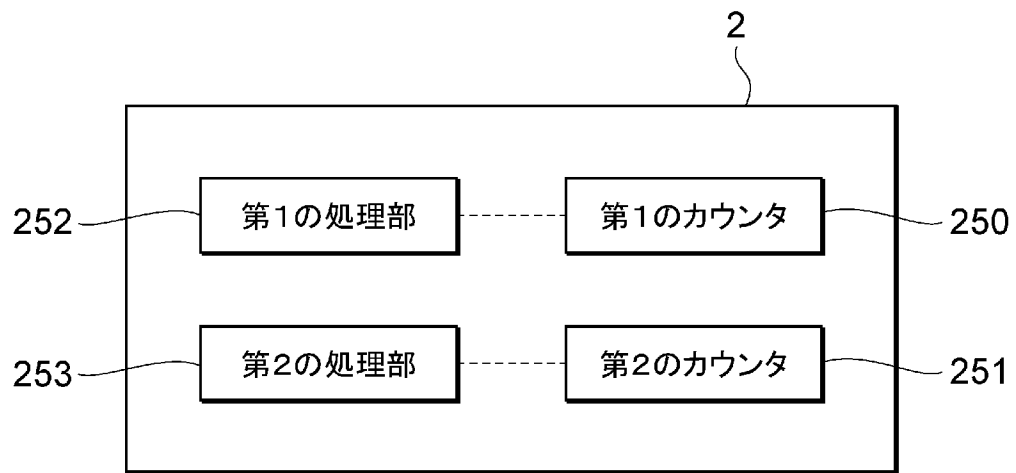
[図1]



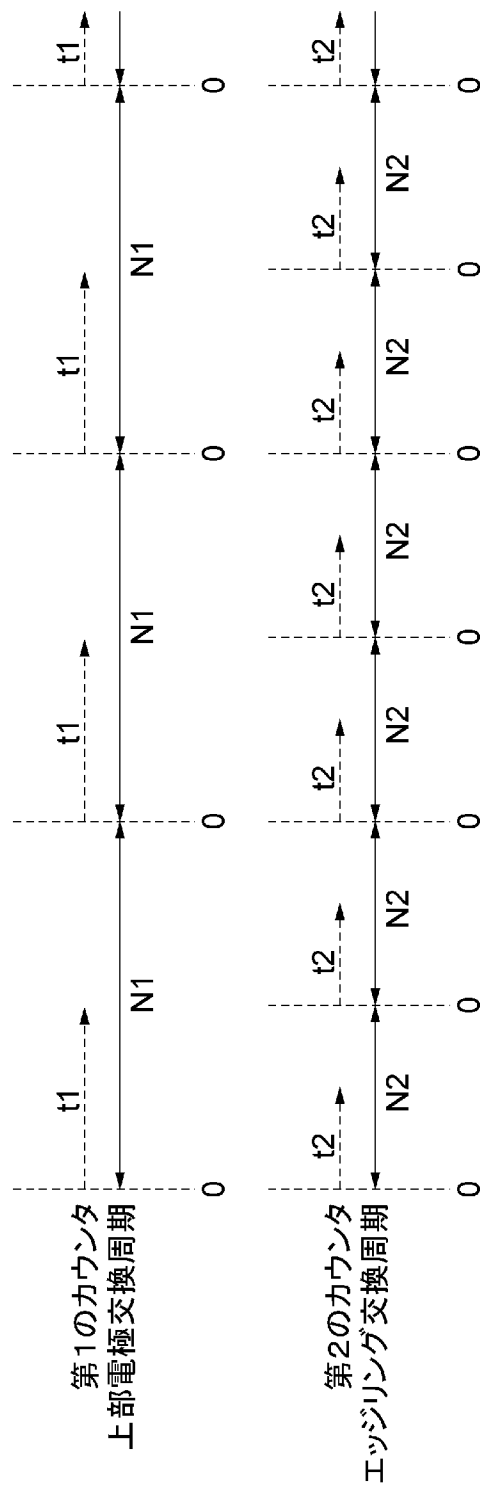
[図2]



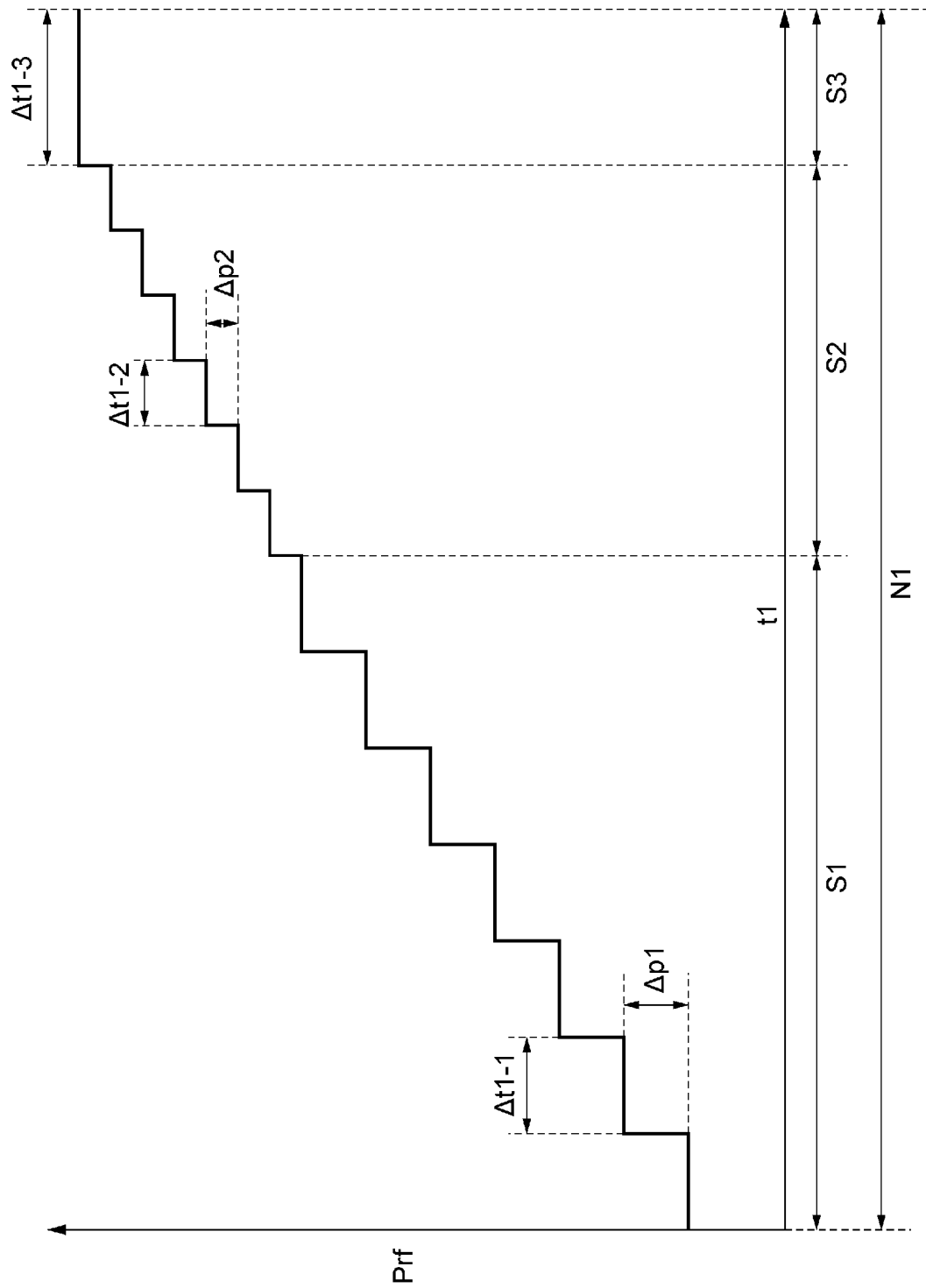
[図3]



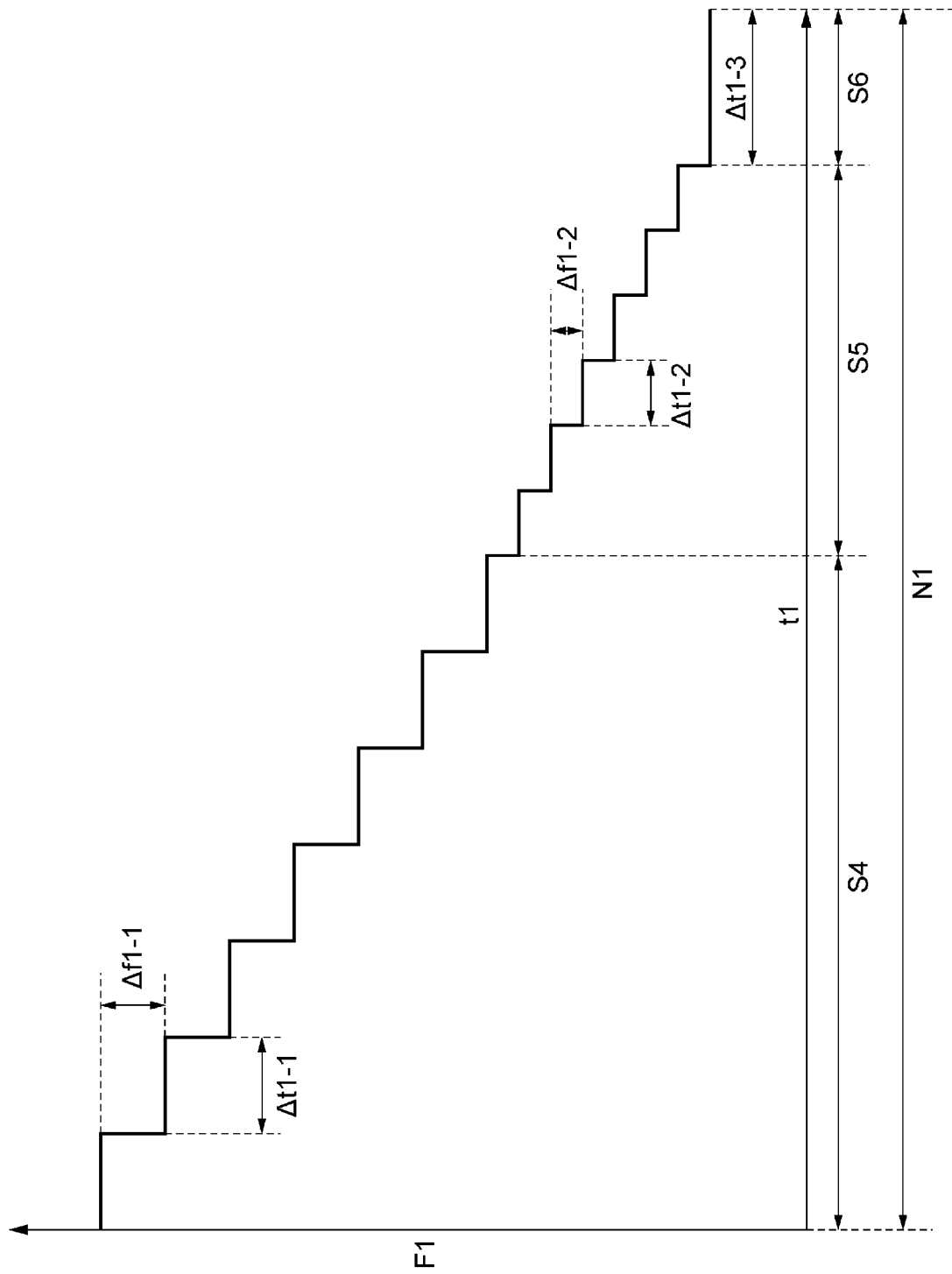
[図4]



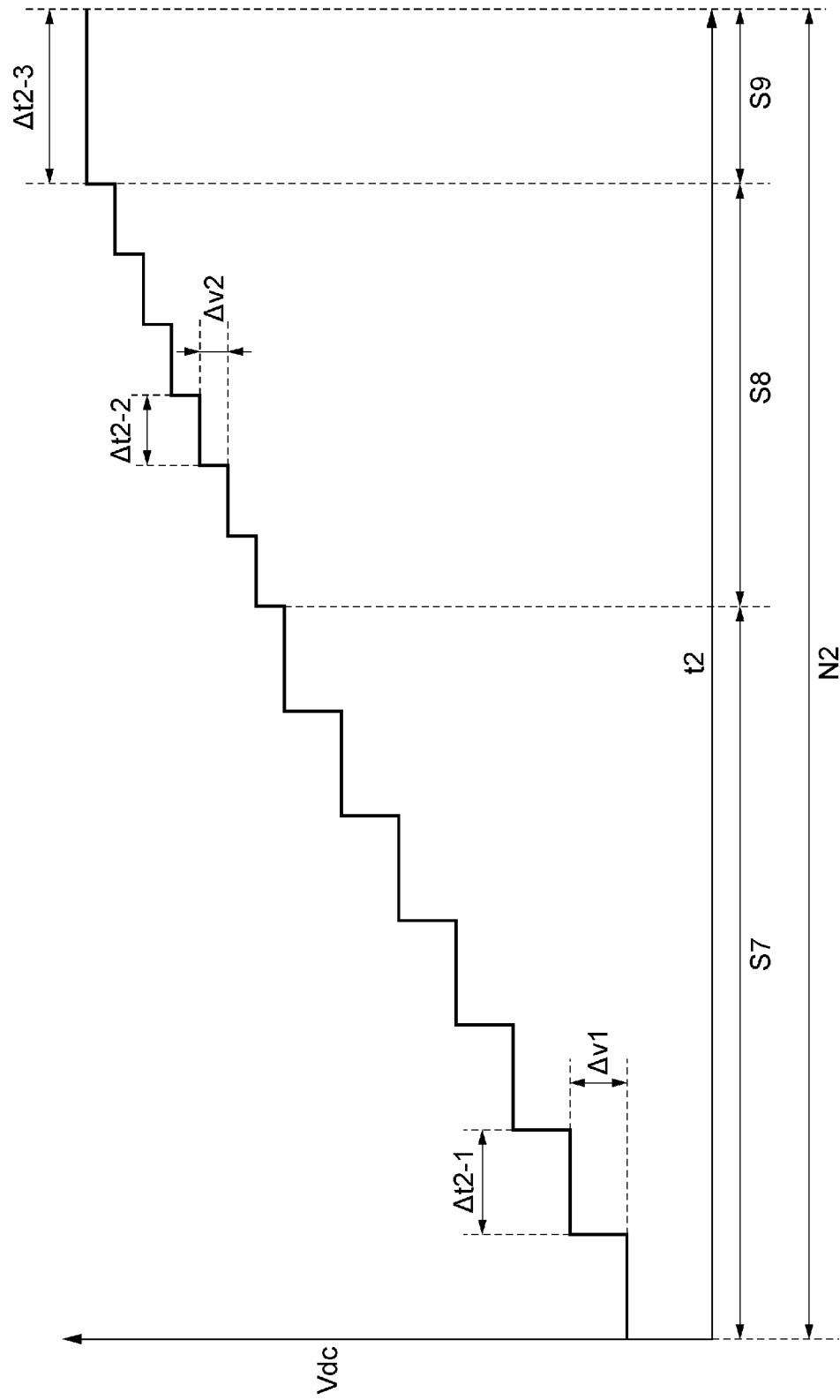
[図5]



[図6]

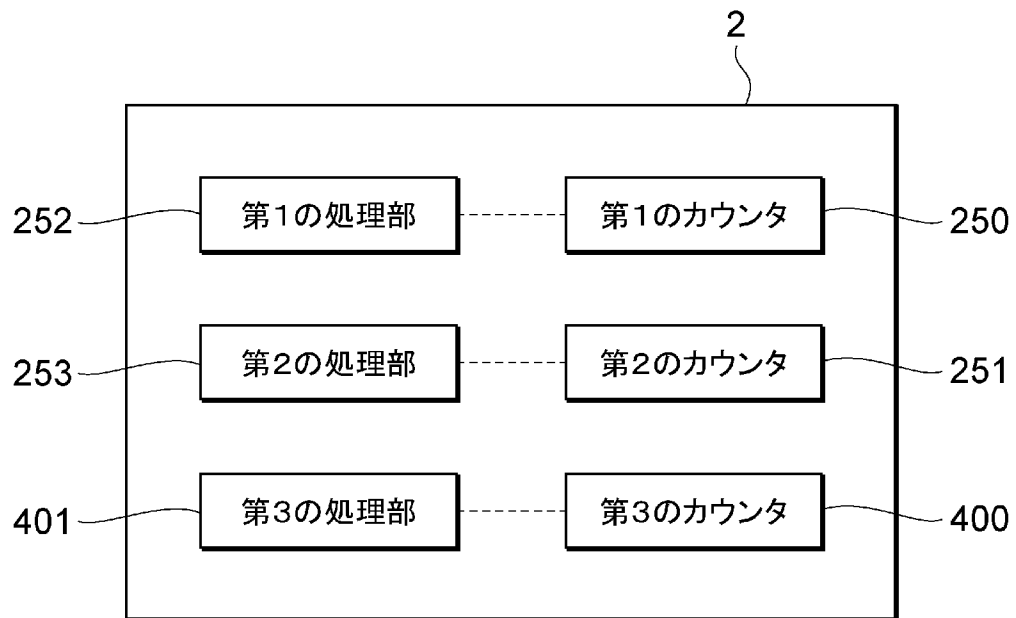


[図7]

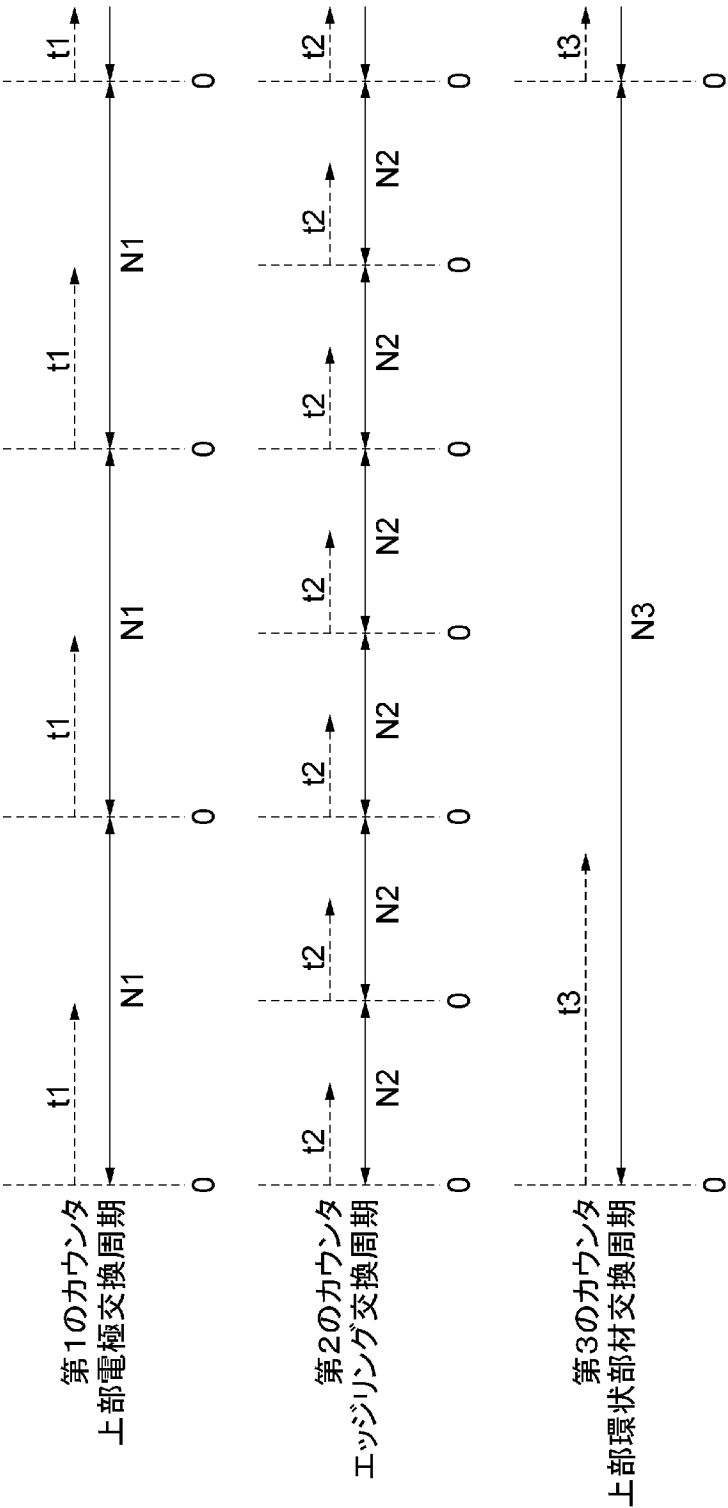




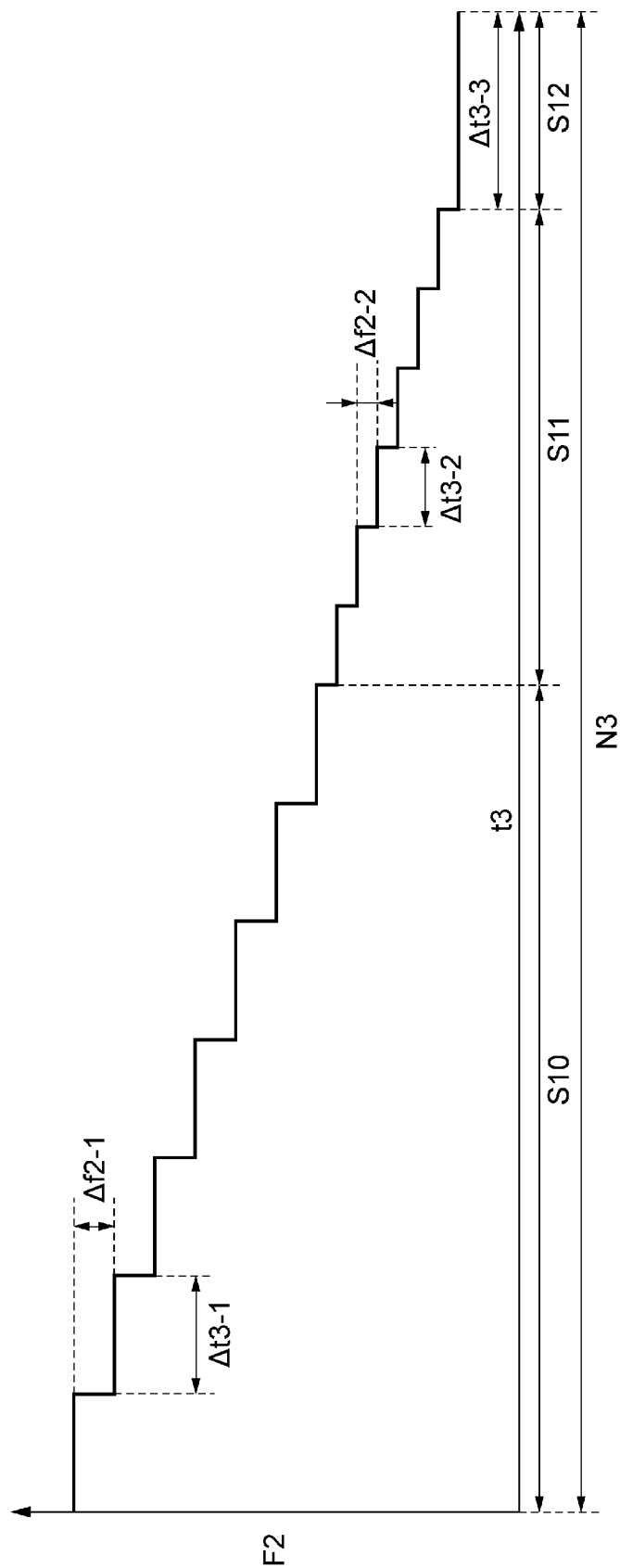
[図9]



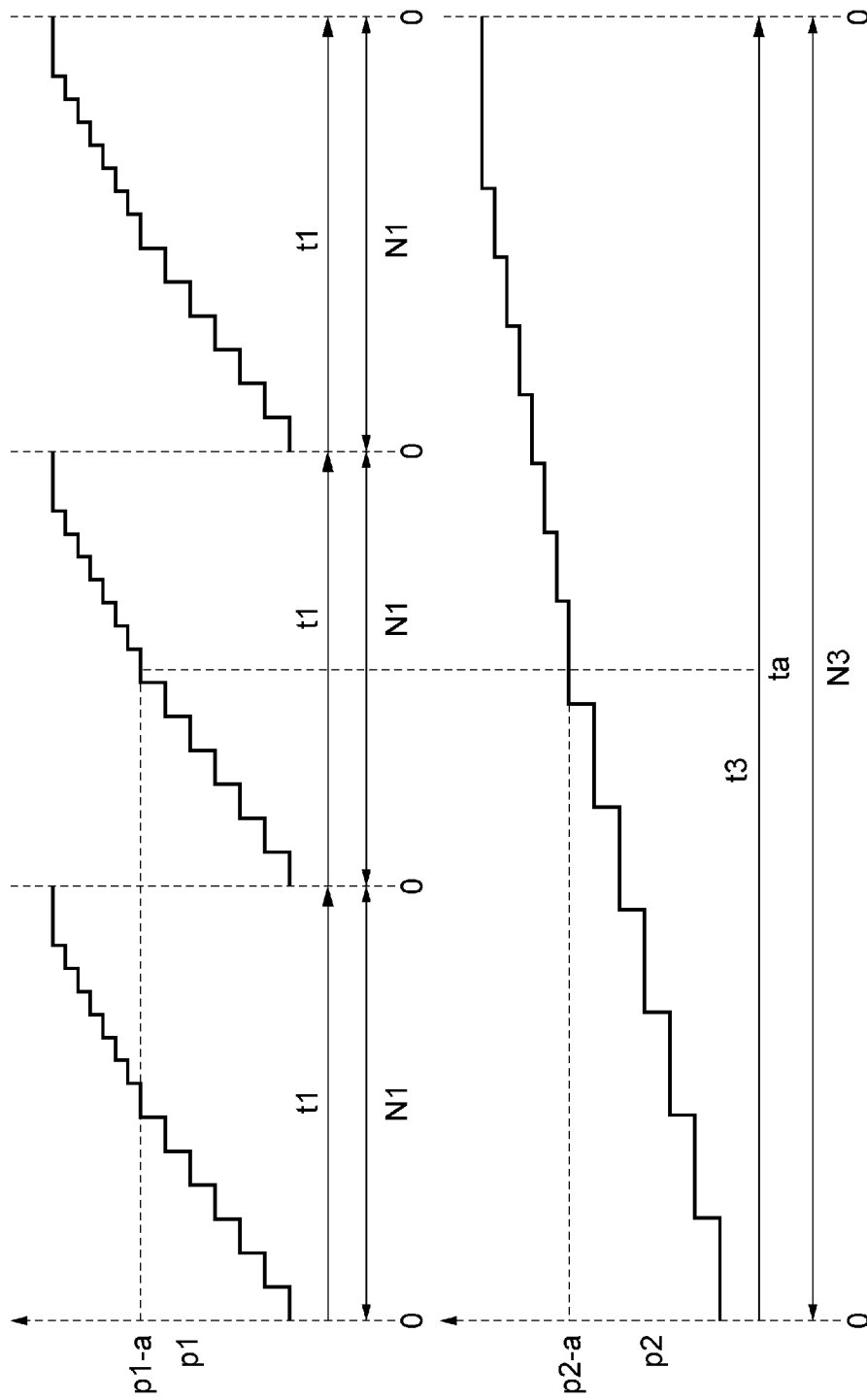
[図10]



[図11]



[図12]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/039396

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><b>H01L 21/3065</b> (2006.01)i<br>FI: H01L21/302 101B<br><br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>H01L21/3065<br><br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Published examined utility model applications of Japan 1922-1996<br>Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024<br>Registered utility model specifications of Japan 1996-2024<br>Published registered utility model applications of Japan 1994-2024<br><br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                      | Relevant to claim No.                                                        |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | JP 2023-56406 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 19 April 2023 (2023-04-19)<br>paragraphs [0003], [0006]-[0007], [0009]-[0012], [0016]-[0020], [0022], [0024]-[0035],<br>[0041]-[0042], [0046]-[0058], fig. 1-6 | 15, 20                                                                       |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | entire text, all drawings                                                                                                                                                                               | 1-14, 16-19                                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | JP 2007-258417 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 04 October 2007 (2007-10-04)<br>paragraphs [0007]-[0008], [0020]-[0021], [0025]-[0027], [0029]-[0030], [0032]-[0033],<br>[0037], [0039]-[0054], fig. 1-5      | 1-20                                                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | JP 2021-39924 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 11 March 2021 (2021-03-11)<br>paragraphs [0002], [0010], [0014]-[0015], [0018], [0021]-[0025], [0028]-[0032], [0038]-<br>[0044], [0048]-[0050], fig. 1-2       | 1-20                                                                         |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“D” document cited by the applicant in the international application</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> |                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>18 December 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                         | Date of mailing of the international search report<br><b>07 January 2025</b> |
| Name and mailing address of the ISA/JP<br><b>Japan Patent Office (ISA/JP)</b><br><b>3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915</b><br><b>Japan</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                         | Authorized officer<br><br>Telephone No.                                      |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/JP2024/039396**

| Patent document<br>cited in search report |             |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                                                                                                                                                                           | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2023-56406  | A | 19 April 2023                        | US 2023/0111278 A1<br>paragraphs [0004]-[0005],<br>[0021]-[0024], [0028]-[0032],<br>[0034], [0036]-[0048], [0053]-<br>[0055], [0058]-[0071], fig. 1-6<br>CN 115954254 A<br>KR 10-2023-0050254 A   |                                      |
| JP                                        | 2007-258417 | A | 04 October 2007                      | US 2007/0224709 A1<br>paragraphs [0007]-[0008],<br>[0045]-[0046], [0050]-[0053],<br>[0055]-[0056], [0058]-[0059],<br>[0063], [0065]-[0082], fig. 1-5                                              |                                      |
| JP                                        | 2021-39924  | A | 11 March 2021                        | US 2021/0074520 A1<br>paragraphs [0003], [0012],<br>[0016]-[0019], [0022], [0025]-<br>[0029], [0032]-[0036], [0042]-<br>[0048], [0052]-[0054], fig. 1-2<br>CN 112447484 A<br>KR 10-2021-0029100 A |                                      |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01L 21/3065(2006.01)i  
FI: H01L21/302 101B

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））  
H01L21/3065

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

日本国実用新案公報

1922 - 1996年

日本国公開実用新案公報

1971 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024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 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X               | JP 2023-56406 A（東京エレクトロン株式会社）19.04.2023（2023 - 04 - 19）<br>段落 [0003], [0006]-[0007], [0009]-[0012], [0016]-[0020], [0022],<br>[0024]-[0035], [0041]-[0042], [0046]-[0058], 図 1-6 | 15, 20         |
| A               | 全文, 全図                                                                                                                                                                           | 1-14, 16-19    |
| A               | JP 2007-258417 A（東京エレクトロン株式会社）04.10.2007（2007 - 10 - 04）<br>段落 [0007]-[0008], [0020]-[0021], [0025]-[0027], [0029]-[0030], [0032]-<br>[0033], [0037], [0039]-[0054], 図 1-5       | 1-20           |
| A               | JP 2021-39924 A（東京エレクトロン株式会社）11.03.2021（2021 - 03 - 11）<br>段落 [0002], [0010], [0014]-[0015], [0018], [0021]-[0025], [0028]-<br>[0032], [0038]-[0044], [0048]-[0050], 図1-2        | 1-20           |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ 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

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

“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）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“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

“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

“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

“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

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 12. 2024

国際調査報告の発送日

07. 01. 2025

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)  
〒100-8915  
日本国  
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）

加藤 芳健 50 6312

電話番号 03-3581-1101 内線 3514

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/JP2024/039396

| 引用文献 |             |   | 公表日        | パテントファミリー文献                                                                                                                                                                              | 公表日 |
|------|-------------|---|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| JP   | 2023-56406  | A | 19.04.2023 | US 2023/0111278 A1<br>段落 [0004]-[0005],<br>[0021]-[0024], [0028]-<br>[0032], [0034], [0036]-<br>[0048], [0053]-[0055],<br>[0058]-[0071], 図 1-6<br>CN 115954254 A<br>KR 10-2023-0050254 A |     |
| JP   | 2007-258417 | A | 04.10.2007 | US 2007/0224709 A1<br>段落 [0007]-[0008],<br>[0045]-[0046], [0050]-<br>[0053], [0055]-[0056],<br>[0058]-[0059], [0063],<br>[0065]-[0082], 図 1-5                                            |     |
| JP   | 2021-39924  | A | 11.03.2021 | US 2021/0074520 A1<br>段落 [0003], [0012],<br>[0016]-[0019], [0022],<br>[0025]-[0029], [0032]-<br>[0036], [0042]-[0048],<br>[0052]-[0054], 図1-2<br>CN 112447484 A<br>KR 10-2021-0029100 A  |     |