

(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  
2024年9月26日(26.09.2024)



(10) 国際公開番号  
**WO 2024/195627 A1**

(51) 国際特許分類:  
H01L 21/677 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)  
H01L 21/3065 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/009524

(22) 国際出願日: 2024年3月12日(12.03.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

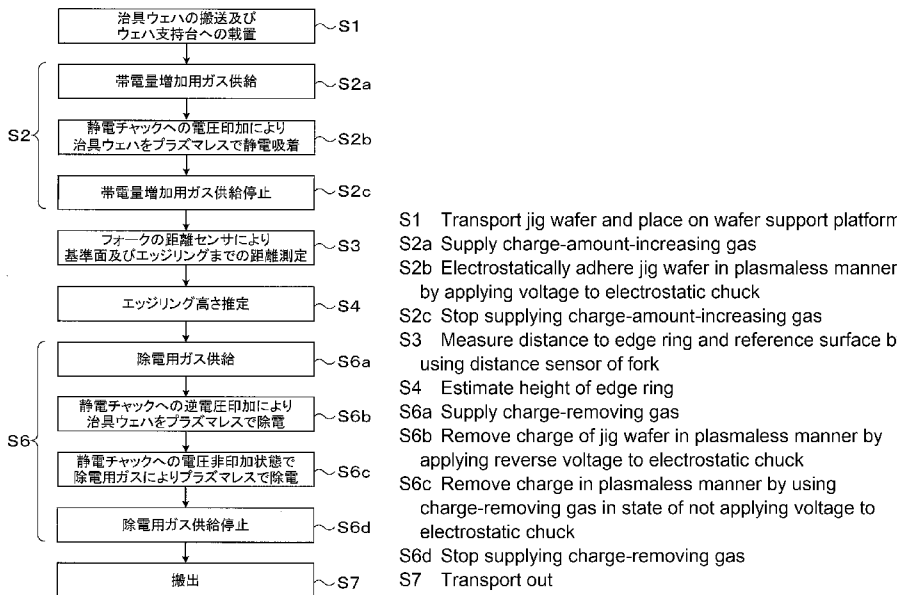
(30) 優先権データ:  
特願 2023-043197 2023年3月17日(17.03.2023) JP

(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 Tokyo (JP).

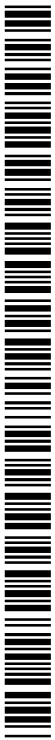
(72) 発明者: 荒巻 昂 (ARAMAKI, Takashi); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 小坂橋 嶺太 (KOITABASHI, Ryota); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 李 黎夫 (LI, Lifu); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 辻本 宏 (TSUJIMOTO, Hiroshi); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP).

(54) Title: PLASMA PROCESSING SYSTEM AND METHOD FOR ESTIMATING HEIGHT OF ANNULAR MEMBER

(54) 発明の名称: プラズマ処理システム及び環状部材の高さの推定方法



(57) Abstract: A plasma processing system comprising: a plasma processing device; a depressurizing transportation device that is connected to the plasma processing device and has a transportation robot for transporting a substrate; and a control device. The plasma processing device has: a processing container configured to be depressurizable; a substrate support platform that is provided inside the processing container, has a substrate placement surface and an electrostatic chuck for electrostatically adhering the substrate to the substrate placement surface, and has installed thereon an annular



WO 2024/195627 A1

(74) 代理人: 金本 哲男, 外 (KANEMOTO, Tetsuo et al.); 〒1620065 東京都新宿区住吉町 1 - 2 0 角張ビル 曙国際特許事務所 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, 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))

member so as to surround the substrate placement surface; a raising-and-lowering mechanism that raises and lowers the substrate in relation to the substrate placement surface; and a gas supply unit that supplies a gas inside the processing container. The transportation robot has a holding unit configured to be capable of holding a to-be-transported substrate, and a distance sensor that is provided to the holding unit and is for measuring the distance from the holding unit. The control unit executes (A) a step for transporting, into the processing container by using the transportation robot, a jig substrate having a reference surface serving as a height reference for the annular member, and placing the jig substrate onto the substrate support platform by using the raising-and-lowering mechanism, (B) a step for applying a voltage to the electrostatic chuck in a state in which the gas is supplied into the processing container, and adhering the jig substrate in a plasmaless manner to the substrate placement surface, (C) a step for positioning the holding unit of the transportation robot above the substrate support platform, and measuring, by using the distance sensor, the distance to the reference surface of the jig substrate placed on the substrate placement surface and the distance to the annular member installed on the substrate support platform, and (D) a step for estimating the height of the annular member on the basis of the measurement result of the distance to the reference surface and the distance to the annular member.

(57) 要約: プラズマ処理システムであって、プラズマ処理装置と、前記プラズマ処理装置に接続され、基板を搬送する搬送ロボットを有する減圧搬送装置と、制御装置と、を備え、前記プラズマ処理装置は、減圧可能に構成された処理容器と、前記処理容器内に設けられ、基板載置面と、前記基板載置面に基板を静電吸着する静電チャックと、を有し、前記基板載置面を囲むように環状部材が取り付けられる基板支持台と、前記基板載置面に対して基板を昇降させる昇降機構と、前記処理容器内にガスを供給するガス供給部と、を有し、前記搬送ロボットは、搬送する基板を保持可能に構成された保持部と、前記保持部に設けられ、当該保持部からの距離を測定する距離センサと、を有し、前記制御装置は、(A) 前記環状部材の高さの基準となる基準面を有する治具基板を、前記搬送ロボットにより前記処理容器内に搬入し、前記昇降機構により前記基板支持台に載置する工程と、(B) 前記処理容器内に前記ガスを供給した状態で電圧を前記静電チャックに印加し、前記治具基板を前記基板載置面にプラズマレスで吸着する工程と、(C) 前記基板支持台の上方に前記搬送ロボットの前記保持部を位置させ、前記距離センサにより、前記基板載置面に載置された前記治具基板の前記基準面までの距離と、前記基板支持台に取り

付けられた前記環状部材までの距離とを測定する工程と、(D)前記基準面までの距離及び前記環状部材までの距離の測定結果に基づいて、前記環状部材の高さを推定する工程と、を実行する。

## 明 細 書

発明の名称：

プラズマ処理システム及び環状部材の高さの推定方法

技術分野

[0001] 本開示は、プラズマ処理システム及び環状部材の高さの推定方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、減圧環境下において基板を処理する処理システムが開示されている。この処理システムは、基板に所望の処理を施す処理チャンバと、処理チャンバに対する基板の搬入出を行う搬送機構を備える搬送チャンバと、処理チャンバにおける処理プロセスを制御する制御部と、を備える。搬送機構は、基板を上面に保持して搬送するフォーク部と、フォーク部に設けられ、処理チャンバの内部状態を測定する測定機構と、を有し、制御部は、測定機構により取得された処理チャンバの内部状態に基づいて、処理チャンバにおける処理プロセスを制御する。また、処理チャンバには、基板を上面に吸着保持する静電チャックと、平面視において静電チャックにおける基板の保持面を取り囲むように配置されるエッジリングと、エッジリングに直流電圧を印加するリング用電源と、が設けられ得ている。測定機構は、エッジリングの上面高さ位置を測定する距離センサを有する。そして、制御部は、測定機構により取得されたエッジリングの上面高さ位置に基づいて、リング用電源からの直流電圧の印加量を制御する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2022-69274号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示にかかる技術は、基板支持台に取り付けられた環状部材の高さを正

確に推定する。

### 課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、プラズマ処理システムであって、プラズマ処理装置と、前記プラズマ処理装置に接続され、基板を搬送する搬送ロボットを有する減圧搬送装置と、制御装置と、を備え、前記プラズマ処理装置は、減圧可能に構成された処理容器と、前記処理容器内に設けられ、基板載置面と、前記基板載置面に基板を静電吸着する静電チャックと、を有し、前記基板載置面を囲むように環状部材が取り付けられる基板支持台と、前記基板載置面に対して基板を昇降させる昇降機構と、前記処理容器内にガスを供給するガス供給部と、を有し、前記搬送ロボットは、搬送する基板を保持可能に構成された保持部と、前記保持部に設けられ、当該保持部からの距離を測定する距離センサと、を有し、前記制御装置は、(A) 前記環状部材の高さの基準となる基準面を有する治具基板を、前記搬送ロボットにより前記処理容器内に搬入し、前記昇降機構により前記基板支持台に載置する工程と、(B) 前記処理容器内に前記ガスを供給した状態で電圧を前記静電チャックに印加し、前記治具基板を前記基板載置面にプラズマレスで吸着する工程と、(C) 前記基板支持台の上方に前記搬送ロボットの前記保持部を位置させ、前記距離センサにより、前記基板載置面に載置された前記治具基板の前記基準面までの距離と、前記基板支持台に取り付けられた前記環状部材までの距離とを測定する工程と、(D) 前記基準面までの距離及び前記環状部材までの距離の測定結果に基づいて、前記環状部材の高さを推定する工程と、を実行する。

### 発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板支持台に取り付けられた環状部材の高さを正確に推定することができる。

### 図面の簡単な説明

[0007] [図1]本実施形態にかかるプラズマ処理システムの構成の概略を示す平面図である。

[図2]トランスファモジュールに設けられた搬送ロボットの構成の概略を示す

図である。

[図3]フォークの構成の概略を示す下面図である。

[図4]処理モジュールの構成の概略を示す縦断面図である。

[図5]図4の部分拡大図である。

[図6]静電チャックの部分拡大断面図である。

[図7]エッジリングの高さの推定に用いられる治具基板としての治具ウェハの一例の平面図である。

[図8]エッジリングの高さの推定方法の一例を示すフローチャートである。

[図9]エッジリングの高さを推定する際の、ウェハ支持台に対するフォーク及び距離センサの位置を示す図である。

[図10]ステップS3とステップS4の工程と他の例を説明するための図である。

[図11]治具ウェハの他の例を模式的に示す平面図である。

[図12]治具ウェハの他の例を模式的に示す断面図である。

[図13]本開示にかかる技術によるエッジリングの高さの推定結果の繰り返し精度を確認するために行われた試験の結果を示す図である。

[図14]環状部材の他の例を説明するための上面図である。

### 発明を実施するための形態

[0008] 半導体デバイス等の製造プロセスでは、半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という。）等の基板に対して、プラズマを用いたエッチング処理等の基板処理すなわちプラズマ処理が行われる。プラズマ処理は、減圧された処理容器内の基板支持台に基板が載置された状態で行われる。

[0009] 上述の基板支持台には、基板支持台上の基板を囲むように、エッジリングやカバーリングといった平面視環状の部材が載置される。エッジリング（フォーカスリングとも称される。）は、基板支持台上の基板に隣接するように配置される環状部材であり、カバーリングは、エッジリングの外側面を覆うように配置される環状部材である。これらエッジリングやカバーリングはプラズマに晒されることによりエッチングされ消耗する。エッジリングやカバ

ーリングが消耗すると、適切なプラズマ処理結果が得られないことがある。具体的には、例えば、エッジリングが消耗すると、プラズマのシースの形状が変化し、その結果、適切なプラズマ処理結果が得られないことがある。

[0010] そのため、基板支持台に載置されたエッジリング等の環状部材の高さ（言い換えると環状部材の消耗度）を、センサを用いて推定することが従来行われている。例えば、処理容器に対して基板を搬送する基板搬送装置の搬送アームに設けられたセンサからエッジリングの表面までの測定距離と、上記センサから基板支持台の表面までの測定距離とに基づいて、エッジリングの消耗量を推定することがある。

[0011] しかし、センサから基板支持台の表面（具体的には基板が載置される基板載置面）までの距離を基準に、エッジリング等の環状部材の高さを推定すると、推定結果が正確とならない場合がある。例えば、基板支持台の表面には意図的に凹凸が設けられている場合があり、この場合、センサが、基板支持台表面の上記凹凸を形成する凹凸面のいずれの部分までの距離を測定しているのかによって、環状部材の高さの推定結果が異なってきてしまう。しかし、上記凹凸が小さいとき等は、センサによって、基板支持台表面の上記凹凸面のいずれの部分までの距離を測定するかを選択することは困難である。

[0012] 基板支持台にシリコン製等のダミー基板を載置して、ダミー基板からセンサまで距離を基準にエッジリング等の環状部材の高さを推定することも考えられる。しかし、ダミー基板を単に載置するだけでは、上記距離の測定タイミングによって、基板支持台の基板載置面の帯電量が異なり、その結果、ダミー基板の基板支持台への吸着力も異なってくる。したがって、ダミー基板からセンサまでの距離を正確に測定できず、エッジリング等の環状部材の高さの推定も正確に行うことができない。

[0013] また、プラズマ処理前のエッジリングの高さの測定結果と現在のエッジリングの高さの測定結果に基づいて消耗量を推定することも考えられている。しかし、この推定方法では、センサが設けられた搬送アームの先端が基板の搬入出を繰り返すうちに自重で垂れた場合に、現在のエッジリングの高さの

測定結果が不正確となり正確に消耗量を推定できなくなることがある。

[0014] そこで、本開示にかかる技術は、基板支持台に取り付けられた環状部材の高さを正確に推定する。

[0015] 以下、本実施形態にかかるプラズマ処理システム及び環状部材の高さの推定方法について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0016] <プラズマ処理システム>

図1は、本実施形態にかかるプラズマ処理システムの構成の概略を示す平面図である。図2は、後述のトランスファモジュールに設けられた搬送ロボットの構成の概略を示す図である。図3は、後述のフォークの構成の概略を示す下面図である。

図1のプラズマ処理システム1では、基板としてのウェハWを処理し、具体的には、ウェハWに対して、プラズマを用いたエッチング処理等の基板処理すなわちプラズマ処理を行う。

[0017] プラズマ処理システム1は、大気圧雰囲気下で動作する大気部10と減圧雰囲気下で動作する減圧部11とを有し、これら大気部10と減圧部11とがロードロックモジュール20、21を介して一体に接続されている。大気部10は、大気圧雰囲気下においてウェハWに所望の処理を行う大気モジュールを備える。減圧部11は、減圧雰囲気（真空雰囲気）下においてウェハWに所望の処理を行う減圧モジュールを備える。

[0018] ロードロックモジュール20、21は、ゲートバルブ（図示せず）を介して、大気部10に含まれるローダモジュール30と、減圧部11に含まれるトランスファモジュール50を連結するように設けられている。ロードロックモジュール20、21は、ウェハWを一時的に保持するように構成されている。また、ロードロックモジュール20、21は、内部を大気圧雰囲気と減圧雰囲気とに切り替えられるように構成されたロードロック装置である。

[0019] 大気部10は、大気圧雰囲気下で動作し後述の搬送機構40を有する大気

圧搬送装置としてのローダモジュール30と、フープ31を載置するロードポート32とを有している。フープ31は、複数のウェハWを保管可能な保管容器である。なお、ローダモジュール30には、ウェハWの水平方向の向きを調節するオリエンタモジュール（図示せず）、複数のウェハWを一時的に格納するバッファモジュール（図示せず）等が接続されていてもよい。

[0020] ローダモジュール30は矩形の筐体を有し、筐体の内部は大気圧雰囲気維持されている。ローダモジュール30の筐体の長辺を構成する一側面には、複数、例えば5つのロードポート32が並設されている。ローダモジュール30の筐体の長辺を構成する他側面には、ロードロックモジュール20、21が並設されている。

一実施形態において、ローダモジュール30の筐体の短辺を構成する一側面には、治具基板としての治具ウェハW<sub>j</sub>を保管する基板保管部としての保管モジュール33が接続されている。保管モジュール33は上述のバッファモジュールを兼ねてもよい。

[0021] ローダモジュール30の筐体の内部には、ウェハWを保持して搬送可能に構成された搬送機構40が設けられている。搬送機構40は、ウェハWを搬送時に支持する搬送アーム41と、搬送アーム41を回転可能に支持する回転台42と、回転台42を搭載した基台43とを有している。また、ローダモジュール30の内部には、ローダモジュール30の長手方向に延伸するガイドレール44が設けられている。基台43はガイドレール44上に設けられ、搬送機構40はガイドレール44に沿って移動可能に構成されている。

[0022] 減圧部11は、減圧搬送装置としてのトランスファモジュール50と、プラズマ処理装置としての処理モジュール60と、を有している。減圧部11は、部材保管部としての収納モジュール61を有していてもよい。トランスファモジュール50及び処理モジュール60の内部（具体的には後述の減圧搬送室51及びチャンバ100の内部）はそれぞれ、減圧雰囲気に維持され、収納モジュール61の内部も減圧雰囲気に維持される。1つのトランスファモジュール50に対し、処理モジュール60は複数、例えば6つ設けられ

、収納モジュール61も複数、例えば2つ設けられる。なお、処理モジュール60の数や配置は本実施形態に限定されず、任意に設定することができ、後述のウェハ支持台を備える少なくとも1つの処理モジュールが設けられていればよい。また、収納モジュール61の数及び配置も本実施形態に限定されず、任意に設定することができ、例えば、少なくとも1つ設けられる。

[0023] トランスファモジュール50は、その内部でウェハWを搬送するように構成されている。また、トランスファモジュール50は、その内部で後述のエッジリングEを搬送するように構成されている場合がある。

このトランスファモジュール50は、平面視多角形状（図示の例では平面視四角形状）の筐体を有する減圧搬送室51を含み、減圧搬送室51がロードロックモジュール20、21に接続されている。

[0024] トランスファモジュール50は、ロードロックモジュール20に搬入されたウェハWを一の処理モジュール60に搬送すると共に、処理モジュール60で所望のプラズマの処理が行われたウェハWを、ロードロックモジュール21に搬出する。

また、トランスファモジュール50は、収納モジュール61内のエッジリングEを一の処理モジュール60に搬送すると共に、処理モジュール60内のエッジリングEを収納モジュール61に搬出する場合がある。

[0025] 処理モジュール60は、トランスファモジュール50から搬送されたウェハWに対し、例えばエッチング処理等の所望のプラズマ処理を行う。また、処理モジュール60は、ゲートバルブ62を介してトランスファモジュール50に接続されている。なお、この処理モジュール60の具体的な構成は後述する。

[0026] 収納モジュール61は、エッジリングEを収納する。また、収納モジュール61は、ゲートバルブ63を介してトランスファモジュール50に接続されている。

[0027] トランスファモジュール50の減圧搬送室51の内部には、搬送ロボット70が設けられている。搬送ロボット70は、ウェハWを保持して搬送可能

に構成されている。また、搬送ロボット70は、エッジリングEを保持して搬送可能に構成されている。

[0028] この搬送ロボット70は、ウェハWを保持した状態で、旋回、伸縮、昇降自在に構成された搬送アーム71を有している。搬送アーム71の先端は、2つの保持部としてのフォーク72、72に分岐されている。フォーク72、72はそれぞれ、搬送するウェハW及びエッジリングEを保持可能に構成されている。

[0029] また、図2に示すように、フォーク72、72の少なくともいずれか一方に、距離センサ73が設けられている。距離センサ73は、フォーク72（具体的には当該距離センサ73）から対象点までの距離を測定する。

[0030] フォーク72は、例えば、図3に示すように、ウェハWの径よりも横幅が小さい二股形状を有する。距離センサ73は、例えば、フォーク72の二股に分かれた部分の一方の先端に1つ距離センサ73aが設けられ、他方の先端に1つ距離センサ73bが設けられている。

[0031] また、距離センサ73を用いた距離の測定方式には、減圧雰囲気内において非接触で測定可能な方式、例えば光に基づく方式が採用される。この場合、例えば、距離センサ73は、測距用の光を対象物に照射し反射光を受光し、距離センサ73と光ファイバ74を介して接続されたユニットコントローラ（図示せず）が、距離センサ73による受光結果に基づいて、フォーク72（具体的には距離センサ73）から対象点までの距離を測定する。

[0032] 距離センサ73を用いた距離の測定方式のより具体的な例としては、白色共焦点方式が挙げられる。白色共焦点方式を採用する場合、例えば、ユニットコントローラが有するLED等の光源（図示せず）から供給される白色光が、当該白色光に含まれる波長ごとに異なる高さで焦点を結ぶように、距離センサ73から対象物へ照射される。そして、対象物上で焦点を結んだ波長の光のみが反射光として距離センサ73を介してユニットコントローラに入力される。ユニットコントローラは、入力された光の波長に基づいて、フォーク72（具体的には距離センサ73）から対象点までの距離を算出する。

なお、距離センサ73は、上記白色光の光軸が鉛直方向と略平行になるように配設される。

白色共焦点方式はあくまで一例であり、所望の精度（例えば、高さ方向の解像度が15 $\mu$ m以下で水平方向の解像度が0.1mm程度）で、測距可能な方式であればよい。

[0033] 前述のように、距離センサ73とユニットコントローラとは、光ファイバ74を介して接続されており、上述の測距用の光（白色光）や反射光は光ファイバを介して伝達される。光ファイバ74には、光スイッチ（図示せず）が介在されている。

[0034] ユニットコントローラと光スイッチは、例えば、減圧搬送室51の外部の、大気雰囲気とされる空間に設けられる。また、ユニットコントローラは、上述のように距離センサ73による受光結果に基づくフォーク72（具体的には距離センサ73）から対象点までの距離の算出すなわち測定を行う他、後述の制御装置80の制御の下、距離センサ73による測定にかかる制御を行う。

[0035] トランスファモジュール50では、ロードロックモジュール20内で保持されたウェハWを搬送アーム71が受け取り、処理モジュール60に搬入する。また、処理モジュール60内で所望の処理が施されたウェハWを搬送アーム71が受け取り、ロードロックモジュール21に搬出する。

[0036] さらに、トランスファモジュール50では、収納モジュール61内のエッジリングEを搬送アーム71が受け取り、処理モジュール60に搬入する場合がある。また、トランスファモジュール50では、処理モジュール60内のエッジリングEを搬送アーム71が受け取り、収納モジュール61に搬出する場合がある。

[0037] さらに、プラズマ処理システム1は制御装置80を有する。一実施形態において、制御装置80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システム1に実行させるコンピュータ実行可能な指令を処理する。制御装置80は、ここで述べられる種々の工程をプラズマ処理システム1が実行

するように当該プラズマ処理システム1の他の要素それぞれを制御するように構成され得る。一実施形態において、制御装置80の一部又は全てがプラズマ処理システム1の他の要素に含まれてもよい。制御装置80は、例えばコンピュータ90を含んでもよい。コンピュータ90は、例えば、処理部（CPU：Central Processing Unit）91、記憶部92、及び通信インターフェース93を含んでもよい。処理部91は、記憶部92に格納されたプログラムに基づいて種々の制御動作及び演算を行うように構成され得る。記憶部92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93は、LAN（Local Area Network）等の通信回線を介してプラズマ処理システム1の他の要素との間で通信してもよい。

[0038] <プラズマ処理システム1のウェハ処理>

次に、以上のように構成されたプラズマ処理システム1を用いたウェハ処理の一例について説明する。

[0039] まず、搬送機構40によって、所望のフープ31からウェハWが取り出され、ロードロックモジュール20に搬入される。次に、ロードロックモジュール20内が密閉され、減圧される。その後、ロードロックモジュール20の内部とトランスファモジュール50の内部が連通される。

[0040] 次に、搬送ロボット70によってウェハWが保持され、ロードロックモジュール20からトランスファモジュール50に搬送される。

[0041] 次に、所望の処理モジュール60に対応するゲートバルブ62が開放され、搬送ロボット70によって所望の処理モジュール60にウェハWが搬入される。その後、ゲートバルブ62が閉じられ、処理モジュール60においてウェハWに所望の処理が行われる。なお、この処理モジュール60においてウェハWに対して行われる処理については後述する。

[0042] 次に、ゲートバルブ62が開放され、搬送ロボット70によって処理モジュール60からウェハWが搬出される。その後、ゲートバルブ62が閉じら

れる。

[0043] 次に、搬送ロボット70によって、ロードロックモジュール21にウェハWが搬入される。ロードロックモジュール21にウェハWが搬入されると、ロードロックモジュール21内が密閉され、大気開放される。その後、ロードロックモジュール21の内部とローダモジュール30の内部が連通される。

[0044] 次に、搬送機構40によってウェハWが保持され、ロードロックモジュール21からローダモジュール30を介して所望のフープ31に戻されて収容される。これで、プラズマ処理システム1を用いたウェハ処理が終了する。

[0045] <処理モジュール60>

続いて、処理モジュール60について、図4～図6を用いて説明する。図4は、処理モジュール60の構成の概略を示す縦断面図である。図5は、図4の部分拡大図である。図6は、後述の静電チャックの部分拡大断面図である。

[0046] 図4に示すように、処理モジュール60は、処理容器としてのチャンバ100、ガス供給機構140、RF (Radio Frequency : 高周波) 電力供給部150及び排気システム160を含む。また、処理モジュール60は、電圧印加部120 (図5参照) も含む。さらに、処理モジュール60は、基板支持台としてのウェハ支持台101及び上部電極102を含む。

[0047] チャンバ100は、その内部が減圧可能に構成され、プラズマが生成される処理空間100sを画成する。また、チャンバ100は、ウェハ支持台101等が内部に設けられている。チャンバ100の材料には、例えばアルミニウムを用いることができる。また、チャンバ100は接地電位に接続されている。

[0048] ウェハ支持台101は、例えばチャンバ100内の下部領域に配置される。上部電極102は、ウェハ支持台101の上方に配置され、チャンバ100の天部 (ceiling) の一部として機能し得る。

[0049] ウェハ支持台101は、ウェハWを支持するように構成される。一実施形

態において、ウェハ支持台101は、下部電極103、静電チャック104、支持体105、絶縁体106、リフタ107を含む。ウェハ支持台101は、リフタ108を含んでもよい。ウェハ支持台101は、エッジリングEが取り付けられるように構成され、具体的にはエッジリングEも支持するように構成されている。ウェハ支持台101は、その構成部材として、エッジリングEを含んでもよいし、含まなくてもよい。

[0050] 下部電極103は、例えばアルミニウム等の導電性材料で形成されている。下部電極103の下部外周部と支持体105の上部内周部とは平面視で重なるように形成されていてもよい。一実施形態において、下部電極103の内部には、温調流体の流路109が形成されている。流路109には、チャンバ100の外部に設けられたチラーユニット（図示せず）から温調流体が供給される。流路109に供給された温調流体は、チラーユニットに戻るようになっている。流路109の中に、温調流体として例えば低温のブラインを循環させることによって、例えば、ウェハ支持台101（具体的には静電チャック104）、ウェハWまたはエッジリングEを所定の温度に冷却することができる。流路109の中に、温調流体として例えば高温のブラインを循環させることによって、例えば、ウェハ支持台101（具体的には静電チャック104）、ウェハWまたはエッジリングEを所定の温度に加熱することができる。

なお、ウェハ支持台101に温調機構を設ける場合、温調機構の形態は、上述の流路109に限られず、例えば抵抗加熱式のヒータ等、他の形態であってもよい。また、ウェハ支持台101において温調機構が配設される部材は、下部電極103に限られず、他の部材であってもよい。

[0051] 静電チャック104は、少なくともウェハWを静電吸着可能に構成された部材であり、下部電極103上に設けられている。また、静電チャック104は、エッジリングEも静電吸着可能に構成されていてもよい。一実施形態において、静電チャック104その中央部が基板載置部を構成する。また、一実施形態において、静電チャック104は、周縁部の上面に比べて中央部

の上面が高く形成されている。一実施形態において、静電チャック104の中央部の上面104aにウェハWが載置され、静電チャック104の周縁部の上面104bにエッジリングEが載置される。すなわち、一実施形態において、静電チャック104の中央部の上面104aは、ウェハWが載置される基板載置面としてのウェハ載置面となり、静電チャック104の周縁部の上面104bは、基板載置面を囲むようにエッジリングEが載置されるリング載置面となる。

[0052] エッジリングEは、上記ウェハ載置面を囲むように配置される部材、すなわち、ウェハWを囲むように配置される部材であり、具体的には、静電チャック104に載置されたウェハWを囲むように配置される部材である。一実施形態において、エッジリングEは、静電チャック104において上面の位置が周縁部より高い中央部を囲むように配置される。エッジリングEは、平面視円環状に形成されている。エッジリングEの材料には、Si、SiO<sub>2</sub>等が用いられる。

[0053] 静電チャック104の中央部には、当該中央部の上面104aにウェハWを静電吸着するための電極110が設けられている。また、静電チャック104の周縁部には、当該周縁部の上面104bにエッジリングEを静電吸着するための電極111が設けられていてもよい。電極111は、例えば、互いに異なる位置に形成された一対の電極111a、111bを含む双極型である。

静電チャック104は、例えば絶縁材料からなる絶縁材の間に電極110、111を挟んだ構成を有する。

[0054] 図5に示すように、電極110には、ウェハWを静電吸着するための電気的な力（具体的には例えばクーロン力）が生じるよう、電圧印加部120が接続されている。

[0055] 電圧印加部120は、直流電源121a及びスイッチ122aを含む。

直流電源121aは、スイッチ122aを介して電極110に接続され、当該電極110に、ウェハWを静電吸着するための電圧を印加する。直流電

源 1 2 1 a は、電極 1 1 0 に正の電圧又は負の電圧を選択的に印加することができる。

[0056] 電圧印加部 1 2 0 は、電極 1 1 1 に、エッジリング E を静電吸着するための電氣的な力が生じるよう接続されていてもよい。電極 1 1 1 は、双極型である場合には、電圧印加部 1 2 0 から一対の電極 1 1 1 a、1 1 1 b へ、互いに異なる極性の電圧又は同じ極性の電圧のいずれか一方を選択的に印加できるように構成されていてもよい。

[0057] 電圧印加部 1 2 0 は、例えば、2つの直流電源 1 2 1 b、1 2 1 c 及び2つのスイッチ 1 2 2 b、1 2 2 c を含む。

直流電源 1 2 1 b は、例えば、スイッチ 1 2 2 b を介して電極 1 1 1 a に接続され、当該電極 1 1 1 a に、エッジリング E を静電吸着するための正の電圧又は負の電圧を選択的に印加する。

直流電源 1 2 1 c は、例えば、スイッチ 1 2 2 c を介して電極 1 1 1 b に接続され、当該電極 1 1 1 b に、エッジリング E を静電吸着するための正の電圧又は負の電圧を選択的に印加する。

[0058] なお、本実施形態において、電極 1 1 0 が設けられる静電チャック 1 0 4 の中央部と、電極 1 1 1 が設けられる周縁部とは一体となっているが、これら中央部と周縁部とは別体であってもよい。

また、本実施形態において、エッジリング E を吸着保持するための電極 1 1 1 は、双極型であるものとしたが、単極型であってもよい。

[0059] 静電チャック 1 0 4 の中央部の上面 1 0 4 a には、図 6 に示すように、複数の凸部 1 0 4 c が設けられていてもよい。これにより、電極 1 1 0 への電圧印加を中止したときに残留電荷によるウェハ W の静電チャック 1 0 4 への吸着力を低減することができる。複数の凸部 1 0 4 c は例えば等間隔で設けられる。凸部 1 0 4 c は、例えば、直径が  $300\ \mu\text{m}$  ~  $500\ \mu\text{m}$  であり高さが  $5\ \mu\text{m}$  ~  $30\ \mu\text{m}$  の円柱状に形成されている。

[0060] また、図 5 に示すように、静電チャック 1 0 4 の中央部は、例えば、ウェハ W の直径よりも小径に形成されており、ウェハ W が静電チャック 1 0 4 の

中央部の上面104aに載置されたときに、ウェハWの周縁部が静電チャック104の中央部から張り出すようになっている。

なお、エッジリングEは、その上部に段差が形成されており、外周部の上面が内周部の上面より高く形成されている。エッジリングEの内周部は、静電チャック104の中央部から張り出したウェハWの周縁部の下側にもぐり込むように形成されている。つまり、エッジリングEは、その内径が、ウェハWの外径よりも小さく形成されている。

[0061] 支持体105は、例えば石英等の絶縁性材料を用いて、平面視環状に形成された部材であり、下部電極103及び静電チャック104を取り囲むように配置される。

[0062] 静電チャック104の中央部の上面104aには、載置されたウェハWの裏面と当該上面104aの間隙間に伝熱ガスを吐出するため、ガス吐出孔（図示せず）が形成されていてもよい。このガス吐出孔からは、ガス供給部（図示せず）からの伝熱ガスが供給される。ガス供給部は、1又はそれ以上のガスソース及び1又はそれ以上の圧力制御器を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部は、例えば、ガスソースからの伝熱ガスを、圧力制御器を介して上記ガス供給孔に供給するように、構成される。

[0063] さらに、静電チャック104の周縁部の上面104bには、載置されたエッジリングEの裏面と当該上面104bの間隙間に伝熱ガスを吐出するため、ガス吐出孔（図示せず）が形成されていてもよい。このガス吐出孔からは、ガス供給部（図示せず）からの伝熱ガスが供給される。ガス供給部は、1又はそれ以上のガスソース及び1又はそれ以上の圧力制御器を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部は、例えば、ガスソースからの伝熱ガスを、圧力制御器を介して上記ガス供給孔に供給するように、構成される。

[0064] 図4の絶縁体106は、セラミック等で形成された円筒状の部材であり、支持体105を支持する。絶縁体106は、例えば、支持体105の外径と同等の外径を有するように形成され、支持体105の周縁部を支持する。

[0065] リフタ107は、静電チャック104の中央部の上面104aに対して昇

降する部材であり、例えば、セラミックを材料として柱状に形成される。リフタ107は、上昇したときに、その上端が上記上面104aから突出し、ウェハWを支持することが可能である。

なお、リフタ107は、互いに間隔を空けて3本以上設けられ、上下方向に延びるように設けられている。

[0066] リフタ107は、アクチュエータ112によって昇降する。アクチュエータ112は、例えば、複数のリフタ107を支持する支持部材113と、支持部材113を昇降させる駆動力を発生させ、複数のリフタ107を昇降させる駆動部114とを有する。駆動部114は、上記駆動力を発生する駆動源として、例えばモータ（図示せず）を有する。

[0067] リフタ107は、静電チャック104の中央部の上面104aに上端が開く挿通孔115に挿通される。挿通孔115は、例えば、静電チャック104の中央部の上面104aから下方に延び下部電極103の底面まで至るように形成されている。

[0068] 上述のようなリフタ107により、ウェハ支持台101と搬送ロボット70の搬送アーム71との間でウェハWを受け渡すことができる。

また、リフタ107とアクチュエータ112は、ウェハ載置面に対してウェハWを昇降させる昇降機構を構成する。

[0069] リフタ108は、静電チャック104の周縁部の上面104bに対して昇降する昇降部材であり、例えばセラミックを材料として柱状に形成される。一実施形態において、リフタ108は、上昇したときに、その上端が支持体105の上面105aから突出可能に構成されている。

なお、リフタ108は、静電チャック104の周方向に沿って、互いに間隔を空けて3本以上設けられ、上下方向に延びるように設けられている。

[0070] リフタ108は、アクチュエータ116によって昇降する。アクチュエータ116は、例えば、リフタ108毎に設けられ、リフタ108を水平方向に移動自在に支持する支持部材117を有する。支持部材117は、リフタ108を水平方向に移動自在に支持するため、例えばスラスト軸受を有する

。また、アクチュエータ 116 は、支持部材 117 を昇降させる駆動力を発生させ、リフト 108 を昇降させる駆動部 118 を有する。駆動部 118 は、上記駆動力を発生する駆動源として、例えばモータ（図示せず）を有する。

[0071] 一実施形態において、リフト 108 は、支持体 105 の上面 105 a に上端が開口する挿通孔 119 に挿通される。挿通孔 119 は、例えば、支持体 105 の内周部の上面から下方に延び下部電極 103 の下部外周部の底面まで至るように形成されている。

[0072] 上述のようなリフト 108 により、ウェハ支持台 101 と搬送ロボット 70 の搬送アーム 71 との間でエッジリング E を受け渡すことができる。

また、リフト 108 とアクチュエータ 116 は、ウェハ支持台 101 に対してエッジリング E を昇降させる別の昇降機構を構成する。

[0073] 上部電極 102 は、ガス供給機構 140 からの 1 またはそれ以上のガスをチャンバ 100 内に吐出するガス供給部すなわちシャワーヘッドとしても機能する。一実施形態において、上部電極 102 は、ガス入口 102 a、ガス拡散室 102 b、及び複数のガス出口 102 c を有する。ガス入口 102 a は、例えば、ガス供給機構 140 及びガス拡散室 102 b と流体連通している。複数のガス出口 102 c は、ガス拡散室 102 b 及びチャンバ 100 の内部と流体連通している。一実施形態において、上部電極 102 は、1 又はそれ以上の処理ガス等のガスをガス入口 102 a からガス拡散室 102 b 及び複数のガス出口 102 c を介してチャンバ 100 内に供給するように構成される。

[0074] ガス供給機構 140 は、1 又はそれ以上のガスソース 141 及び 1 又はそれ以上の流量制御器 142 を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給機構 140 は、例えば、1 又はそれ以上のガスを、それぞれに対応のガスソース 141 からそれぞれに対応の流量制御器 142 を介してガス入口 102 a に供給するように構成される。各流量制御器 142 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

給機構140は、1又はそれ以上のガスの流量を変調又はパルス化する1又はそれ以上の流量変調デバイスを含んでもよい。

[0075] RF電力供給部150は、RF電力、例えば1又はそれ以上のRF信号を、下部電極103、上部電極102、又は、下部電極103及び上部電極102の双方のような1又はそれ以上の電極に供給するように構成される。これにより、チャンバ100内すなわち処理空間100sに供給された1又はそれ以上の処理ガスからプラズマが生成される。したがって、RF電力供給部150は、チャンバ100内にプラズマを生成するプラズマ生成部の少なくとも一部として機能し得る。プラズマ生成部は、具体的には、チャンバ100において1又はそれ以上のガスからプラズマを生成するように構成される。RF電力供給部150は、例えば、2つのRF生成部151a、151b及び2つの整合回路152a、152bを含む。一実施形態において、RF電力供給部150は、第1のRF信号を第1のRF生成部151aから第1の整合回路152aを介して下部電極103に供給するように構成される。例えば、第1のRF信号は、27MHz~100MHzの範囲内の周波数を有してもよい。

[0076] また、一実施形態において、RF電力供給部150は、第2のRF信号を第2のRF生成部151bから第2の整合回路152bを介して下部電極103に供給するように構成される。例えば、第2のRF信号は、400kHz~13.56MHzの範囲内の周波数を有してもよい。代わりに、第2のRF生成部151bに代えて、DC(Direct Current)パルス生成部を用いてもよい。

[0077] さらに、図示は省略するが、本開示においては他の実施形態が考えられる。例えば、代替実施形態において、RF電力供給部150は、第1のRF信号をRF生成部から下部電極103に供給し、第2のRF信号を他のRF生成部から下部電極103に供給し、第3のRF信号をさらに他のRF生成部から下部電極103に供給するように構成されてもよい。加えて、他の代替実施形態において、DC電圧が上部電極102に印加されてもよい。

[0078] またさらに、種々の実施形態において、1又はそれ以上のRF信号（すなわち、第1のRF信号、第2のRF信号等）の振幅がパルス化又は変調されてもよい。振幅変調は、オン状態とオフ状態との間、あるいは、2又はそれ以上の異なるオン状態の間でRF信号振幅をパルス化することを含んでもよい。

[0079] 排気システム160は、例えばチャンバ100の底部に設けられた排気口100eに接続され得る。排気システム160は、圧力弁及び真空ポンプを含んでもよい。真空ポンプは、ターボ分子ポンプ、粗引きポンプ又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0080] <処理モジュール60のウェハ処理>

次に、処理モジュール60を用いて行われるウェハ処理の一例について説明する。なお、処理モジュール60では、ウェハWに対して、エッチング処理等のプラズマ処理を行う。

[0081] 先ず、搬送ロボット70により、チャンバ100の内部にウェハWが搬入され、リフタ107の昇降により静電チャック104上にウェハWが載置される。その後、静電チャック104の電極110に、直流電源121aから直流電圧が印加され、これにより、ウェハWが、静電チャック104に静電吸着され、保持される。また、ウェハWの搬入後、排気システム160によってチャンバ100の内部が所定の真空度まで減圧される。

[0082] 次に、ガス供給機構140から上部電極102を介して処理空間100sに処理ガスが供給される。また、RF電力供給部150からプラズマ生成用の高周波電力HFが下部電極103に供給され、これにより、処理ガスを励起させて、プラズマを生成する。この際、RF電力供給部150からイオン引き込み用の高周波電力LFが供給されてもよい。そして、生成されたプラズマの作用によって、ウェハWにプラズマ処理が施される。

[0083] なお、プラズマ処理中、静電チャック104の電極111に、直流電源121b、121cから直流電圧が印加され、これにより、エッジリングEが、静電チャック104に静電吸着され、保持されてもよい。また、プラズマ

処理中、静電チャック104に吸着保持されたウェハW及びエッジリングEの底面に向けて、伝熱ガスが吐出されてもよい。

[0084] プラズマ処理を終了する際には、RF電力供給部150からの高周波電力HFの供給及びガス供給機構140からの処理ガスの供給が停止される。プラズマ処理中に高周波電力LFを供給していた場合には、当該高周波電力LFの供給も停止される。次いで、静電チャック104によるウェハWの吸着保持が停止される。また、ウェハWの底面への伝熱ガスの供給が停止されるようにしてもよい。

[0085] その後、リフタ107によりウェハWを上昇させ、静電チャック104からウェハWを離脱させる。この離脱の際には、ウェハWの除電処理を行ってもよい。そして、搬送ロボット70によって、チャンバ100からウェハWが搬出され、一連のウェハ処理が終了する。

[0086] なお、チャンバ100からのウェハWの搬出後、ウェハレスドライクリーニングが行われてもよい。すなわち、チャンバ100からのウェハWの搬出後、静電チャック104のウェハ載置面にウェハWが載置されていない状態で、チャンバ100内にプラズマが生成され、静電チャック104がプラズマによりクリーニングされてもよい。

具体的には、ウェハWの搬出後、ウェハ載置面である静電チャック104の中央部の上面104aにウェハWが載置されていない状態で、ガス供給機構140から上部電極102を介して処理空間100sにクリーニング用のガスが供給されてもよい。また、RF電力供給部150からプラズマ生成用の高周波電力HFが、一例として、下部電極103に供給され、これにより、上記ガスが励起され、プラズマが生成されてもよい。生成されたプラズマにより、例えば、静電チャック104の中央部とエッジリングEとの間の部分等に付着した反応生成物を除去することができる。

なお、プラズマ生成用の高周波電力HFは、上部電極102に供給されてもよい。

[0087] <エッジリングEの高さの推定方法>

続いて、プラズマ処理システム1による、静電チャック104に載置されたエッジリングEの高さの推定方法の一例について説明する。図7は、エッジリングEの高さの推定に用いられる治具基板としての治具ウェハの一例の平面図である。図8は、エッジリングEの高さの推定方法の一例を示すフローチャートである。図9は、エッジリングEの高さを推定する際の、ウェハ支持台101に対するフォーク72及び距離センサ73の位置を示す図である。なお、以下の各工程において、排気システム160によるチャンバ100内の排気は連続して行われている。

[0088] プラズマ処理システム1では、プラズマを用いた前述のウェハ処理により、静電チャック104に載置されたエッジリングEが消耗する。このエッジリングEの消耗度合いは、静電チャック104に載置されたエッジリングEの高さから判定可能である。そのため、プラズマ処理システム1では、制御装置80が、静電チャック104に載置されたエッジリングEの高さを推定する。

[0089] また、プラズマ処理システム1では、エッジリングEの高さの推定の際、図7に例示するような治具ウェハWjを用いる。治具ウェハWjは、実際にプラズマ処理が行われるウェハWと、平面視での形状及び材料が同一である。治具ウェハWj及びウェハWの材料は具体的には例えばシリコンである。治具ウェハWjは、エッジリングEの高さの基準となる基準面Wsを有しており、この基準面Wsが上側となるように静電チャック104に載置される。以下では、治具ウェハWjにおける、静電チャック104に載置された状態で上側となる面を上面という。

治具ウェハWjの上面は、一例において、その全体が平坦に形成され、その全体が基準面Wsとなる。

なお、治具ウェハWjの厚さは、実際のウェハWと同じであってもよいし、異なってもよい。また、治具ウェハWjは、不使用時は例えば保管モジュール33に収納されている。

[0090] (ステップS1)

そして、プラズマ処理システム1では、エッジリングEの高さの推定の際、例えば、まず、図8に示すように、制御装置80の制御の下、治具ウェハWjが、搬送ロボット70によりチャンバ100内に搬送され、上記昇降機構によりウェハ支持台101に載置される。

[0091] 具体的には、例えば、まず、保管モジュール33内の治具ウェハWjが、搬送機構40及び搬送ロボット70によって、高さの測定対象であるエッジリングEが取り付けられた処理モジュール60（以下、測定対象の処理モジュール60）のチャンバ100内に搬入される。

[0092] より具体的には、例えば、保管モジュール33内の治具ウェハWjが、搬送機構40の搬送アーム41によって保持され、ロードロックモジュール20に搬入される。次に、ロードロックモジュール20内が密閉され、減圧される。その後、ロードロックモジュール20の内部とトランスファモジュール50の内部が連通される。続いて、治具ウェハWjが、搬送ロボット70の搬送アーム71によって保持される。また、測定対象の処理モジュール60に対応するゲートバルブ62が開放され、チャンバ100内に、搬入出口（図示せず）を介して、治具ウェハWjを保持した搬送アーム71が挿入される。そして、静電チャック104の中央部の上面104aの上方へ、治具ウェハWjが搬送アーム71によって搬送される。

[0093] 次に、治具ウェハWjが、搬送ロボット70からリフト107に受け渡される。

具体的には、リフト107の上昇が行われ、治具ウェハWjが、搬送アーム71からリフト107へ受け渡される。次いで、搬送アーム71のチャンバ100からの抜き出しが行われると共に、ゲートバルブ62が閉じられる。

[0094] その後、治具ウェハWjが、リフト107を含む昇降機構により下降され、静電チャック104の中央部の上面104a（以下、ウェハ載置面104a）に載置される。

具体的には、リフト107の下降が、リフト107の上端が挿通孔115

に収まるまで行われる。これにより、治具ウェハWjが、ウェハ載置面104aに載置される。

[0095] (ステップS2)

次に、制御装置80の制御の下、チャンバ100内に所定のガスが供給された状態で所定の電圧が静電チャック104に印加され、治具ウェハWjが、ウェハ載置面104aにプラズマレスで静電吸着される。

具体的には、例えば以下のステップS2a~S2cが行われる。

[0096] (ステップS2a)

本工程では、まず、チャンバ100内に帯電量増加用ガスが供給される。

具体的には、ガス供給機構140から上部電極102を介してチャンバ100内に、帯電量増加用ガスとして、不活性ガス（窒素ガスまたはアルゴンガス等）または酸素ガスが供給される。

このステップS2aでは、チャンバ100内の圧力が100mTorr以上となるように制御されてもよい。ただし、チャンバ100内に帯電量増加用ガスが供給されれば、チャンバ100内の圧力制御が行われなくてもよい。

[0097] (ステップS2b)

ステップS2a後、静電チャック104に所定の電圧が印加され、治具ウェハWjが、ウェハ載置面104aにプラズマレスで静電吸着される。

具体的には、帯電量増加用ガスの供給が継続された状態、且つ、RF電力供給部150からプラズマ生成用の高周波電力HFが供給されない状態で、直流電源121aから、静電チャック104の電極110に、1500V~6000Vの電圧が印加される。これにより、治具ウェハWjが、ウェハ載置面である静電チャック104の中央部の上面104aにプラズマレスで静電吸着される。また、この際、帯電量増加用ガスの供給が行われるため、接地電位に接続されたチャンバ100から帯電量増加用ガスを介して治具ウェハWjに電荷が移動することと電氣的に同義の事象が発生する。そのため、帯電量増加用ガスの供給が行われない場合に比べて、治具ウェハWjの帯電

量が増加し、治具ウェハW<sub>j</sub>のウェハ載置面104aへの静電吸着力が強くなる。

[0098] (ステップS2c)

ステップS2b後、上記所定のガスの供給が停止される。

具体的には、治具ウェハW<sub>j</sub>の静電吸着が継続された状態で、ガス供給機構140から上部電極102を介したチャンバ100内への帯電量増加用ガスの供給が停止される。

[0099] (ステップS3)

その後、制御装置80の制御の下、ウェハ支持台101の上方に搬送ロボット70のフォーク72が位置され、距離センサ73により、ウェハ載置面104aに載置された治具ウェハW<sub>j</sub>の基準面W<sub>s</sub>までの距離と、ウェハ支持台101に取り付けられたエッジリングEまでの距離と、が測定される。

[0100] 具体的には、治具ウェハW<sub>j</sub>の静電吸着が継続された状態で、ゲートバルブ62が開放され、図9に示すように、治具ウェハW<sub>j</sub>及びエッジリングEが載置されたウェハ支持台101の上方に、フォーク72が移動される。

さらに、治具ウェハW<sub>j</sub>の静電吸着が継続された状態で、ウェハ支持台101の上方に位置したフォーク72（具体的には距離センサ73）から治具ウェハW<sub>j</sub>の基準面W<sub>s</sub>までの距離と、フォーク72（具体的には距離センサ73）からエッジリングEまでの距離とが、距離センサ73によって測定される。具体的には、例えば、距離センサ73から測距用の光が、治具ウェハW<sub>j</sub>の基準面W<sub>s</sub>における所定の基準位置に照射され、その反射光が距離センサ73により受光される。基準位置は、例えば治具ウェハW<sub>j</sub>の周端部に設けられる。次いで、受光結果に基づいて、フォーク72から治具ウェハW<sub>j</sub>の基準面W<sub>s</sub>における所定の基準位置までの距離L<sub>sp</sub>が、前述のユニットコントローラにより算出される。同様に、距離センサ73から測距用の光が、エッジリングEの所定の測定位置に照射され、その反射光が距離センサ73により受光される。上記測定位置は、例えば、エッジリングEの内周端部すなわちエッジリングEにおける治具ウェハW側の周端部に設けられる

。次いで、受光結果に基づいて、フォーク72からエッジリングEまでの距離 $L_f$ が、ユニットコントローラにより算出される。

なお、以下では、「フォーク72から〇〇までの距離」を「〇〇までの距離」と省略することがある。

その後、フォーク72のチャンバ100からの抜き出しが行われると共に、ゲートバルブ62が閉じられる。

[0101] (ステップS4)

次に、制御装置80が、基準面 $W_s$ までの距離と、エッジリングEまでの距離とに基づいて、エッジリングEの高さを算出すなわち推定する。例えば、制御装置80は、上記距離 $L_{sp}$ と上記距離 $L_f$ とを用いた以下の式(X)に基づいて、エッジリングEの高さ(具体的には基準面 $W_s$ からの高さ)Hを算出する。

$$H = L_{sp} - L_f \quad \dots (X)$$

[0102] (ステップS5)

その後、制御装置80の制御の下、治具ウェハ $W_j$ の静電吸着用である、静電チャック104への所定の電圧の印加が、停止される。

具体的には、直流電源121aから静電チャック104の電極110への電圧の印加が停止される。

[0103] (ステップS6)

続いて、チャンバ100内に除電用ガスが供給され、ウェハ載置面104aに載置された治具ウェハ $W_j$ がプラズマレスで除電される。

具体的には、例えば以下のステップS6a~S6dが行われる。

[0104] (ステップS6a)

本工程では、まず、チャンバ100内に除電用ガスが供給される。

具体的には、ガス供給機構140から上部電極102を介してチャンバ100内に、除電用ガスとして、不活性ガス(窒素ガスまたはアルゴンガス等)または酸素ガスが供給される。除電用ガスは帯電量増加用ガスと同じであっても異なってもよい。

このステップS 6 aでは、チャンバ1 0 0内の圧力が7 0 0 m T o r r ± 1 0 0 m T o r rとなるように制御されてもよい。

[0105] (ステップS 6 b)

ステップS 6 a後、ステップS 2 bとは逆極性で所定の大きさの電圧が静電チャック1 0 4に印加され、ウェハ載置面1 0 4 aに載置されている治具ウェハW jが、プラズマレスで除電される。

具体的には、チャンバ1 0 0内への除電用ガスの供給が継続された状態、且つ、R F電力供給部1 5 0からプラズマ生成用の高周波電力H Fが供給されない状態で、直流電源1 2 1 aから、静電チャック1 0 4の電極1 1 0に、ステップS 2 bとは逆極性で大きさが1 0 0 V~1 5 0 0 Vの電圧が印加される。このような逆極性電圧の印加により、当該印加前の治具ウェハW jの電荷がチャンバ1 0 0内のガスを介して当該チャンバ1 0 0が接続された接地電位に流れることと電氣的に同義の事象が発生すると共に、当該事象の発生が促進されるため、治具ウェハW jをプラズマレスで除電することができる。

なお、逆極性の電圧の印加時間は例えば5秒であり、この印加時間を超えると、印加が停止される。

[0106] (ステップS 6 c)

ステップS 6 b後、静電チャック1 0 4に電圧が印加されていない状態で、チャンバ1 0 0内に除電用ガスが供給され、ウェハ載置面1 0 4 aに載置されている治具ウェハW jがさらに除電される。

具体的には、静電チャック1 0 4に電圧が印加されていない状態で、ステップS 6 a及びステップS 6 bに続いて、チャンバ1 0 0内への除電用ガスの供給が所定時間継続される。これにより、治具ウェハW jの電荷がチャンバ1 0 0内の除電用ガスを介して当該チャンバ1 0 0が接続された接地電位に流れることと電氣的に同義の事象が発生するため、治具ウェハW jをプラズマレスでさらに除電することができる。本ステップS 6 bでの除電用ガスの供給時間は例えば3 0秒~6 0秒である。

また、ステップ6 cでは、ステップS 6 aと同様にチャンバ100内の圧力が制御されてもよい。

なお、このステップS 6 cは省略してもよい。

[0107] (ステップS 6 d)

ステップS 6 c後、除電用ガスの供給が停止される。

具体的には、ガス供給機構140から上部電極102を介したチャンバ100内への除電用ガスの供給が停止される。

[0108] (ステップS 7)

そして、制御装置80の制御の下、治具ウエハW jが、上記昇降機構により、ウエハ支持台101から離隔され、搬送ロボット70によりチャンバ100から搬出される。

[0109] 具体的には、治具ウエハW jが、リフト107を含む昇降機構により上昇され、ウエハ載置面104 aから離隔される。

より具体的には、リフト107の上昇が、リフト107の上端がウエハ載置面104 aから突出するまで行われ、これにより治具ウエハW jがウエハ載置面104 aから離隔される。離隔後、リフト107の上昇により、治具ウエハW jが所定高さまで上昇される。

[0110] 次に、治具ウエハW jが、リフト107から搬送ロボット70に受け渡される。

具体的には、例えば、ゲートバルブ62が開放され、チャンバ100内に、搬送ロボット70の搬送アーム71が挿入される。次いで、リフト107に支持された治具ウエハW jと静電チャック104との間に、搬送アーム71が移動される。続いて、リフト107の下降が行われ、搬送アーム71へ治具ウエハW jが受け渡される。

[0111] その後、チャンバ100内の治具ウエハW jが、搬送ロボット70及び搬送機構40によって、保管モジュール33に戻される。

具体的には、例えば、搬送アーム71がチャンバ100から抜き出され、治具ウエハW jがチャンバ100からトランスファモジュール50に搬出さ

れる。次に、ゲートバルブ62が閉じられる。その後、トランスファモジュール50の内部と減圧されたロードロックモジュール20の内部とが連通される。続いて、治具ウェハWjがロードロックモジュール20に搬入される。次いで、ロードロックモジュール20内が密閉され、大気圧に戻される。その後、ロードロックモジュール20内の治具ウェハWjが、搬送機構40の搬送アーム41によって保持され、保管モジュール33に戻される。

これで、プラズマ処理システム1による、静電チャック104に載置されたエッジリングEの高さの推定フローが完了する。

なお、プラズマ処理システム1による、静電チャック104に載置されたエッジリングEの高さの推定は、例えば、所定時間経過毎または所定枚数のウェハWを処理する毎に行われる。

#### [0112] <本実施形態の効果>

以上のように、本実施形態では、ウェハ支持台101に取り付けられたエッジリングEの高さの推定の際に、エッジリングEの高さの基準面Wsを有する治具ウェハWjが、ウェハ支持台101のウェハ載置面104aに載置される。そして、搬送ロボット70のフォーク72に設けられた距離センサ73による、ウェハ載置面104a上の治具ウェハWjの基準面Wsまでの距離及びエッジリングEまでの距離の測定結果に基づいて、制御装置80がエッジリングEの高さを推定する。したがって、ウェハ載置面104aに、図6に示すように、複数の凸部104cが設けられていても、エッジリングEの高さを正確に推定することができる。また、基準面Wsまでの距離の測定結果を用いてエッジリングEまでの距離を推定するため、フォーク72が経時変化等により自重で垂れた場合であっても、エッジリングEの高さを正確に推定することができる。

[0113] さらに、本実施形態では、チャンバ100内に帯電量増加用ガスが供給された状態で所定の電圧が静電チャック104に印加され、治具ウェハWjが、ウェハ載置面104aに静電吸着される。そのため、上記所定の電圧が静電チャック104に印加されるときにチャンバ100内に帯電量増加用ガス

が供給されない場合に比べて、ウェハ載置面104aへの静電吸着時の治具ウェハWjの帯電量を増加させることができる。以下、この点について説明する。

[0114] ウェハ載置面104aは、治具ウェハWjを載置する前に帯電することがある。また、治具ウェハWjを載置する前におけるウェハ載置面104aの帯電量は、前述のウェハレスクリーニングが行われるか否かやウェハレスクリーニングの内容等によって、異なる場合がある。この帯電量が異なると、治具ウェハWjのウェハ載置面104aへの静電吸着力も異なる。この静電吸着力の強さは、ウェハ載置面104aに静電吸着された治具ウェハWjの基準面Wsの高さに影響がある。

それに対し、本実施形態では、上述のようにウェハ載置面104aへの静電吸着時の治具ウェハWjの帯電量を増加させることができるため、治具ウェハWjを載置する前におけるウェハ載置面104aの帯電量の差が、治具ウェハWjのウェハ載置面104aへの静電吸着力に与える影響を抑制することができる。そのため、治具ウェハWjの基準面Wsまでの距離の測定時における当該基準面Wsの高さが、治具ウェハWjを載置する前におけるウェハ載置面104aの帯電量の差の影響を受けるのを抑制することができる。したがって、エッジリングEの高さの推定結果が、治具ウェハWjを載置する前におけるウェハ載置面104aの帯電量の差の影響を受けるのを抑制することができる。

[0115] さらに、本実施形態では、ステップS2におけるウェハ載置面104a上の治具ウェハWjの帯電量を増加させる処理がプラズマレスで行われる。そのため、治具ウェハWjの帯電量を増加させる処理により、治具ウェハWjの基準面Wsが、プラズマによるダメージを受けることがない。したがって、基準面Wsの高さの測定結果に基づくエッジリングEの高さの推定結果の正確性が、治具ウェハWjの帯電量を増加させる処理により損なわれるのを抑制することができる。

[0116] また、本実施形態では、チャンバ100内に除電量ガスが供給された状態

で、静電チャック104への治具ウエハWjの吸着時とは逆極性の電圧が静電チャック104に印加され、ウエハ載置面104a上の治具ウエハWjが除電される。

そのため、上述のように治具ウエハWjの帯電量を増加させる処理が行われ治具ウエハWjのウエハ載置面104aへの静電吸着力が高くても、除電により上記静電吸着力が弱まる。したがって、ウエハ載置面104aへ静電吸着されていた治具ウエハWjが、ウエハ載置面104aから取り外せなくなることを抑制することができる。また、ウエハ載置面104aへ静電吸着されていた治具ウエハWjを、リフタ107を含む昇降機構により上昇させてウエハ載置面104aから離隔させるときに、治具ウエハWjが損傷するのを抑制することができる。言い換えると、エッジリングEの高さの推定の際に、治具ウエハWjを安定的に使用することができる。さらに、ウエハ載置面104aへ静電吸着されていた治具ウエハWjを離隔させるときにリフタ107が損傷するのを抑制することができる。

前述のように、除電時に静電チャック104へ印加する逆極性の電圧の大きさは100V~1500Vである。100V以上とすることにより、治具ウエハWjがウエハ載置面104aから取り外せなくなることを、より確実に抑制することができる。また、1500V以下にすることにより、治具ウエハWjが除電開始前とは逆の極性に帯電してウエハ載置面104aから取り外せなくなるのを抑制することができる。

[0117] また、治具ウエハWjの除電処理がプラズマレスで行われている。そのため、治具ウエハWjの除電処理により、繰り返し利用される治具ウエハWjの基準面Wsが、プラズマによるダメージを受けることがない。したがって、基準面Wsの高さの測定結果に基づくエッジリングEの高さの推定結果の正確性が、治具ウエハWjの除電処理により損なわれるのを抑制することができる。

[0118] さらに、本実施形態では、治具ウエハWjをウエハ載置面104aから離隔させる前に、静電チャック104に電圧が印加されていない状態で、チャ

ンバ100内に除電用ガスが供給され、ウェハ載置面104aに載置された治具ウェハWjがプラズマレスで除電する。したがって、除電後にリフタ107を含む昇降機構により治具ウェハWjをウェハ載置面104aから離隔させるときにリフタ107や治具ウェハWjが損傷するのをより確実に抑制することができ、且つ、この除電処理により治具ウェハWjの基準面Wsがプラズマによるダメージを受けるのを防ぐことができる。

なお、本発明者らは、本開示に係るウェハ載置面104aからの治具ウェハWjの離隔方法を採用した試験を行っており、以下の点を確認している。すなわち、本離隔方法によれば、治具ウェハWjを静電吸着するための静電チャック104への印加電圧が3000Vと高くても、治具ウェハWj等の損傷なく、治具ウェハWjをウェハ支持台101から取り外すことができること、及び、離隔時に治具ウェハWjが水平方向に大きく動くことがないこと、を確認している。また、これらの点はチャンバ100の温度によらないことを確認している。

[0119] また、本実施形態では、搬送ロボット70のフォーク72に設けられた距離センサ73による、ウェハ載置面104a上の治具ウェハWjの基準面Wsにおける所定の基準位置までの距離及びエッジリングEの所定の測定位置までの距離の測定結果に基づいて、制御装置80がエッジリングEの高さを推定する。上記基準位置は、治具ウェハWjの周端部に設けられ、上記測定位置は、エッジリングEにおける治具ウェハWj側の周端部であり、上記基準位置と上記測定位置とは近接している。そのため、フォーク72のチャンバ100内への進入距離に依存した垂れが生じても、当該垂れに起因した測定誤差を抑制することができ、より正確にエッジリングEの高さを推定することができる。

[0120] (ステップS3及びステップS4の他の例1)

図10は、ステップS3の治具ウェハWjの基準面Wsの高さ及びエッジリングEの高さが測定される工程と、ステップS4の制御装置80がエッジリングEの高さを推定する工程との他の例を説明するための図である。

[0121] ステップS3におけるエッジリングEまでの距離の測定の際、制御装置80の制御の下、図10に示すように、距離センサ73aが所定の方に移動するようフォーク72が移動されてもよい。上記所定の方とは、平面視において、エッジリングEを横切る方向であって、チャンバ100に対するフォーク72の挿抜方向（図10の上下方向）と交わる方向である。

[0122] エッジリングEを平面視で横切る方向に距離センサ73aを移動させる方法は、距離センサ73aが設けられたフォーク72の基端を中心に当該フォーク72を回転させる方法であってもよいし、搬送アーム71の基端を中心に当該搬送アーム71が回転させる方法であってもよい。

[0123] 上述のようにエッジリングEを平面視で横切る方向に距離センサ73aが移動される間に、距離センサ73aによりエッジリングEまでの距離 $L_f$ が連続的に測定されるようにしてもよい。そして、ステップS4において、制御装置80が、例えば、治具ウェハ $W_j$ の基準面 $W_s$ の基準点までの距離 $L_{sp}$ 、及び、エッジリングEまでの距離 $L_f$ の連続的な測定結果に基づいて、エッジリングEの上記横切る方向にかかる高さの分布すなわちプロファイルを推定してもよい。具体的には、制御装置80が、エッジリングEまでの距離 $L_f$ の各測定点について、上記式(X)に基づいて、エッジリングEの高さ $H$ を算出し、各算出結果と上記各測定点の位置情報とから、エッジリングEの上記横切る方向にかかる高さの分布を作成してもよい。なお、上記各測定点の位置情報は、搬送アーム71の各構成部材の、上記距離 $L_f$ の測定時の角度及び寸法から算出することができる。

また、ステップS4において、制御装置80が、治具ウェハ $W_j$ の基準面 $W_s$ の基準点までの距離 $L_{sp}$ 、及び、エッジリングEまでの距離 $L_f$ の連続的な測定結果の平均値に基づいて、エッジリングEの高さを推定してもよい。

[0124] (ステップS3及びステップS4の他の例2)

ところで、上述の他の例1のように距離センサ73aが上記横切る方向に移動するようフォーク72が移動される場合、当該フォーク72が移動中に

振動する場合がある。

フォーク72が振動する場合、上述の他の例1のようにエッジリングEの高さのプロファイルを推定すると、当該プロファイルが、エッジリングEの高さの実際のプロファイルに、フォーク72の振動成分が重畳されたものとなることがある。

[0125] このようなフォーク72の振動成分の影響を取り除くため、以下のようにしてもよい。

すなわち、ステップS3において、図10に示すように、一方の距離センサ73aがエッジリングEを平面視で横切る方向に移動するようフォーク72が移動されている間に、上記一方の距離センサ73aにより、エッジリングEまでの距離が連続的に測定されてもよい。また、これと並行して、他方の距離センサ73bにより、治具ウェハWjの基準面Wsまでの距離が連続的に測定されてもよい。そして、ステップS4において、制御装置80が、距離センサ73a及び距離センサ73bによる測定中の各時点での、エッジリングEまでの距離Lftの測定結果と、基準面Wsまでの距離Lstの測定結果とに基づいて、エッジリングEの上記横切る方向にかかる高さのプロファイルDを推定してもよい。具体的には、制御装置80が、距離センサ73a及び距離センサ73bによる測定中の各時点について、上記距離Lftと上記距離Lstとの差分に基づいて、すなわち、以下の式(Y)に基づいて、エッジリングEの高さHtを算出してもよい。

$$L_{st} - L_{ft} = H_t \quad \dots (Y)$$

[0126] 制御装置80は、距離センサ73a及び距離センサ73bによる測定中の各時点についての、上記高さHtの算出結果と、距離センサ73aによる測定点の位置情報とから、エッジリングEの上記横切る方向にかかる高さのプロファイルを作成してもよい。

こうして得られたプロファイルは、フォーク72の振動成分D2の影響が取り除かれたものになる。

また、こうして得られたプロファイルは、ウェハ支持台101に対するフ

オーク72の傾きの影響が取り除かれたものとなる。

[0127] (ステップS3及びステップS4の他の例3)

また、ステップS3におけるエッジリングEまでの距離の測定の際、平面視において左方向に距離センサ73aが移動してエッジリングEを横切るようにフォーク72が移動されるだけでなく、平面視における右方向に距離センサ73bが移動してエッジリングEを横切るようにフォーク72が移動されてもよい。なお、本明細書における「左」と「右」は、チャンバ100の搬入出口を基準としたものである。また、距離センサ73aが左方向に移動される間に、距離センサ73aにより治具ウェハWjの基準面の左側の基準点までの距離 $L_{sp}$ が測定されると共に、エッジリングEの左側について、距離センサ73aによりエッジリングEまでの距離 $L_f$ が連続的に測定されるようにしてもよい。これに加えて、距離センサ73bが右方向に移動される間に、距離センサ73bにより治具ウェハWjの基準面の右側の基準点までの距離が測定されると共に、エッジリングEの右側について、距離センサ73aによりエッジリングEまでの距離 $L_f$ が連続的に測定されるようにしてもよい。

[0128] そして、ステップ4において、制御装置80が、例えば、治具ウェハWjの基準面の左側の基準点までの距離 $L_{sp}$ と、エッジリングEの左側における当該エッジリングEまでの距離 $L_f$ の連続的な測定結果に基づいて、エッジリングEの左側の上記横切る方向にかかる高さのプロファイルを推定してもよい。また、ステップS4において、制御装置80が、例えば、治具ウェハWjの基準面の右側の基準点までの距離 $L_{sp}$ と、エッジリングEの右側における当該エッジリングEまでの距離 $L_f$ の連続的な測定結果に基づいて、エッジリングEの右側の上記横切る方向にかかる高さのプロファイルを推定してもよい。さらに、制御装置80が、エッジリングEの左側の高さのプロファイルと、エッジリングEの右側の高さのプロファイルとで、対応する位置の高さの推定結果を平均化して、エッジリングEの高さの代表的なプロファイルを生成してもよい。

[0129] また、ステップS4において、制御装置80が、治具ウェハWjの基準面の左側の基準点までの距離Lspと、エッジリングEの左側における当該エッジリングEまでの距離Lfの連続的な測定結果の平均値に基づいて、エッジリングEの左側の高さを推定してもよい。さらに、ステップS4において、制御装置80が、治具ウェハWjの基準面の右側の基準点までの距離Lspと、エッジリングEの右側における当該エッジリングEまでの距離Lfの連続的な測定結果の平均値に基づいて、エッジリングEの右側の高さを推定してもよい。さらにまた、制御装置80が、エッジリングEの左側の高さとはエッジリングEの右側の高さとの平均値を算出し、その算出結果を、エッジリングEの代表的な高さとしてもよい。

[0130] (ステップS4の他の例4)

距離センサ73によって測定された、治具ウェハWjの基準面Wsにおける基準点までの距離Lspと、当該距離Lspの設計値とに基づいて、ステップS4において、制御装置80が、エッジリングEの高さの推定結果を補正してもよい。これにより、フォーク72が経時変化等により自重で垂れた場合に、エッジリングEの高さの推定結果から、その垂れの影響を取り除くことができる。なお、上記距離Lspの設計値は予め記憶部(図示せず)に記憶されている。

[0131] <治具ウェハの他の例>

図11及び図12はそれぞれ、治具ウェハの他の例を模式的に示す平面図及び断面図である。

図11及び図12に示すように、治具ウェハWjAは、基準面Wsから高さ方向に予め定めた距離離間した複数の補正用面Wrを有し、複数の補正用面Wrは、高さ方向にかかる基準面Wsからの距離が互いに異なっている。

図の例では、距離センサ73a及び距離センサ73bそれぞれに対し、補正用面Wrとして、補正用面Wr1~Wr3が設けられている。

補正用面Wr1~Wr3は、基準面Wsからの距離が予め精度良く定められている。図の例の治具ウェハWjAは、互いに高さが異なる段差面を有す

る部材W J A 1が基準面W s上に設けられており、各段差面が補正用面W r 1～W r 3を構成する。ただし、本例とは異なり、治具ウェハW j Aは、基準面W sから凹み深さが異なる溝が形成され、当該溝の底面が補正用面W r 1～W r 3を構成してもよい。

補正用面W r 1、W r 2、W r 3それぞれの基準面W sからの距離は、例えば、100 $\mu$ m、50 $\mu$ m、25 $\mu$ mである。

また、治具ウェハW j Aの部材W J A 1は、例えば、プラズマ処理されるウェハWと材料が同一であり、基準面W sに接着されて用いられる。

[0132] 治具ウェハW j Aを用いる場合、距離センサ73によって基準面W sまでの距離やエッジリングEまでの距離が測定される際に、複数の補正用面W rまでの距離も測定される。例えば、距離センサ73によって、補正用面W r 1までの距離と補正用面W r 2までの距離が測定される。

そして、制御装置80は、測定された複数の補正用面W rまでの距離の測定結果に基づいて、距離センサ73による測定結果を補正する。具体的には、制御装置80は、例えば、距離センサ73によって測定された補正用面W r 1までの距離と、補正用面W r 2までの距離との差分D fを取る。そして、制御装置80は、この差分D fが当該差分D fの設計値に近づくように、距離センサ73による測定結果を補正する。これにより、制御装置80は、より正確な基準面W sまでの距離やエッジリングEまでの距離をより取得することができ、その結果、エッジリングEの高さをより正確に推定することができる。上記差分D fの設計値は予め記憶部（図示せず）に記憶されている。

[0133] なお、治具ウェハW j Aを用い、前述したステップS3及びステップS4の他の例2のようにしてエッジリングEの高さを推定する場合、補正用面W rは、治具ウェハW j Aにおける以下の領域に設けられる。すなわち、フォーク72を移動させたときに距離センサ73 a、73 bによる基準面W sまでの距離の連続的な測定が妨げられない治具ウェハW j A上の領域に、補正用面W rは設けられる。

## [0134] &lt;確認試験&gt;

図13は、本開示にかかる技術によるエッジリングEの高さの推定結果の繰り返し精度を確認するために行われた試験の結果を示す図である。当該確認試験では、エッジリングEのプラズマ処理が繰り返し行われている処理モジュール60について、プラズマ処理の合間における互いに異なるタイミングで、上述したステップS1～ステップS7を含む方法により、エッジリングEの高さを推定した。エッジリングEの高さが推定されたタイミングは、該当する処理モジュール60で行われたウェハWに対するプラズマ処理の総時間が、Z1～Z7（Z1～Z7は互いに異なる0時間以上500時間以下の時間である。）のときである。また、本確認試験では、ステップS3及びステップS4として上記他の例2を採用し、図11及び図12の治具ウェハWjAを用いた。さらに、本確認試験では、推定タイミング間で治具ウェハWjAを共通とし、すなわち、1枚の治具ウェハWjAを繰り返し用いた。また、各推定タイミングで、ステップS1～ステップS7を含む方法によりエッジリングEの高さを3回推定した。図13において、横軸は、エッジリングEの径方向位置を示し、縦軸は、各推定タイミングにおけるエッジリングEの高さの推定結果の繰り返し精度を示し、具体的には、各推定タイミングにおけるエッジリングEの推定高さの最大値と最小値との差を示す。なお、縦軸の1目盛りは0.005mに相当する。

[0135] 図13に示すように、エッジリングEの推定高さの最大値と最小値との差は、推定タイミングによらず、また、エッジリングEの径方向位置によらず、目標値以下であった。すなわち、本開示によれば、治具ウェハWjを代えることなく、プラズマにより消耗するエッジリングEの高さを、長期に亘って高精度で推定することができる。

## [0136] &lt;その他の変形例&gt;

治具ウェハWjAの補正用面Wrの1つをエッジリングEの高さの基準面Wsとしてもよい。

また、エッジリングEの高さの推定結果から、エッジリングEの消耗量を

判断できる。そのため、エッジリングEの消耗量が閾値を超える場合は、すなわち、エッジリングEの高さが閾値を下回る場合に、エッジリングEを交換するようにしてもよいし、エッジリングEに電圧を印加してエッジリングE側のシース形状を変化させてもよい。

[0137] エッジリングEを交換する場合は、制御装置80の制御の下、チャンバ100内が大気開放されることなく、推定された高さが閾値を下回るエッジリングEが、リфта108を含む昇降機構により、ウェハ支持台101から離隔され、搬送ロボット70によりチャンバ100から搬出される。

[0138] 具体的には、エッジリングEが、リфта107を含む昇降機構により上昇され、静電チャック104の周縁部の上面（以下、リング載置面）104bから離隔される。

より具体的には、リфта108の上昇が、リфта108の上端がリング載置面104bから突出するまで行われ、これによりエッジリングEがリング載置面104bから離隔される。離隔後、リфта108の上昇により、エッジリングEが所定高さまで上昇される。

[0139] 次に、エッジリングEが、リфта108から搬送ロボット70に受け渡される。

具体的には、例えば、ゲートバルブ62が開放され、チャンバ100内に、搬送ロボット70の搬送アーム71が挿入される。次いで、リфта108に支持されたエッジリングEと静電チャック104との間に、搬送アーム71が移動される。続いて、リфта108の下降が行われ、搬送アーム71へエッジリングEが受け渡される。

[0140] その後、チャンバ100内のエッジリングEが、搬送ロボット70によって、収納モジュール61に搬送される。

具体的には、例えば、搬送アーム71がチャンバ100から抜き出され、エッジリングEがチャンバ100からトランスファモジュール50に搬出される。次に、ゲートバルブ62が閉じられ、また、ゲートバルブ63が開放される。その後、エッジリングEが、収納モジュール61に収納される。

[0141] そして、制御装置80の制御の下、交換用のエッジリングEが、搬送ロボット70によりチャンバ100内に搬送され、リフト180を含む昇降機構によりウェハ支持台101に載置される。

[0142] 具体的には、例えば、まず、収納モジュール61内の交換用のエッジリングEが、搬送ロボット70の搬送アーム71に保持される。次いで、該当するチャンバ100内に、搬入出口（図示せず）を介して、エッジリングEを保持した搬送アーム71が挿入される。そして、リング載置面104bの上方へ、エッジリングEが搬送アーム71によって搬送される。

[0143] 次に、エッジリングEが、搬送ロボット70からリフト108に受け渡される。

具体的には、リフト108の上昇が行われ、エッジリングEが、搬送アーム71からリフト108へ受け渡される。次いで、搬送アーム71のチャンバ100からの抜き出しが行われると共に、ゲートバルブ62が閉じられる。

[0144] その後、エッジリングEが、リフト107を含む昇降機構により下降され、リング載置面104bに載置される。

具体的には、リフト108の下降が、リフト108の上端が挿通孔119に収まるまで行われる。これにより、エッジリングEが、リング載置面104bに載置される。

[0145] なお、上記交換用のエッジリングEは、新品であってもよいし、使用済みであるが消耗量の小さいものであってもよい。

[0146] 以上の例では、治具ウェハWjは、保管モジュール33に格納されていたが、フープ31に格納されていてもよいし、収納モジュール61に格納されていてもよい。

[0147] また、以上の例では、エッジリングEを保管する部材保管部としての収納モジュール61がトランスファモジュール50に接続されていたが、部材保管部はローダモジュール30の筐体の長辺を構成する一側面または短辺を構成する一側面に接続されていてもよい。また、ロードポート32に載置する

フープ31が部材保管部であってもよい。これらの場合、搬送機構40はエッジリングEを交換のために搬送可能に構成されていてもよい。

[0148] ウェハ支持台には、環状部材として、エッジリングEの他に、図14に示すように、エッジリングEの外側面を覆うように配置されるカバーリングCが取り付けられる場合がある。本開示の技術は、ウェハ支持台に取り付けられたカバーリングCの高さの推定にも適用することができる。

[0149] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。例えば、上記実施形態の構成要件は任意に組み合わせることができる。当該任意の組み合わせからは、組み合わせにかかるそれぞれの構成要件についての作用及び効果が当然に得られるとともに、本明細書の記載から当業者には明らかな他の作用及び他の効果が得られる。

[0150] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0151] なお、以下のような構成例も本開示の技術的範囲に属する。

(1) プラズマ処理システムであって、  
プラズマ処理装置と、前記プラズマ処理装置に接続され、基板を搬送する搬送ロボットを有する減圧搬送装置と、制御装置と、を備え、  
前記プラズマ処理装置は、  
減圧可能に構成された処理容器と、  
前記処理容器内に設けられ、基板載置面と、前記基板載置面に基板を静電吸着する静電チャックと、を有し、前記基板載置面を囲むように環状部材が取り付けられる基板支持台と、  
前記基板載置面に対して基板を昇降させる昇降機構と、  
前記処理容器内にガスを供給するガス供給部と、を有し、

前記搬送ロボットは、

搬送する基板を保持可能に構成された保持部と、

前記保持部に設けられ、当該保持部からの距離を測定する距離センサと、  
を有し、

前記制御装置は、

(A) 前記環状部材の高さの基準となる基準面を有する治具基板を、前記搬送ロボットにより前記処理容器内に搬入し、前記昇降機構により前記基板支持台に載置する工程と、

(B) 前記処理容器内に前記ガスを供給した状態で電圧を前記静電チャックに印加し、前記治具基板を前記基板載置面にプラズマレスで吸着する工程と、

(C) 前記基板支持台の上方に前記搬送ロボットの前記保持部を位置させ、前記距離センサにより、前記基板載置面に載置された前記治具基板の前記基準面までの距離と、前記基板支持台に取り付けられた前記環状部材までの距離とを測定する工程と、

(D) 前記基準面までの距離及び前記環状部材までの距離の測定結果に基づいて、前記環状部材の高さを推定する工程と、を実行する、プラズマ処理システム。

(2) 前記制御装置は、

(E) 前記処理容器内に前記ガスを供給させ、前記基板載置面に載置された前記治具基板をプラズマレスで除電する工程と、

(F) 前記(E)工程後、前記昇降機構により前記治具基板を前記基板支持台から離隔させ、前記搬送ロボットにより前記処理容器から搬出する工程と、をさらに実行し、

前記(E)工程は、(G)前記(B)工程時とは逆の極性の電圧を前記静電チャックに印加した状態で、前記処理容器内に前記ガスを供給し、前記基板載置面に載置された前記治具基板をプラズマレスで除電する工程を含む、前記(1)に記載のプラズマ処理システム。

(3) 前記(E)工程は、(H)前記静電チャックに電圧が印加されていない状態で、前記処理容器内に前記ガスを供給させ、前記基板載置面に載置された前記治具基板をプラズマレスで除電する工程を含む、前記(2)に記載のプラズマ処理システム。

(4) 前記(H)工程は、前記(G)工程後に実行される、前記(3)に記載のプラズマ処理システム。

(5) 前記ガスは、不活性ガスまたは酸素ガスである、前記(1)～(4)のいずれか1に記載のプラズマ処理システム。

(6) 前記プラズマ処理装置は、前記基板支持台に対して前記環状部材を昇降させる別の昇降機構をさらに有し、  
前記搬送ロボットは、前記環状部材も搬送するように構成され、  
前記制御装置は、

(I) 前記(D)工程で推定された前記環状部材の高さが閾値を下回る場合、前記別の昇降機構により前記環状部材を前記基板支持台から離隔させ、前記搬送ロボットにより前記処理容器から搬出する工程と、

(J) 前記(I)工程後、交換用の前記環状部材を、前記搬送ロボットにより前記処理容器内に搬入し、前記別の昇降機構により前記基板支持台に載置する工程と、をさらに実行する、前記(1)～(5)のいずれか1に記載のプラズマ処理システム。

(7) 前記環状部材を保管する部材保管部をさらに備え、  
前記部材保管部は、前記減圧搬送装置に接続されている、前記(1)～(6)のいずれか1に記載のプラズマ処理システム。

(8) 内部を大気圧雰囲気と減圧雰囲気とに切り替えられるように構成されたロードロック装置を介して前記減圧搬送装置に接続され、大気圧雰囲気下で動作し、基板を搬送する搬送機構を有する大気圧搬送装置と、  
前記大気圧搬送装置に接続され、前記環状部材を保管する部材保管部と、をさらに備える、前記(1)～(6)のいずれか1に記載のプラズマ処理システム。

(9) 前記治具基板は、前記部材保管部に記憶されている、前記(7)または(8)に記載のプラズマ処理システム。

(10) 内部を大気圧雰囲気と減圧雰囲気とに切り替えられるように構成されたロードロック装置を介して前記減圧搬送装置に接続され、大気圧雰囲気下で動作する大気部をさらに備え、

前記治具基板は、

前記大気部に載置された、複数の基板を保管可能に構成された保管容器に保管され、または、

前記保管容器とは別に前記大気部に設けられた基板保管部に保管される、前記(1)～(9)のいずれか1に記載のプラズマ処理システム。

(11) 前記環状部材は、前記基板支持台上の基板に隣接するように配置されるエッジリング、または、前記エッジリングの外側面を覆うように配置されるカバーリングである、前記(1)～(10)のいずれか1に記載のプラズマ処理システム。

(12) 前記(C)工程は、平面視で前記距離センサが前記環状部材を横切るように、前記基板支持台の上方で前記保持部を移動させ、前記距離センサにより、前記基板載置面に載置された前記治具基板の前記基準面までの距離を測定すると共に、前記基板支持台に取り付けられた前記環状部材までの距離を連続的に測定し、

前記(D)工程は、前記(C)工程での前記基準面までの距離の測定結果及び前記環状部材までの連続体な測定結果に基づいて、前記横切る方向にかかると、前記環状部材の高さのプロファイルを推定する、前記(1)～(11)のいずれか1に記載のプラズマ処理システム。

(13) プラズマ処理システムにおいて環状部材の高さを推定する方法であって、

前記プラズマ処理システムは、

プラズマ処理装置と、前記プラズマ処理装置に接続され、基板を搬送する搬送ロボットを有する減圧搬送装置と、を備え、

前記プラズマ処理装置は、

減圧可能に構成された処理容器と、

前記処理容器内に設けられ、基板載置面と、前記基板載置面に基板を静電吸着する静電チャックと、を有し、前記基板載置面を囲むように前記環状部材が取り付けられる基板支持台と、

前記基板載置面に対して基板を昇降させる昇降機構と、を有し、  
前記搬送ロボットは、

搬送する基板を保持可能に構成された保持部と、

前記保持部に設けられ、当該保持部からの距離を測定する距離センサと、  
を有し、

(A) 前記環状部材の高さの基準となる基準面を有する治具基板を、前記搬送ロボットにより前記処理容器内に搬入し、前記昇降機構により前記基板支持台に載置する工程と、

(B) 前記処理容器内にガスを供給した状態で電圧を前記静電チャックに印加し、前記治具基板を前記基板載置面にプラズマレスで吸着する工程と、

(C) 前記基板支持台の上方に前記搬送ロボットの前記保持部を位置させ、前記距離センサにより、前記基板載置面に載置された前記治具基板の前記基準面までの距離と、前記基板支持台に取り付けられた前記環状部材までの距離とを測定する工程と、

(D) 前記基準面までの距離及び前記環状部材までの距離の測定結果に基づいて、前記環状部材の高さを推定する工程と、を含む、環状部材の高さの推定方法。

## 符号の説明

- [0152] 1 プラズマ処理システム
- 50 トランスファモジュール
- 60 処理モジュール
- 70 搬送ロボット
- 72 フォーク

73、73a、73b 距離センサ  
80 制御装置  
100 チャンバ  
101 ウェハ支持台  
102 上部電極  
104 静電チャック  
104a 静電チャックの中央部の上面（ウェハ載置面）  
107 リフタ  
E エッジリング  
W ウェハ  
Wj、WjA 治具ウェハ

## 請求の範囲

[請求項1]

プラズマ処理システムであって、  
プラズマ処理装置と、前記プラズマ処理装置に接続され、基板を搬送する搬送ロボットを有する減圧搬送装置と、制御装置と、を備え、  
前記プラズマ処理装置は、

減圧可能に構成された処理容器と、

前記処理容器内に設けられ、基板載置面と、前記基板載置面に基板を静電吸着する静電チャックと、を有し、前記基板載置面を囲むように環状部材が取り付けられる基板支持台と、

前記基板載置面に対して基板を昇降させる昇降機構と、

前記処理容器内にガスを供給するガス供給部と、を有し、

前記搬送ロボットは、

搬送する基板を保持可能に構成された保持部と、

前記保持部に設けられ、当該保持部からの距離を測定する距離センサと、を有し、

前記制御装置は、

(A) 前記環状部材の高さの基準となる基準面を有する治具基板を、前記搬送ロボットにより前記処理容器内に搬入し、前記昇降機構により前記基板支持台に載置する工程と、

(B) 前記処理容器内に前記ガスを供給した状態で電圧を前記静電チャックに印加し、前記治具基板を前記基板載置面にプラズマレスで吸着する工程と、

(C) 前記基板支持台の上方に前記搬送ロボットの保持部を位置させ、前記距離センサにより、前記基板載置面に載置された前記治具基板の前記基準面までの距離と、前記基板支持台に取り付けられた前記環状部材までの距離とを測定する工程と、

(D) 前記基準面までの距離及び前記環状部材までの距離の測定結果に基づいて、前記環状部材の高さを推定する工程と、を実行する、プ

ラズマ処理システム。

[請求項2]

前記制御装置は、

(E) 前記処理容器内に前記ガスを供給させ、前記基板載置面に載置された前記治具基板をプラズマレスで除電する工程と、

(F) 前記 (E) 工程後、前記昇降機構により前記治具基板を前記基板支持台から離隔させ、前記搬送ロボットにより前記処理容器から搬出する工程と、をさらに実行し、

前記 (E) 工程は、(G) 前記 (B) 工程時とは逆の極性の電圧を前記静電チャックに印加した状態で、前記処理容器内に前記ガスを供給し、前記基板載置面に載置された前記治具基板をプラズマレスで除電する工程を含む、請求項 1 に記載のプラズマ処理システム。

[請求項3]

前記 (E) 工程は、(H) 前記静電チャックに電圧が印加されていない状態で、前記処理容器内に前記ガスを供給し、前記基板載置面に載置された前記治具基板をプラズマレスで除電する工程を含む、請求項 2 に記載のプラズマ処理システム。

[請求項4]

前記 (H) 工程は、前記 (G) 工程後に実行される、請求項 3 に記載のプラズマ処理システム。

[請求項5]

前記ガスは、不活性ガスまたは酸素ガスである、請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理システム。

[請求項6]

前記プラズマ処理装置は、前記基板支持台に対して前記環状部材を昇降させる別の昇降機構をさらに有し、

前記搬送ロボットは、前記環状部材も搬送するように構成され、前記制御装置は、

(I) 前記 (D) 工程で推定された前記環状部材の高さが閾値を下回る場合、前記別の昇降機構により前記環状部材を前記基板支持台から離隔させ、前記搬送ロボットにより前記処理容器から搬出する工程と、

(J) 前記 (I) 工程後、交換用の前記環状部材を、前記搬送ロボッ

トにより前記処理容器内に搬入し、前記別の昇降機構により前記基板支持台上に載置する工程と、をさらに実行する、請求項1～4のいずれか1項に記載のプラズマ処理システム。

[請求項7] 前記環状部材を保管する部材保管部をさらに備え、  
前記部材保管部は、前記減圧搬送装置に接続されている、請求項1に記載のプラズマ処理システム。

[請求項8] 内部を大気圧雰囲気と減圧雰囲気とに切り替えられるように構成されたロードロック装置を介して前記減圧搬送装置に接続され、大気圧雰囲気下で動作し、基板を搬送する搬送機構を有する大気圧搬送装置と、  
前記大気圧搬送装置に接続され、前記環状部材を保管する部材保管部と、をさらに備える、請求項1に記載のプラズマ処理システム。

[請求項9] 前記治具基板は、前記部材保管部に保管されている、請求項7または8に記載のプラズマ処理システム。

[請求項10] 内部を大気圧雰囲気と減圧雰囲気とに切り替えられるように構成されたロードロック装置を介して前記減圧搬送装置に接続され、大気圧雰囲気下で動作する大気部をさらに備え、  
前記治具基板は、

前記大気部に載置された、複数の基板を保管可能に構成された保管容器に保管され、または、

前記保管容器とは別に前記大気部に設けられた基板保管部に保管される、請求項1～4、7、8のいずれか1項に記載のプラズマ処理システム。

[請求項11] 前記環状部材は、前記基板支持台上の基板に隣接するように配置されるエッジリング、または、前記エッジリングの外側面を覆うように配置されるカバーリングである、請求項1～4、7、8のいずれか1項に記載のプラズマ処理システム。

[請求項12] 前記(C)工程は、平面視で前記距離センサが前記環状部材を横切る

ように、前記基板支持台の上方で前記保持部を移動させ、前記距離センサにより、前記基板載置面に載置された前記治具基板の前記基準面までの距離を測定すると共に、前記基板支持台に取り付けられた前記環状部材までの距離を連続的に測定し、

前記（D）工程は、前記（C）工程での前記基準面までの距離の測定結果及び前記環状部材までの連続体な測定結果に基づいて、前記横切る方向にかかる、前記環状部材の高さのプロファイルを推定する、請求項1～4、7、8のいずれか1項に記載のプラズマ処理システム。

[請求項13]

プラズマ処理システムにおいて環状部材の高さを推定する方法であって、

前記プラズマ処理システムは、

プラズマ処理装置と、前記プラズマ処理装置に接続され、基板を搬送する搬送ロボットを有する減圧搬送装置と、を備え、

前記プラズマ処理装置は、

減圧可能に構成された処理容器と、

前記処理容器内に設けられ、基板載置面と、前記基板載置面に基板を静電吸着する静電チャックと、を有し、前記基板載置面を囲むように前記環状部材が取り付けられる基板支持台と、

前記基板載置面に対して基板を昇降させる昇降機構と、を有し、前記搬送ロボットは、

搬送する基板を保持可能に構成された保持部と、

前記保持部に設けられ、当該保持部からの距離を測定する距離センサと、を有し、

（A）前記環状部材の高さの基準となる基準面を有する治具基板を、前記搬送ロボットにより前記処理容器内に搬入し、前記昇降機構により前記基板支持台に載置する工程と、

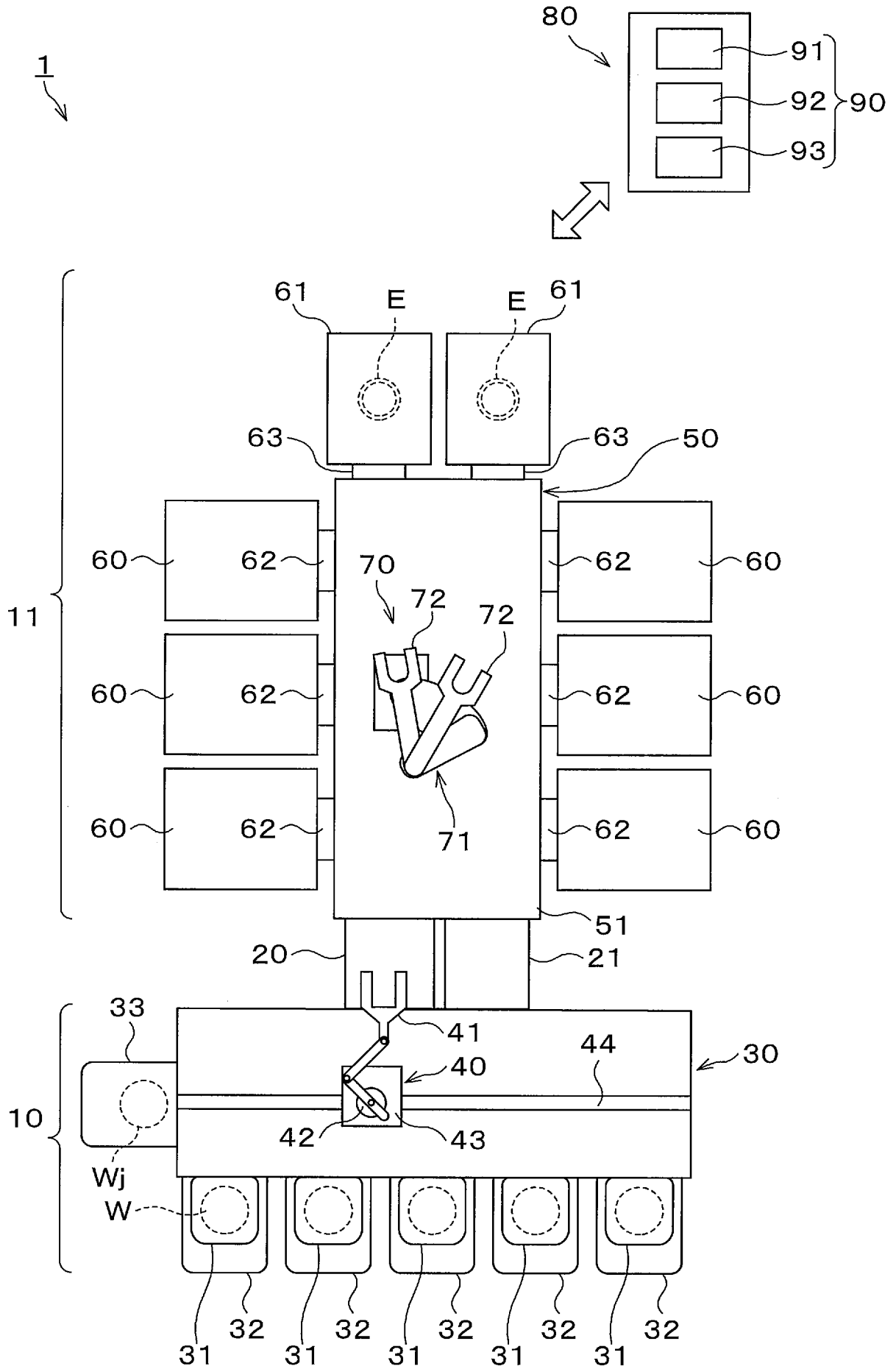
（B）前記処理容器内にガスを供給した状態で電圧を前記静電チャックに印加し、前記治具基板を前記基板載置面にプラズマレスで吸着す

る工程と、

(C) 前記基板支持台の上方に前記搬送ロボットの前記保持部を位置させ、前記距離センサにより、前記基板載置面に載置された前記治具基板の前記基準面までの距離と、前記基板支持台に取り付けられた前記環状部材までの距離とを測定する工程と、

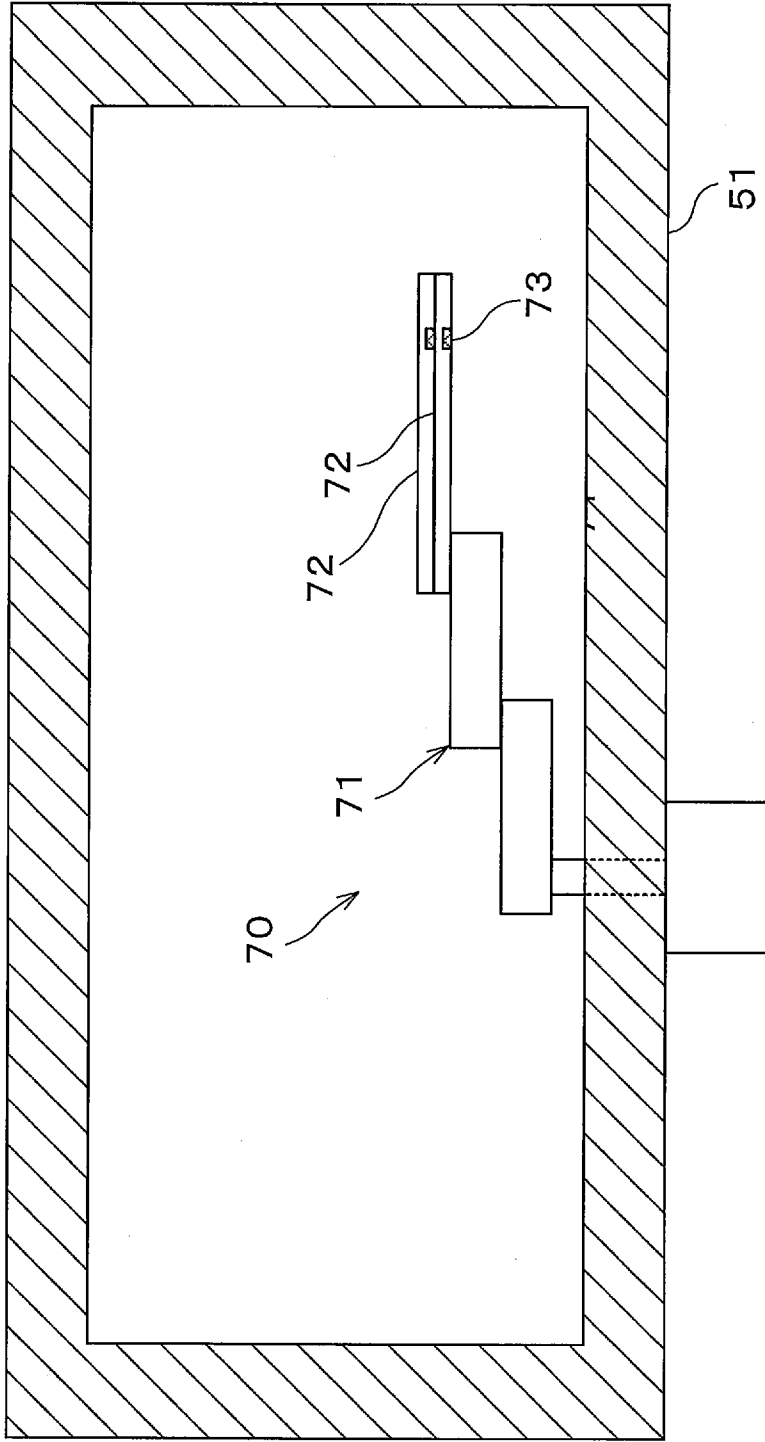
(D) 前記基準面までの距離及び前記環状部材までの距離の測定結果に基づいて、前記環状部材の高さを推定する工程と、を含む、環状部材の高さの推定方法。

[図1]

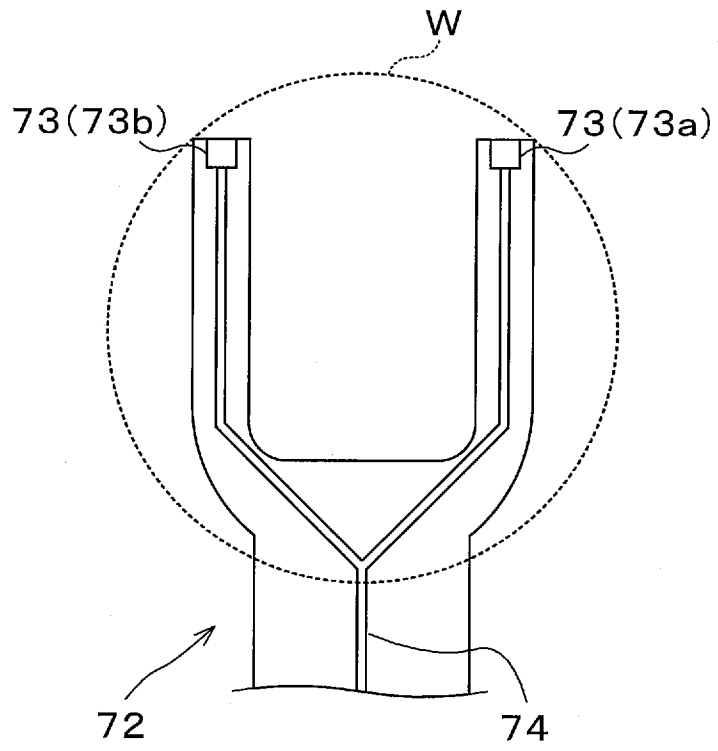


[図2]

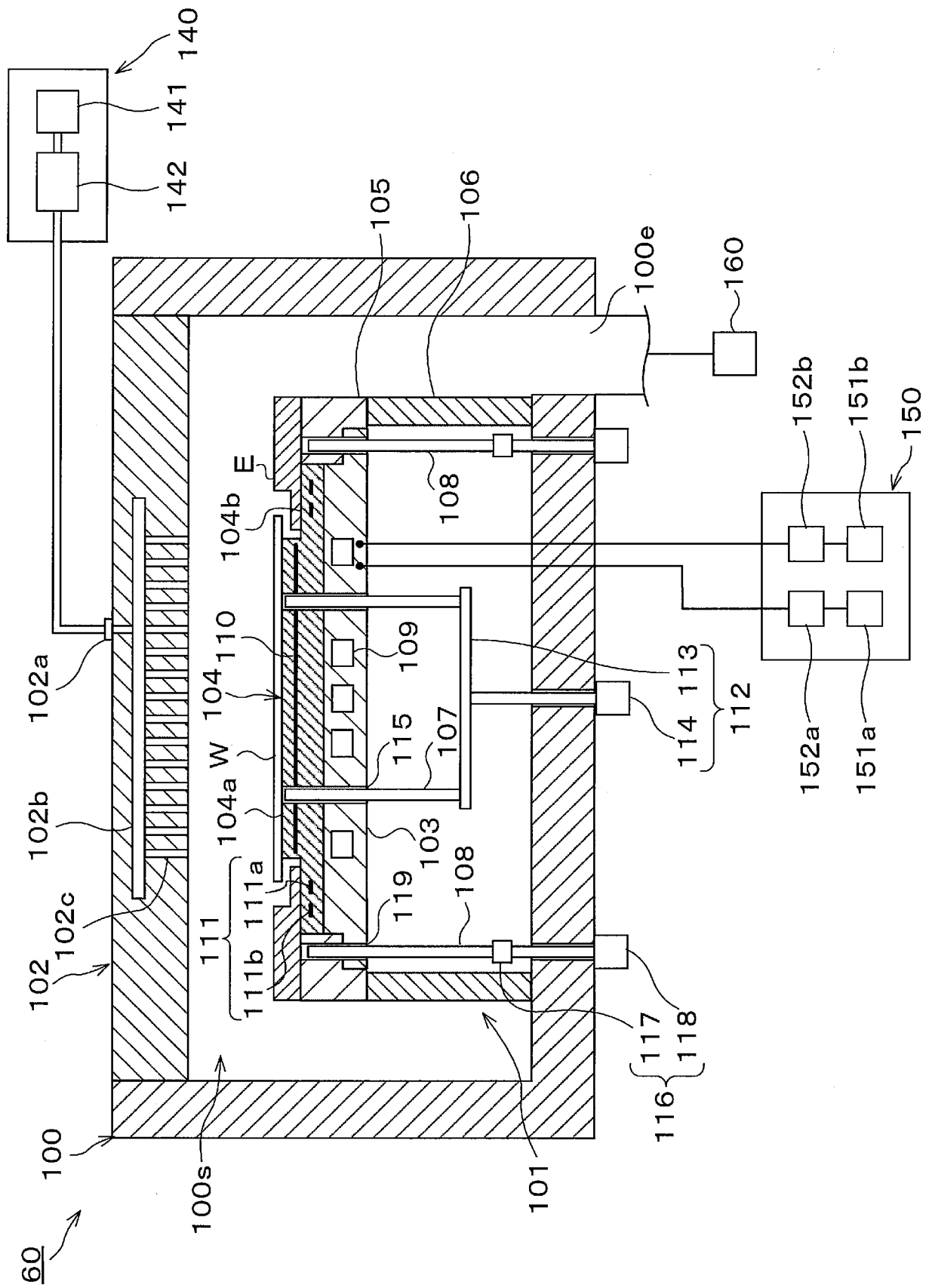
50 ↗



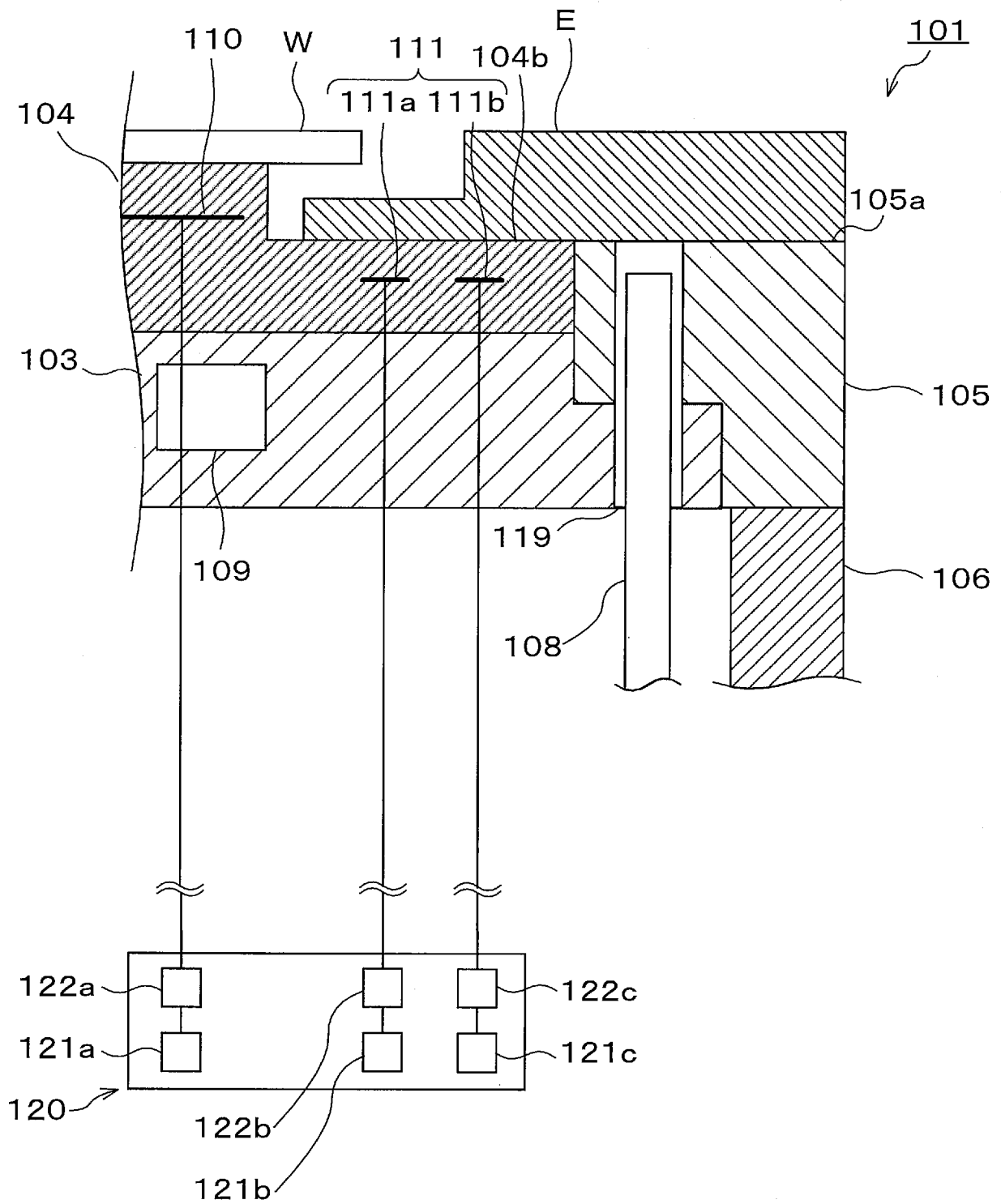
[図3]



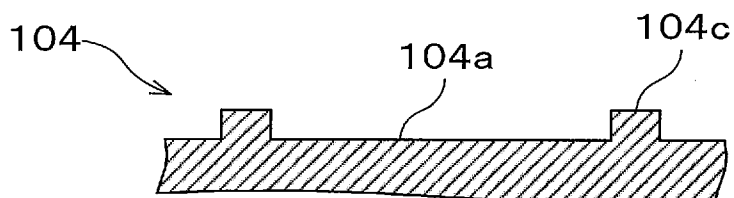
[図4]



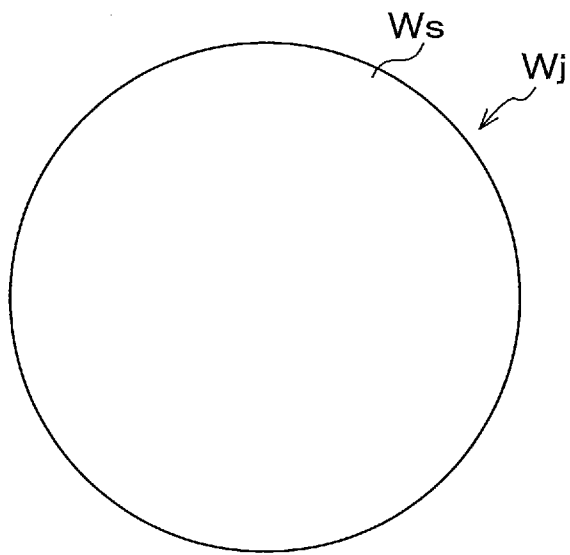
[図5]



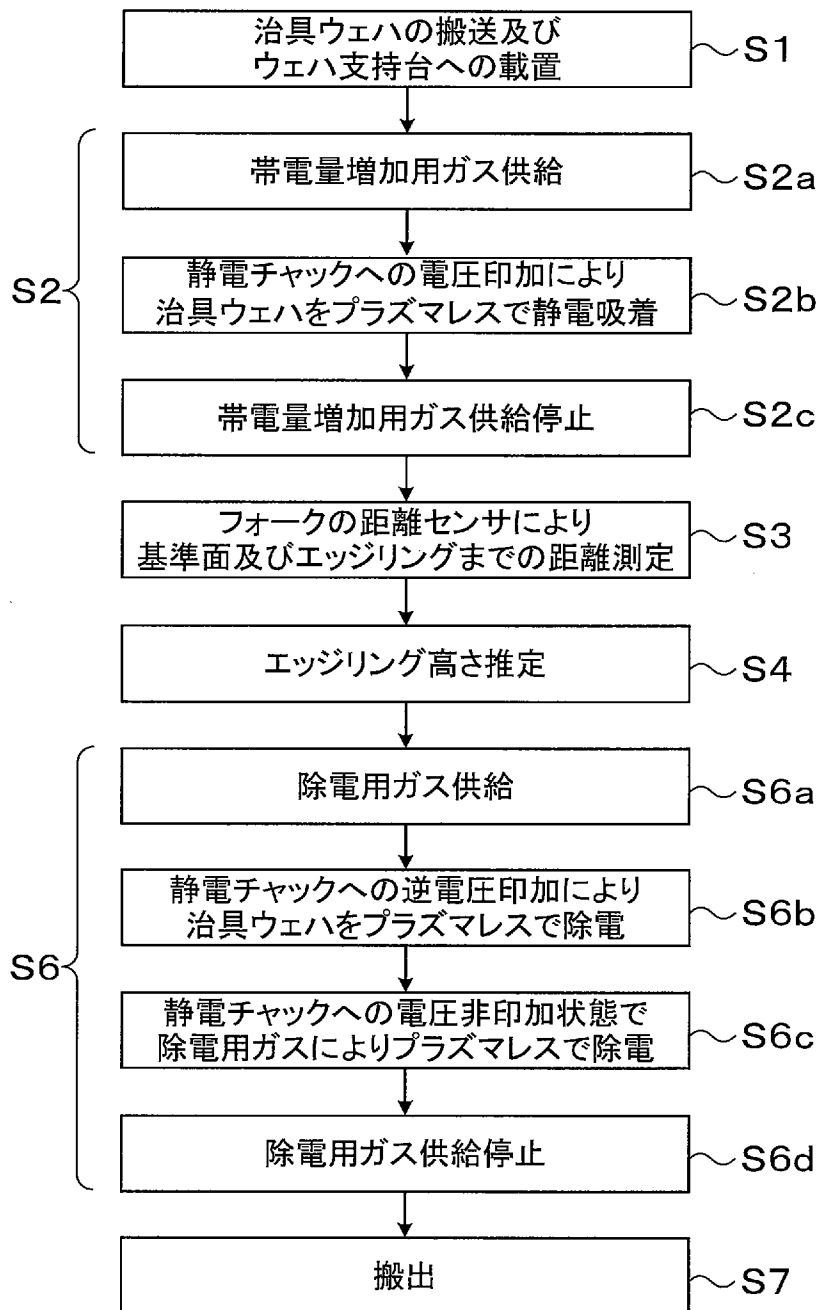
[図6]



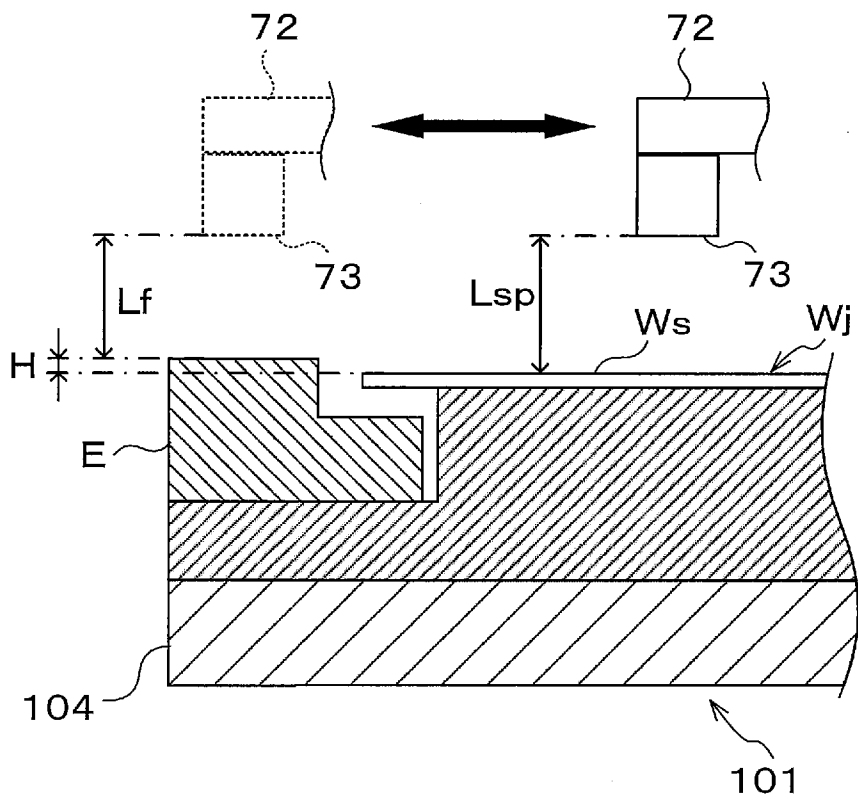
[図7]



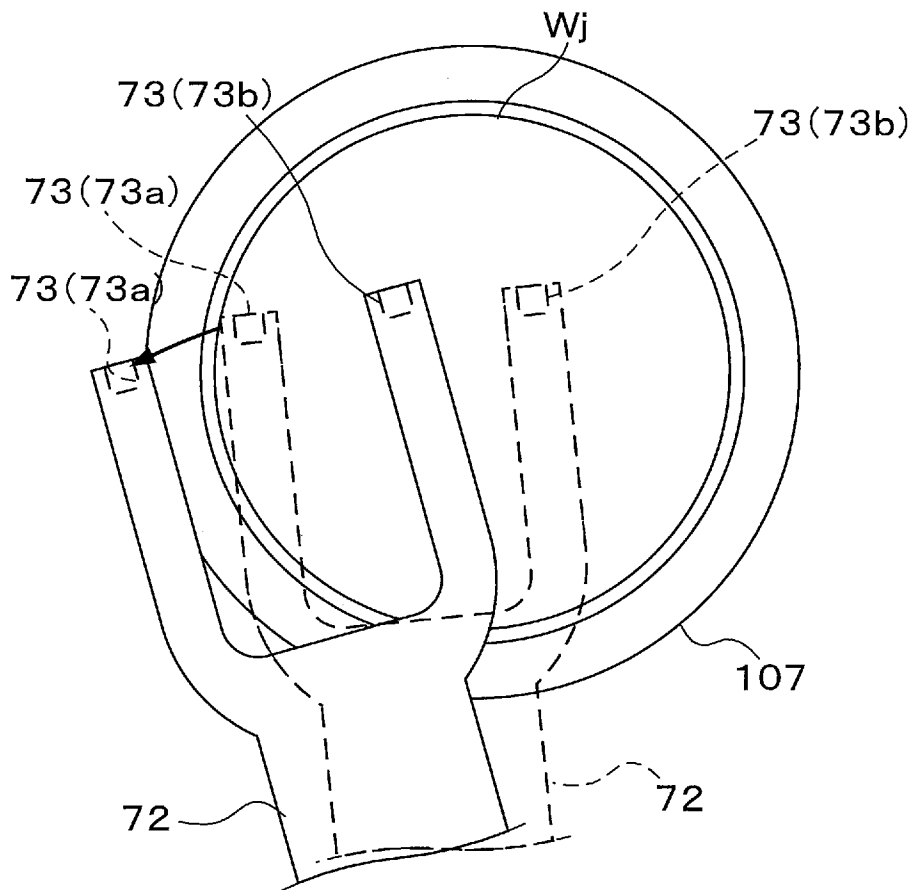
[図8]



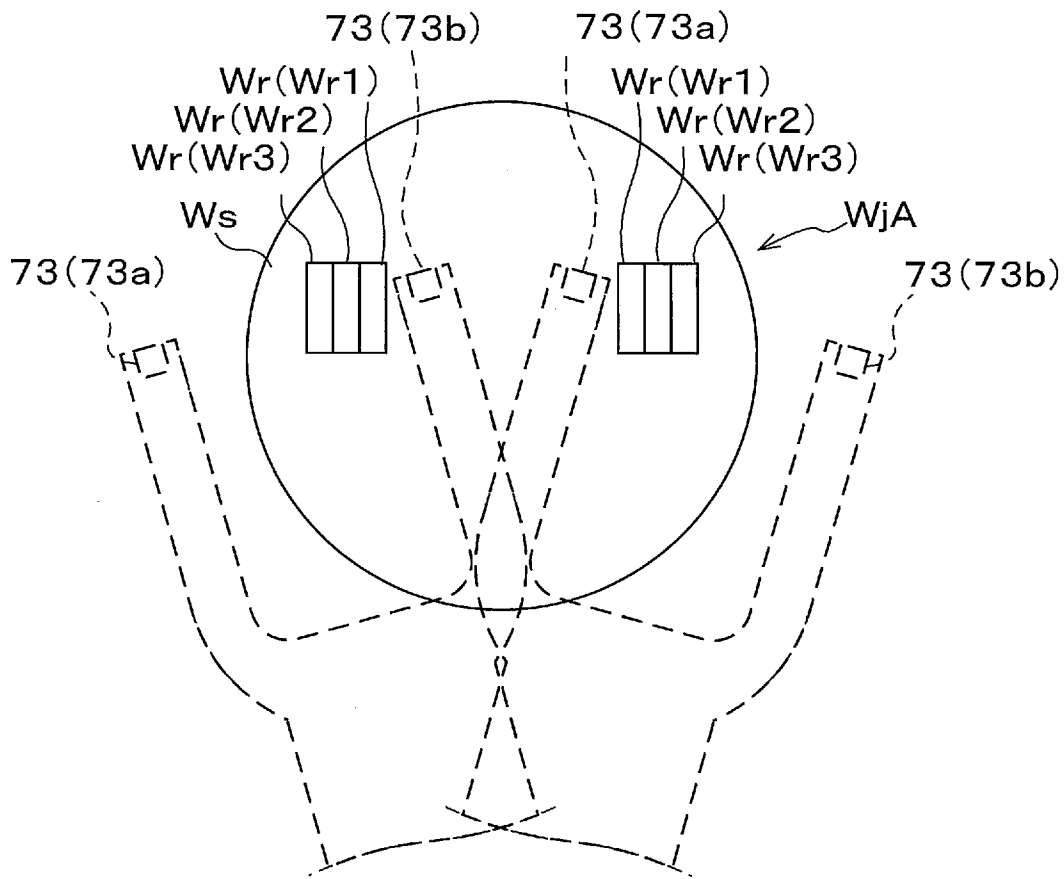
[図9]



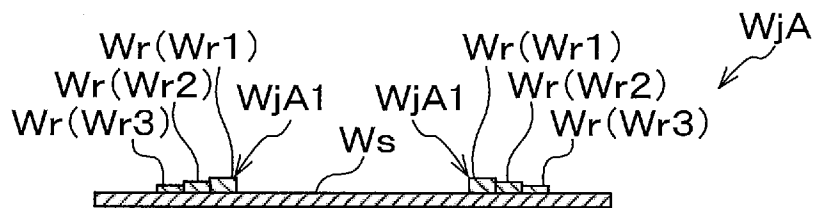
[図10]



[図11]



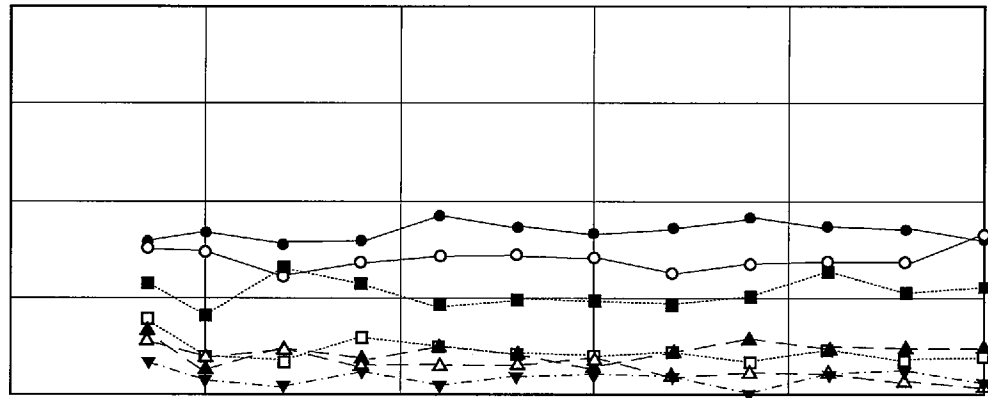
[図12]



[図13]

推定高さの最大値と最小値との差  
(mm)

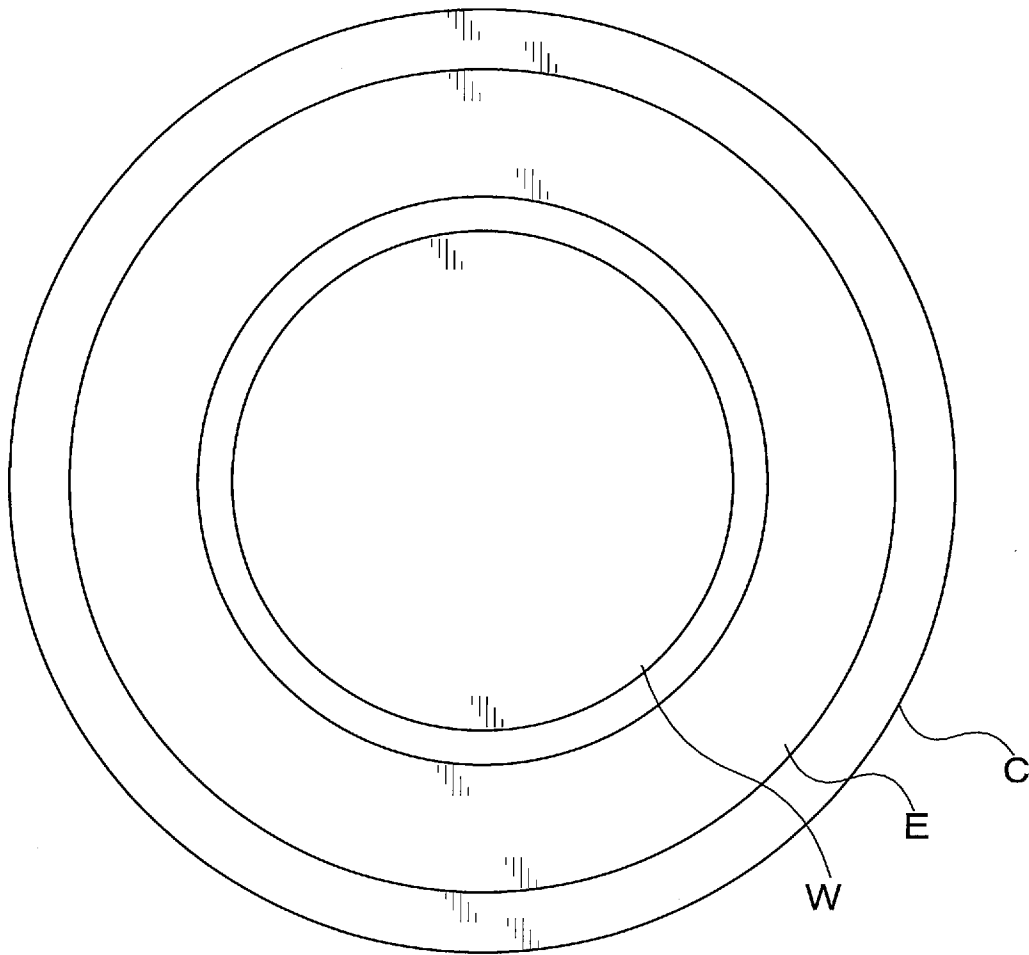
目標値



エッジリングの径方向位置  
(mm)

- Z1                      ● Z4                      △ Z7
- ▲ Z2                      □ Z5
- Z3                      ▼ Z6

[図14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/009524

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01L 21/677</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/3065</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/683</i> (2006.01)i FI: H01L21/68 A; H01L21/68 R; H01L21/302 101G		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L21/677; H01L21/3065; 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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.
A	JP 2022-174626 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 24 November 2022 (2022-11-24) claim 1, paragraphs [0014]-[0112], fig. 1-13	1-13
A	JP 2018-179728 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 15 November 2018 (2018-11-15) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2022-069274 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 11 May 2022 (2022-05-11) entire text, all drawings	1-13
A	WO 2022/172827 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 18 August 2022 (2022-08-18) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2007-073568 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 22 March 2007 (2007-03-22) entire text, all drawings	1-13
A	JP 06-177081 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 24 June 1994 (1994-06-24) entire text, all drawings	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>17 May 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>28 May 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

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

International application No.

**PCT/JP2024/009524**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-174626	A	24 November 2022	US 2022/0365187 A1 claim 1, paragraphs [0030]- [0134], fig. 1-13	
				TW 202245108 A	
				CN 115332144 A	
				KR 10-2022-0153503 A	
JP	2018-179728	A	15 November 2018	US 2018/0301322 A1 entire text, all drawings	
				TW 201842301 A	
				KR 10-2018-0115222 A	
JP	2022-069274	A	11 May 2022	US 2022/0130651 A1 entire text, all drawings	
				TW 202234560 A	
				CN 114496695 A	
				KR 10-2022-0054535 A	
WO	2022/172827	A1	18 August 2022	US 2023/0215753 A1 entire text, all drawings	
				TW 202236421 A	
				CN 116057676 A	
				KR 10-2023-0044020 A	
JP	2007-073568	A	22 March 2007	(Family: none)	
JP	06-177081	A	24 June 1994	US 5460684 A entire text, all drawings	
				KR 10-1994-0016390 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/677(2006.01)i; H01L 21/3065(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i FI: H01L21/68 A; H01L21/68 R; H01L21/302 101G		
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）） H01L21/677; H01L21/3065; 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		
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 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 請求項の番号
A	JP 2022-174626 A（東京エレクトロン株式会社）24.11.2022（2022 - 11 - 24） 請求項1, 段落[0014]-[0112], 図1-13	1-13
A	JP 2018-179728 A（東京エレクトロン株式会社）15.11.2018（2018 - 11 - 15） 全文, 全図	1-13
A	JP 2022-069274 A（東京エレクトロン株式会社）11.05.2022（2022 - 05 - 11） 全文, 全図	1-13
A	WO 2022/172827 A1（東京エレクトロン株式会社）18.08.2022（2022 - 08 - 18） 全文, 全図	1-13
A	JP 2007-073568 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）22.03.2007（2007 - 03 - 22） 全文, 全図	1-13
A	JP 06-177081 A（東京エレクトロン株式会社）24.06.1994（1994 - 06 - 24） 全文, 全図	1-13
<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 “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 17.05.2024	国際調査報告の発送日 28.05.2024	
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） 宮久保 博幸 50 3136 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/JP2024/009524

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2022-174626 A	24.11.2022	US 2022/0365187 A1 請求項1, 段落[0030]- [0134], 図1-13 TW 202245108 A CN 115332144 A KR 10-2022-0153503 A	
JP 2018-179728 A	15.11.2018	US 2018/0301322 A1 全文, 全図 TW 201842301 A KR 10-2018-0115222 A	
JP 2022-069274 A	11.05.2022	US 2022/0130651 A1 全文, 全図 TW 202234560 A CN 114496695 A KR 10-2022-0054535 A	
WO 2022/172827 A1	18.08.2022	US 2023/0215753 A1 全文, 全図 TW 202236421 A CN 116057676 A KR 10-2023-0044020 A	
JP 2007-073568 A	22.03.2007	(ファミリーなし)	
JP 06-177081 A	24.06.1994	US 5460684 A 全文, 全図 KR 10-1994-0016390 A	