

明 細 書

発明の名称：

基板処理システム及び搬送ロボットのティーチング方法

技術分野

[0001] 本開示の例示的实施形態は、基板処理システム及び搬送ロボットのティーチング方法に関するものである。

背景技術

[0002] 基板にプラズマ処理等の各種処理を施すことが可能な基板処理システムが知られている。基板処理システムは、プロセスモジュール及び搬送モジュールを備える。プロセスモジュールは、チャンバ及び基板支持部を有する。基板支持部は、チャンバ内に設けられており、その上に配置される基板を支持する。下記の特許文献1は、カメラを用いて基板支持部上に配置された基板の位置を調整する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2022-520038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、基板の位置のずれを低減する技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 一つの例示的实施形態において、基板処理システムが提供される。基板処理システムは、チャンバ、基板支持部、搬送モジュール、制御部、及び位置検出器を備える。チャンバは、内部に処理空間を提供する。基板支持部は、処理空間内に配置されている。搬送モジュールは、エンドエフェクタを有する。エンドエフェクタは、基板を支持するように構成されている。搬送モジュールは、処理空間に基板を搬送するように構成された搬送ロボットを含む

。制御部は、基板支持部及び搬送モジュールを制御するように構成されている。基板支持部は、基板支持面、リング支持面、複数のリフトピン、及び駆動部を有する。基板支持面は、基板を支持するように構成されている。リング支持面は、基板支持面を囲むように延在し、リング部材を支持するように構成されている。複数のリフトピンは、リング支持面から上方に突き出し可能に構成されている。駆動部は、複数のリフトピンを上下に移動させるように構成されている。リング部材は、複数のリフトピンにそれぞれ対応する複数の凹部を提供する。位置検出器は、リング支持面上に配置されたリング部材の位置を検出するように構成されている。制御部は、（a）、（b）、（c）、及び（d）を実行するように構成されている。（a）は、リング支持面上に配置されたリング部材を複数のリフトピンによりリング支持面から持ち上げることで、複数の凹部に複数のリフトピンの先端がそれぞれ位置するようリング部材を自動的に案内させるために、複数のリフトピンを上方に移動させるよう駆動部を制御する工程を含む。（b）は、（a）の後にリフトピンによって持ち上げられたリング部材をリング支持面に降ろすために、複数のリフトピンを下方に移動させるよう駆動部を制御する工程を含む。（c）は、（b）の後に、リング支持面上に配置されたリング部材の位置を位置検出器によって検出する工程を含む。（d）は、（c）の後に、位置検出器によって検出されたリング部材の位置に基づいてエンドエフェクタ上に支持された基板を基板支持面に搬送するよう搬送モジュールを制御する工程を含む。

発明の効果

[0006] 一つの例示的实施形態によれば、基板が載置される位置のずれが低減される。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]一つの例示的实施形態に係る基板処理システムを示す図である。

[図2]一つの例示的实施形態に係るエンドエフェクタを示す図である。

[図3]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。

[図4]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

。

[図5]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の基板支持部の部分拡大断面図である。

[図6]一つの例示的实施形態に係るリング部材の構成を概略的に示す図である。

。

[図7]図7の(a)は、一つの例示的实施形態に係る一つの凹部の径方向と直交する拡大断面図である。図7の(b)は、一つの例示的实施形態に係る一つの凹部の周方向と直交する拡大断面図である。

[図8]図8の(a)は、別の例示的实施形態に係る一つの凹部の径方向と直交する拡大断面図である。図8の(b)は、別の例示的实施形態に係る一つの凹部の周方向と直交する拡大断面図である。

[図9]図9の(a)は、更に別の例示的实施形態に係る一つの凹部の径方向と直交する拡大断面図である。図9の(b)は、更に別の例示的实施形態に係る一つの凹部の周方向と直交する拡大断面図である。

[図10]図10の(a)は、更に別の例示的实施形態に係る一つの凹部の径方向と直交する拡大断面図である。図10の(b)は、更に別の例示的实施形態に係る一つの凹部の周方向と直交する拡大断面図である。

[図11]一つの例示的实施形態に係る搬送ロボットのティーチング方法の流れ図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照して種々の例示的实施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附することとする。

[0009] 図1は、一つの例示的实施形態に係る基板処理システムを示す図である。図1に示すように、基板処理システムPSは、搬送モジュールVTM、位置検出器PD、制御部MC、及び複数のプロセスモジュールPM1～PM6を備える。一実施形態において、基板処理システムPSは、ローダモジュール

LM、及び少なくとも一つのロードロックモジュールを更に備えてもよい。基板処理システムPSは、少なくとも一つのロードロックモジュールとして、二つのロードロックモジュールLL1、LL2を備えている。基板処理システムPSは、少なくとも一つのロードポート、基板検査モジュールCM、アライナAN、及びストレージSRを更に備えてもよい。基板処理システムPSは、少なくとも一つのロードポートとして、四つのロードポートLP1～LP4を備えている。

[0010] ロードモジュールLMは、大気搬送モジュールの一例である。一実施形態において、ロードモジュールLMは、搬送チャンバACHを含んでいる。搬送チャンバACHは、別の搬送チャンバの一例である。ロードモジュールLMの搬送チャンバACH内の圧力は、大気圧に設定され得る。ロードモジュールLMは、FFU (Fan Filter Unit) を有していてもよい。ロードモジュールLMは、例えばEFEM (Equipment Front End Module) である。ロードモジュールLMは、ロードポートLP1～LP4の各々とロードロックモジュールLL1、LL2の各々との間に配置されている。ロードポートLP1～LP4は、ロードモジュールLMの長手方向に沿った一対の縁部のうち一方に沿って配列されている。ロードロックモジュールLL1、LL2は、ロードモジュールLMの長手方向に沿った一対の縁部のうち他方に沿って配列されている。ロードポートLP1～LP4の各々は、その上に載置されるカセットCSTを支持するように構成されている。カセットCSTは、その中に複数の基板Wを収容する容器である。カセットCSTは、例えばFOUP (Front-Opening Unified Pod) である。

[0011] 一実施形態において、ロードモジュールLMは、搬送ロボットTR3を含んでいる。搬送ロボットTR3は、別の搬送ロボットの一例である。搬送ロボットTR3は、ロードモジュールLMの搬送チャンバACHの中に設けられている。搬送ロボットTR3は、多関節アームAR31及びエンドエフェクタFK31を含んでいてもよい。エンドエフェクタFK31は、多関節ア

ームAR31の先端に取り付けられている。エンドエフェクタFK31は、基板Wを支持するように構成されている。搬送ロボットTR3は、搬送チャンバACHを介して基板Wを搬送するように構成されている。例えば、搬送ロボットTR3は、後述する制御部MCが出力する動作指示に基づいて基板Wを搬送する。搬送ロボットTR3は、基板Wを、ロードポートLP1～LP4のうち少なくとも一つの上に載置されるカセットCST、ロードロックモジュールLL1、LL2、アライナAN、及びストレージSRのうち何れか二つの間で基板Wを搬送する。

[0012] アライナANは、ロードモジュールLMの短手方向に沿った一对の縁部のうち一方に沿って配置されている。アライナANは、ロードモジュールLMの長手方向に沿った縁部に沿って配置されていてもよい。また、アライナANは、ロードモジュールLMの搬送チャンバACHの中に配置されていてもよい。アライナANは、ステージ、光学センサ等を有する。アライナANのステージは、回転可能であり、その上に載置される基板Wを支持する。アライナANは、ステージ上での基板Wのマーカー（例えばノッチ）の角度位置及びステージ上での基板Wの中心位置を、光学センサを用いて検出する。制御部MCは、基板Wの角度位置のずれ量を補正するように、ステージ上での基板Wのマーカー（例えばノッチ）の角度位置を基準角度位置に補正するよう、アライナANのステージの回転を制御する。また、制御部MCは、エンドエフェクタFK31の所定位置上に基板Wの中心を位置させるために、アライナANから基板WをエンドエフェクタFK31上に受け取る際のエンドエフェクタFK31の位置を制御する。

[0013] ストレージSRは、ロードモジュールLMの長手方向に沿った縁部に沿って配置されている。ストレージSRは、ロードモジュールLMの短手方向に沿った縁部に沿って配置されていてもよい。また、ストレージSRは、ロードモジュールLMの内部に設けられていてもよい。ストレージSRは、基板Wをその中に収容するように構成されている。

[0014] 基板検査モジュールCMは、ロードモジュールLM又は搬送モジュールV

T Mの内部に設けられていてもよい。基板検査モジュールC Mは、ロードポートL P 1～L P 4の下方において、ローダモジュールL Mに接続されていてもよい。基板検査モジュールC Mは、上記の場所に限定されず、任意の場所に設置され得る。基板検査モジュールC Mは、基板Wの画像を取得するように構成されている。

[0015] 一実施形態において、ロードロックモジュールL L 1, L L 2は、ローダモジュールL Mに接続される。ロードロックモジュールL L 1, L L 2の各々とローダモジュールL Mは、ゲートバルブG 3を介して接続されていてもよい。図1に示す例では、ロードロックモジュールL L 1, L L 2の各々と搬送モジュールV T Mは、ゲートバルブG 2を介して接続されている。ロードロックモジュールL L 1, L L 2の各々は、搬送モジュールV T MとローダモジュールL Mとの間に配置されていてもよい。ロードロックモジュールL L 1, L L 2の各々は、予備減圧室を提供している。

[0016] 搬送モジュールV T Mは、少なくとも一つの搬送チャンバ及び少なくとも一つの搬送ロボットを有している。図1に示す例では、搬送モジュールV T Mは、少なくとも一つの搬送チャンバ及び少なくとも一つの搬送ロボットとして、搬送チャンバV C H及び搬送ロボットT Rを有している。搬送チャンバV C Hは、減圧可能に構成される。搬送ロボットT Rは、搬送チャンバV C Hを介して基板Wを搬送するように構成されている。

[0017] 複数のプロセスモジュールP M 1～P M 6は、各々が、チャンバ1 0及び基板支持部1 1を有している（図3参照）。チャンバ1 0は、内部に処理空間を提供する。チャンバ1 0は、搬送モジュールV T Mに接続されている。図1に示す例では、搬送モジュールV T Mには、プロセスモジュールP M 1～P M 6がゲートバルブG 1を介して接続されている。搬送ロボットT Rは、処理空間1 0 sに基板Wを搬送するように構成されている。

[0018] 搬送ロボットT Rは、多関節アームA R 1 1, A R 1 2及びエンドエフェクタF K 1 1, F K 1 2を含んでいてもよい。エンドエフェクタF K 1 1は、多関節アームA R 1 1の先端に取り付けられており、基板Wを支持するよう

に構成されている。エンドエフェクタ F K 1 2 は、多関節アーム A R 1 2 の先端に取り付けられており、その上に載置される基板 W を支持するように構成されている。例えば、搬送ロボット T R は、後述する制御部 M C が出力する動作指示に基づいて基板 W を搬送する。搬送ロボット T R は、エンドエフェクタ F K 1 1, F K 1 2 によって基板 W を支持する。搬送ロボット T R は、ロードロックモジュール L L 1, L L 2、及びプロセスモジュール P M 1 ~ P M 6 とのパスの間で、基板 W を搬送するように構成されている。一実施形態において、リング部材 R は、エッジリング E R (フォーカスリング) 又はカバーリング C R である。エッジリング E R は、基板支持部 1 1 上で基板 W を囲むように用いられる。カバーリング C R は、エッジリング E R を囲むように用いられる。エッジリング E R 及びカバーリング C R の詳細については、後述する。

[0019] 一実施形態において、プロセスモジュール P M 1 ~ P M 6 の各々は、基板 W に対して専用の処理を行うように構成されている。プロセスモジュール P M 1 ~ P M 6 のうち少なくとも一つは、後述するプラズマ処理装置 1 のような基板処理装置である。

[0020] 制御部 M C は、基板処理システム P S の各部を制御するように構成されている。制御部 M C は、プロセッサ、記憶装置、入力装置、表示装置等を備えるコンピュータであり得る。制御部 M C は、記憶装置に記憶されている制御プログラムを実行し、当該記憶装置に記憶されているレシピデータに基づいて基板処理システム P S の各部を制御する。後述する種々の例示的实施形態に係る搬送方法は、制御部 M C による基板処理システム P S の各部の制御により、基板処理システム P S において実行される。制御部 M C は、搬送モジュール V T M 及び基板支持部 1 1 を制御するように構成されている。制御部 M C は、位置検出器 P D と接続されていてもよい。

[0021] 図 2 は、一つの例示的实施形態に係るエンドエフェクタを示す図である。エンドエフェクタは、搬送用フォーク又は搬送用ピックとも称される。図 2 は、一例として、エンドエフェクタ F K 1 1 の構成を示しているが、エンド

エフェクタF K 1 2の構成であってもよい。エンドエフェクタF K 1 1は、基板Wが支持される方向から見て、馬蹄鉄形状を有する。一実施形態において、エンドエフェクタF K 1 1は、本体部F K M及び一对の先端部F K Bを含む。一对の先端部F K Bは、本体部F K Mから突出している。一对の先端部F K Bの間には空隙が画成される。基板Wは、その中心軸線が該空隙を通過するようにエンドエフェクタF K 1 1上に支持される。

[0022] 一実施形態において、位置検出器P Dは、一对の距離センサF S 1, F S 2を含む。一对の距離センサF S 1, F S 2は、搬送モジュールV T M及び／又は制御部M Cに接続されていてもよい。一例において、距離センサF S 1, F S 2は、光ファイバ変位センサである。一実施形態において、一对の距離センサF S 1, F S 2は、一对の先端部F K Bにそれぞれ配置される。一对の先端部F K Bには、一对の距離センサF S 1, F S 2の各々の先端F S aが位置する。

[0023] 距離センサF S 1, F S 2の各々は、その先端F S aと対象物との間の距離を測定する。距離センサF S 1, F S 2の各々は、その先端F S aを介して、測定光を対象物に出射し、反射光を受光する。距離センサF S 1, F S 2に接続されたユニットコントローラ（図示せず）が、先端F S aから対象物までの距離を測定する。該ユニットコントローラは、搬送モジュールV T M又は制御部M Cの一部であってもよい。距離センサF S 1, F S 2の先端F S aは、エンドエフェクタF K 1 1の下方に向かって、測定光を照射するように配置されている。一例において、エンドエフェクタF K 1 1を水平方向に移動させているときに距離センサF S 1, F S 2の先端F S aと対象物との間の距離が近接した場合には、位置検出器P Dは、対象物の水平方向での位置を検出する。対象物の位置として、距離センサF S 1, F S 2の各々の先端F S aと対象物との間の距離が近接したときの距離センサF S 1, F S 2の各々の先端F S aの搬送モジュールV T Mにおける座標が取得されてもよい。

[0024] 以下、図3及び図4を参照する。図3に示すプラズマ処理システムは、基

板処理システムPSの一部として採用され得る。図4に示すプラズマ処理装置の一例は、プロセスモジュールPM1～12のうち少なくとも一つのプロセスモジュールとして採用される。

[0025] 図3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。

[0026] 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。

[0027] 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2a2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2a2に格納され、処理部2a1によって記憶部2a2から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ2a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2a3に接続されている通信回線であってもよい。処理部2a1は、CPU (Central Processing Unit) であってもよい。記憶部2a2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2a3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。制御部2は、制御部MCを兼ねていてもよい。

[0028] 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4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。

- [0029] 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 10、ガス供給部 20、電源 30 及び排気システム 40 を含む。また、プラズマ処理装置 1 は、基板支持部 11 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 10 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 13 を含む。基板支持部 11 は、プラズマ処理チャンバ 10 内に配置される。シャワーヘッド 13 は、基板支持部 11 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 13 は、プラズマ処理チャンバ 10 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 10 は、シャワーヘッド 13、プラズマ処理チャンバ 10 の側壁 10a 及び基板支持部 11 により規定されたプラズマ処理空間 10s を有する。プラズマ処理チャンバ 10 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。
- [0030] 基板支持部 11 は、本体部 5 を含む。一実施形態において、基板支持部は、リング部材 R を含んでいてもよい。本体部 5 は、基板 W を支持するための中央領域 5a と、リング部材 R を支持するための環状領域 5b とを有する。ウェハは基板 W の一例である。本体部 5 の環状領域 5b は、平面視で本体部 5 の中央領域 5a を囲んでいる。基板 W は、本体部 5 の中央領域 5a 上に配置され、リング部材 R は、本体部 5 の中央領域 5a 上の基板 W を囲むように本体部 5 の環状領域 5b 上に配置される。従って、中央領域 5a 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 5b は、リング部材 R を支持するためのリング支持面とも呼ばれる。
- [0031] 一実施形態において、本体部 5 は、基台 50 及び静電チャック 51 を含む。基台 50 は、導電性部材を含む。基台 50 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 51 は、基台 50 の上に配置される。静電チャック 51 は、セラミック部材 51a とセラミック部材 51a 内に配置される静電電極 51b とを含む。セラミック部材 51a は、中央領域 5a を有する。一実施形態において、セラミック部材 51a は、環状領域 5b 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51を囲む他の部材が環状領域5bを有してもよい。この場合、リング部材R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51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51a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50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51b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。

[0032] リング部材R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ERと少なくとも1つのカバーリングCRとを含む。エッジリングERは、導電性材料又は絶縁材料で形成され、カバーリングCRは、絶縁材料で形成される。

[0033] また、基板支持部11は、静電チャック51、リング部材R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50a、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路50a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50aが基台50内に形成され、1又は複数のヒータが静電チャック51のセラミック部材51a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5a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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 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~60MHz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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 以下、図5を参照する。図5は、一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の基板支持部の部分拡大断面図である。基板支持部11は、基板支持面51c及びリング支持面51dを含んでいる。基板支持面51cは、基板Wを支持するように構成されている。基板支持面51cは、略円形の面である。リング支持面51dは、リング部材Rを支持するように構成されている。リング支持面51dは、基板支持面51cの外側で、基板支持面51cの周りで延びる環状の面である。一実施形態において、リング支持面51dは、基板支持面51cよりも低く位置する。基板支持面51cとリング支持面51dとの間には段差が形成される。一実施形態において、基板支持面51cのエッジの位置は、位置検出器PDによって検出されてもよい。

[0043] 静電チャック51は、基板支持面51c及びリング支持面51dを含んでいる。静電チャック51は、基板支持面51c上の基板W及びリング支持面

5 1 d 上のエッジリング E R をそれぞれ静電吸着して保持するように構成されている。エッジリング E R は、リング部材 R の一例である。エッジリング E R は、環形状を有する。基板 W は、エッジリング E R によって囲まれた領域内に配置される。エッジリング E R は、例えば、シリコン、炭化ケイ素のような導電性材料から形成される。エッジリング E R は、石英のような絶縁材料から形成されていてもよい。エッジリング E R の位置は、位置検出器 P D によって検出される。

[0044] 静電チャック 5 1 は、誘電体部 5 1 e、第 1 チャック電極 5 1 f、及び第 2 チャック電極 5 1 g を有する。誘電体部 5 1 e は、酸化アルミニウムのようなセラミックから形成されている。誘電体部 5 1 e は、略円盤形状を有しており、基板支持面 5 1 c 及びリング支持面 5 1 d を提供している。

[0045] 第 1 チャック電極 5 1 f 及び第 2 チャック電極 5 1 g は、誘電体部 5 1 e の中、且つ、基板支持面 5 1 c の下方に配置されている。第 1 チャック電極 5 1 f に電圧が印加されると、静電チャック 5 1 は、静電引力を発生して、基板 W を基板支持面 5 1 c に引き付けて保持する。第 2 チャック電極 5 1 g は、誘電体部 5 1 e の中、且つ、リング支持面 5 1 d の下方に配置されている。第 2 チャック電極 5 1 g に電圧が印加されると、静電チャック 5 1 は、静電引力を発生して、エッジリング E R をリング支持面 5 1 d に引き付けて保持する。なお、図示された例では、静電チャック 5 1 は、基板 W を保持する単極型静電チャックと、エッジリング E R を保持する双極型静電チャックを含んでいる。ただし、単極型静電チャックに代えて双極型静電チャックを用いてもよく、双極型静電チャックに代えて単極型静電チャックを用いてもよい。

[0046] エッジリング E R の外側には、エッジリング E R を囲むように、カバーリング C R が配置される。カバーリング C R は、リング部材 R の一例である。カバーリング C R は、環形状を有する。カバーリング C R は、絶縁体 2 7 の上面を覆っている。カバーリング C R は、例えば石英等の絶縁材料から形成される。カバーリング C R は、シリコン、炭化ケイ素のような導電性材料か

ら形成されていてもよい。エッジリングE Rの外周部は、その上方から見た場合に、カバーリングC Rの内周部と重なるように配置されている。また、カバーリングC Rの外周部は、エッジリングE Rの外周部の外側に配置されており、エッジリングE Rの外周部を囲んでいる。

[0047] 基板支持部1 1は、複数のリフトピン7 1及び駆動部7 2を含んでいる。複数のリフトピン7 1は、リング支持面5 1 dから上方に突き出し可能に構成されている。駆動部7 2は、複数のリフトピン7 1を上下に移動させるように構成されている。複数のリフトピン7 1はそれぞれ、基台5 0及び絶縁体2 7に形成された複数の貫通孔7 1 hに挿入されている。カバーリングC Rは、複数のリフトピン7 1がそれぞれ挿通される複数の孔C R hを提供してもよい。駆動部7 2としては、例えばDCモータ、ステッピングモータ、リニアモータ等のモータ、エアシリンダ等のエア駆動機構等、 piezoアクチュエータを利用することができる。制御部MCは、搬送ロボットT Rと基板支持部1 1との間でリング部材Rを受け渡すときに、複数のリフトピン7 1を昇降させる。

[0048] 一実施形態において、基板支持部1 1は、複数のリフトピン7 3及び駆動部7 4を含んでもよい。複数のリフトピン7 3は、基板支持面5 1 cから上方に突き出し可能に構成されている。駆動部7 4は、複数のリフトピン7 3を上下に移動させるように構成されている。複数のリフトピン7 3はそれぞれ、基台5 0及び静電チャック5 1に形成された複数の貫通孔7 3 hに挿入されている。駆動部7 4としては、駆動部7 2の構成と同様のものを利用することができる。制御部MCは、搬送ロボットT Rと基板支持部1 1との間で基板Wを受け渡すときに、複数のリフトピン7 3を昇降させる。

[0049] 以下、図6、図7の(a)及び図7の(b)を参照する。図6は、一つの例示的实施形態に係るリング部材の構成を概略的に示す図である。リング部材Rは、複数のリフトピン7 1にそれぞれ対応する複数の凹部8を提供する。以下では、リング部材Rの一例として、複数の凹部8を提供するエッジリングE Rについて説明する。複数の凹部8は、エッジリングE Rの周上にお

いて等間隔で配置されていてもよい。一実施形態において、複数の凹部 8 は、三つ以上の凹部 8 を含んでいる。図 6 に示す例では、複数の凹部 8 は、三つの凹部 8 を含んでいる。

[0050] 一実施形態において、複数の凹部 8 の各々は、第 1 の幅 W 1 及び第 2 の幅 W 2 を含んでいる。第 1 の幅 W 1 は、エッジリング E R の径方向 D 1 に沿っている。第 2 の幅 W 2 は、エッジリング E R の周方向 D 2 に沿っている。図 6 に示すように、第 1 の幅 W 1 は、第 2 の幅 W 2 よりも大きくてもよい。複数の凹部 8 の各々は、径方向 D 1 に沿って延びる溝形状を有し得る。第 1 の幅 W 1 及び第 2 の幅 W 2 は、複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a の直径よりも大きい。複数の凹部 8 の各々は、その中に複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a が位置するように構成される。なお、第 1 の幅 W 1 及び第 2 の幅 W 2 は、複数の凹部 8 の各々の開口 8 a において規定されてもよく、複数の凹部 8 の各々の底面において規定されてもよい。

[0051] 図 7 の (a) は、一つの例示的实施形態に係る一つの凹部の径方向と直交する拡大断面図である。図 7 の (b) は、一つの例示的实施形態に係る一つの凹部の周方向と直交する拡大断面図である。一実施形態において、複数の凹部 8 の各々を画成する内面 8 0 は、テーパ面 8 1 を含んでもよい。テーパ面 8 1 は、複数の凹部 8 の各々の開口 8 a に近いほど広がっている。一実施形態では、図 7 の (a) に示すように、径方向 D 1 と直交する断面において、内面 8 0 は、開口 8 a に近いほど広がるよう湾曲している。複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a は、湾曲する内面 8 0 に沿って湾曲している。

[0052] 以下、図 8 の (a) 及び図 8 の (b) を参照して、別の例示的实施形態に係る複数の凹部 8 A について説明する。図 8 の (a) は、別の例示的实施形態に係る一つの凹部の径方向と直交する拡大断面図である。図 8 の (b) は、別の例示的实施形態に係る一つの凹部の周方向と直交する拡大断面図である。別の実施形態では、図 8 の (a) に示すように、径方向 D 1 と直交する断面において、内面 8 0 は、開口 8 a から最も離れた奥部 8 2 において湾曲

している。一実施形態において、開口 8 a から奥部 8 2 までの内面 8 0 は、テーパ面 8 1 であってもよい。径方向 D 1 と直交する断面において、奥部 8 2 の曲率半径は、複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a の曲率半径よりも小さい。複数の凹部 8 A では、内面 8 0 の奥部 8 2 と、複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a との間に空隙が画成される。複数の凹部 8 A では、複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a は、テーパ面 8 1 に面している。

[0053] 以下、図 9 の (a) 及び図 9 の (b) を参照して、更に別の例示的实施形態に係る複数の凹部 8 B について説明する。図 9 の (a) は、更に別の例示的实施形態に係る一つの凹部の径方向と直交する拡大断面図である。図 9 の (b) は、更に別の例示的实施形態に係る一つの凹部の周方向と直交する拡大断面図である。更に別の実施形態では、図 9 の (a) に示すように、径方向 D 1 と直交する断面において、内面 8 0 は、テーパ面 8 1 及び平面 8 3 を含んでいる。上述のように、テーパ面 8 1 は、複数の凹部 8 の各々の開口 8 a に近いほど広がっている。平面 8 3 は、複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a と互いに対向する。テーパ面 8 1 と平面 8 3 とは連続している。複数の凹部 8 B では、複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a は、内面 8 0 の平面 8 3 に面している。複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a は、内面 8 0 の平面 8 3 に沿っていてもよい。

[0054] 以下、図 10 の (a) 及び図 10 の (b) を参照して、更に別の例示的实施形態に係る複数の凹部 8 C について説明する。図 10 の (a) は、更に別の例示的实施形態に係る一つの凹部の径方向と直交する拡大断面図である。図 10 の (b) は、更に別の例示的实施形態に係る一つの凹部の周方向と直交する拡大断面図である。更に別の実施形態では、図 10 の (a) に示すように、径方向 D 1 と直交する断面において、内面 8 0 は、テーパ面 8 1、平面 8 4、及び内壁面 8 5 を含んでいる。上述のように、テーパ面 8 1 は、複数の凹部 8 の各々の開口 8 a に近いほど広がっている。平面 8 4 は、複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a と互いに対向する。複数のリフトピン 7 1 の各々の先端 7 1 a は、内面 8 0 の平面 8 4 に沿っていてもよい。内壁面

８５は、テーパ面８１と平面８４とを接続している。内壁面８５は、複数のリフトピン７１が移動する方向に沿って延在している。図１０の（ａ）に示す例では、内壁面８５は、垂直方向に沿って延在している。

[0055] 図１１は、一つの例示的实施形態に係る搬送ロボットのティーチング方法の流れ図である。搬送ロボットのティーチング方法は、基板処理システムＰＳを用いて実行される。以下、図１１を参照して、搬送ロボットのティーチング方法（以下、「方法ＭＴ」という）の一例について説明する。制御部ＭＣは、方法ＭＴを実行するように構成されている。なお、方法ＭＴは、基板処理システムＰＳ以外の基板処理システムを用いて行われてもよい。方法ＭＴでは、搬送モジュールＶＴＭの搬送ロボットＴＲへのティーチングが行われる。当該ティーチングでは、基板処理において搬送ロボットＴＲが基板Ｗを搬送するための経路がティーチングされる。方法ＭＴでは、基板Ｗに代えて、ダミー基板が用いられてもよい。以下に説明する方法ＭＴでは、リング部材Ｒの一例としてエッジリングＥＲが用いられる。

[0056] 方法ＭＴは、リング支持面５１ｄ上にエッジリングＥＲが配置された後に開始される。エッジリングＥＲは、作業者によってリング支持面５１ｄ上に配置されてもよい。一実施形態において、方法ＭＴは、工程ＳＴ１を含んでもよい。方法ＭＴが工程ＳＴ１を含む場合、方法ＭＴは、工程ＳＴ１から開始する。工程ＳＴ１では、処理空間１０ｓが減圧される。制御部ＭＣは、処理空間１０ｓを減圧するように排気システム４０を制御してもよい。方法ＭＴは、工程ＳＴ１から開始されるので、処理空間１０ｓの減圧によるエッジリングＥＲ及び／又は基板Ｗの位置ずれが後の工程によって解消される。

[0057] 工程ＳＴ１の後、工程ＳＴ２が実行される。工程ＳＴ２では、リング支持面５１ｄ上に配置されたエッジリングＥＲを複数のリフトピン７１によりリング支持面５１ｄから持ち上げることで、複数の凹部８内に複数のリフトピン７１の先端がそれぞれ位置するようエッジリングＥＲを自的に案内させるために、複数のリフトピン７１が上方に移動される。制御部ＭＣは、複

数のリフトピン71を上方に移動するよう駆動部72を制御してもよい。工程ST2によって、リング支持面51d上に配置されたエッジリングERの位置ずれが、複数のリフトピン71及びエッジリングERの複数の凹部8によって規定される位置に修正される。

[0058] 工程ST2の後、工程ST3が実行される。工程ST3では、複数のリフトピン71によって持ち上げられたエッジリングERをリング支持面51dに降ろすために、複数のリフトピン71が下方に移動される。制御部MCは、複数のリフトピン71を下方に移動するよう駆動部72を制御してもよい。

[0059] 一実施形態において、工程ST2及び工程ST3の各々は、複数回実行されてもよい。制御部MCは、エッジリングERをリング支持面51dから持ち上げる動作とエッジリングERをリング支持面51dに降ろす動作との各々を交互に繰り返すよう駆動部72を制御してもよい。一回の工程ST2及び工程ST3によって解消されないリング支持面51d上でのエッジリングERのずれが解消され得る。

[0060] 工程ST3の後、工程ST4が実行される。工程ST4では、リング支持面51d上に配置されたエッジリングERの位置が位置検出器PDによって検出される。一実施形態において、工程ST4は、工程ST41を含んでもよい。工程ST41では、位置検出器PDによって検出されたエッジリングERの位置からエッジリングERの中心位置が推定される。一例において、一对の距離センサFS1, FS2によって検出された二つ以上のエッジリングERのエッジと、予め記憶されたエッジリングERの径とに基づいて、エッジリングERの中心位置が推定されてもよい。一对の距離センサFS1, FS2によって検出された三つ以上のエッジリングERのエッジに基づく三角形の外心からエッジリングERの中心位置が推定されてもよい。エッジリングERのエッジは、エッジリングERの内縁でもよく、エッジリングERの外縁でもよい。

[0061] 一実施形態において、方法MTは、工程ST42及び工程ST43を含ん

でいてもよい。工程ST42では、位置検出器PDによって検出された基板支持面51cのエッジの位置から基板支持面51cの中心位置が推定される。一例において、一对の距離センサFS1, FS2によって検出された二つ以上の基板支持面51cのエッジと、予め記憶された基板支持面51cの径とに基づいて、基板支持面51cの中心位置が推定されてもよい。一对の距離センサFS1, FS2によって検出された三つ以上の基板支持面51cのエッジに基づく三角形の外心から基板支持面51cの中心位置が推定されてもよい。工程ST43では、工程ST41において推定されたエッジリングERの中心位置と、工程ST42において推定された基板支持面51cの中心位置との間のずれが取得される。

[0062] 一実施形態では、工程ST43において、ずれが閾値よりも大きい場合には、工程ST2、工程ST3、工程ST41、工程ST42、及び工程ST43が少なくとも一回繰り返えされてもよい。図11に示す例では、工程ST43における判定が「NO」であり、且つ、方法MTが終了するまでの工程ST43における判定が「NO」とされた回数が3回以下($n \leq 3$)である場合には、工程ST2、工程ST3、工程ST41、工程ST42、及び工程ST43が繰り返される。

[0063] 一実施形態では、工程ST43において、ずれが閾値よりも大きい場合には、警告を発する工程ST5が実行される。図11に示す例では、工程ST43における判定が「NO」であり、且つ、方法MTが終了するまでの工程ST43における判定が「NO」とされた回数が3回より多い($n > 3$)である場合には、工程ST5が実行される。方法MTは、工程ST5の後に終了する。

[0064] 一実施形態において、工程ST3の後に、工程ST6が実行されてもよい。工程ST6では、リング支持面51d上のエッジリングERが静電チャック51によって保持される。制御部MCは、リング支持面51d上のエッジリングERを保持するよう静電チャック51を制御するように構成されていてもよい。図11に示す例では、工程ST43の後、工程ST43における

判定が「YES」である場合に、工程ST6が実行される。

[0065] 工程ST4の後に、工程ST7が実行される。工程ST7では、位置検出器PDによって検出されたエッジリングERの位置に基づいてエンドエフェクタFK11, FK12上に支持された基板Wが基板支持面51cに搬送される。制御部MCは、基板Wを基板支持面51cに搬送するよう搬送モジュールVTMを制御するように構成されていてもよい。工程ST7は、工程ST71、工程ST72、工程ST73を含んでもよい。工程ST71では、位置検出器PDによって検出されたエッジリングERの位置に基づいて、基板支持面51cの上方に突き出されたリフトピン73の上に基板Wを配置される。工程ST72では、複数のリフトピン73の上に配置された基板Wを基板支持面51cに降ろすために、複数のリフトピン73が下方に移動される。工程ST73では、工程ST72によって基板支持面51cに降ろされた基板Wの位置が位置検出器PDによって検出される。

[0066] 一実施形態において、工程ST7は、工程ST7aを含んでもよい。工程ST7aでは、エンドエフェクタFK11, FK12の位置から推定される基板Wの中心位置が、工程ST41において推定されたエッジリングERの中心位置に重なるように基板Wが搬送される。一例において、エンドエフェクタFK11, FK12の搬送モジュールVTMにおける座標の位置から基板Wの中心位置が推定される。制御部MCは、基板Wの中心位置がエッジリングERの中心位置に重なるよう搬送モジュールVTMを制御するように構成されていてもよい。工程ST73では、基板Wの中心位置が推定されてもよい。工程ST73では、基板Wの中心位置と、エッジリングER及び／又は基板支持面51cの中心位置との間のずれが取得されてもよい。工程ST7の後に、方法MTは、終了する。

[0067] 以上、種々の例示的实施形態について説明してきたが、上述した例示的实施形態に限定されることなく、様々な追加、省略、置換、及び変更がなされてもよい。また、異なる実施形態における要素を組み合わせることで他の実施形態を形成することが可能である。

[0068] 位置検出器は、接触センサ又は非接触センサであってもよい。距離センサは、非接触センサの一例である。位置検出器は、撮像素子であってもよい。撮像素子は、チャンバ10内に配置されていてもよい。

[0069] ここで、本開示に含まれる種々の例示的实施形態を、以下の[E1]～[E18]に記載する。

[0070] [E1]

内部に処理空間を提供するチャンバと、
前記処理空間内に配置された基板支持部と、
基板を支持するように構成されたエンドエフェクタを有し、前記処理空間に該基板を搬送するように構成された搬送ロボットを含む搬送モジュールと、
、
前記基板支持部及び前記搬送モジュールを制御するように構成された制御部と、
位置検出器と、
を備え、
前記基板支持部は、
前記基板を支持するように構成された基板支持面と、
前記基板支持面を囲むように延在し、リング部材を支持するように構成されたリング支持面と、
前記リング支持面から上方に突き出し可能に構成された複数のリフトピンと、
前記複数のリフトピンを上下に移動させるように構成された駆動部と、
を有し、
前記リング部材は、前記複数のリフトピンにそれぞれ対応する複数の凹部を提供し、
前記位置検出器は、前記リング支持面上に配置されたリング部材の位置を検出するように構成され、
前記制御部は、

(a) 前記リング支持面上に配置された前記リング部材を前記複数のリフタピンにより該リング支持面から持ち上げることにより前記複数の凹部内に前記複数のリフタピンの先端がそれぞれ位置するよう該リング部材を自動的に案内させるために、該複数のリフタピンを上方に移動させるよう前記駆動部を制御する工程と、

(b) 前記(a)の後に前記複数のリフタピンによって持ち上げられた前記リング部材を前記リング支持面に降ろすために、該複数のリフタピンを下方に移動させるよう前記駆動部を制御する工程と、

(c) 前記(b)の後に、前記リング支持面上に配置された前記リング部材の位置を前記位置検出器によって検出する工程と、

(d) 前記(c)の後に、前記位置検出器によって検出された前記リング部材の前記位置に基づいて前記エンドエフェクタ上に支持された前記基板を前記基板支持面に搬送するよう前記搬送モジュールを制御する工程と、

を実行するように構成されている、

基板処理システム。

[0071] [E 2]

前記制御部は、前記(a)より前に、前記処理空間を減圧する工程を実行するように構成されている、

E 1 に記載の基板処理システム。

[0072] [E 3]

前記制御部は、前記(a)及び前記(b)の各々を複数回実行するように構成されている、

E 1 又は E 2 に記載の基板処理システム。

[0073] [E 4]

前記(c)は、(c 1) 前記位置検出器によって検出された前記リング部材の前記位置から該リング部材の中心位置を推定する工程を含み、

前記(d)は、(d 1) 前記エンドエフェクタの位置から推定される前記基板の中心位置が前記(c 1)において推定された前記リング部材の前記中

心位置に重なるよう前記搬送モジュールを制御する工程を含む、

E 1 ～ E 3 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0074] [E 5]

前記リング支持面は、前記基板支持面よりも低く位置しており、

前記位置検出器は、前記基板支持面のエッジを検出するように構成されており、

前記制御部は、

(c 2) 前記位置検出器によって検出された前記基板支持面の前記エッジの位置から該基板支持面の中心位置を推定する工程と、

(c 3) 前記 (c 1) において推定された前記リング部材の前記中心位置と前記 (c 2) において推定された前記基板支持面の前記中心位置との間のずれを取得する工程と、

を実行するように構成されている、

E 4 に記載の基板処理システム。

[0075] [E 6]

前記制御部は、前記 (c 3) において、前記ずれが閾値よりも大きい場合には、前記 (a)、前記 (b)、前記 (c 1)、前記 (c 2)、及び前記 (c 3) を少なくとも一回繰り返すように構成されている、

E 5 に記載の基板処理システム。

[0076] [E 7]

前記制御部は、前記 (c 3) において、前記ずれが閾値よりも大きい場合には、警告を発する工程を実行するように構成されている、

E 5 又は E 6 に記載の基板処理システム。

[0077] [E 8]

前記基板支持部は、前記基板支持面及び前記リング支持面を含み、該基板支持面上の前記基板及び該リング支持面上の前記リング部材をそれぞれ保持するように構成された静電チャックを有し、

前記制御部は、

(b 1) 前記 (b) と前記 (c) との間に、前記リング支持面上の前記リング部材を静電吸着して保持するように前記静電チャックを制御する工程

、

を実行するように構成されている、

E 1 ～ E 7 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0078] [E 9]

前記位置検出器は一对の距離センサを含み、

前記エンドエフェクタは、

本体部と、

前記本体部から突出する一对の先端部と、を有し、

前記一对の先端部の間には空隙が画成され、

前記一对の距離センサは、前記一对の先端部にそれぞれ配置される、

E 1 ～ E 8 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0079] [E 10]

基板支持部は、前記リング部材を更に有する、

E 1 ～ E 9 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0080] [E 11]

前記複数の凹部は、三つ以上の凹部を含んでいる、

E 1 ～ E 10 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0081] [E 12]

前記複数の凹部の各々は、

前記リング部材の径方向に沿った第1の幅と、

前記リング部材の周方向に沿った第2の幅と、

を含んでおり、

前記第1の幅は、前記第2の幅よりも大きい、

E 1 ～ E 11 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0082] [E 13]

前記複数の凹部の各々を画成する内面は、該複数の凹部の各々の開口に近

いほど広がるテーパ面を含む、

E 1 ～ E 1 2 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0083] [E 1 4]

前記リング部材の径方向と直交する断面において、前記複数の凹部の各々を画成する内面は、該複数の凹部の各々の開口に近いほど広がるよう湾曲しており、

前記複数のリフトピンの各々の前記先端は、前記内面に沿って湾曲している、

E 1 ～ E 1 3 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0084] [E 1 5]

前記リング部材の径方向と直交する断面において、前記複数の凹部の各々を画成する内面は、該複数の凹部の各々の開口から最も離れた奥部において湾曲しており、

前記断面において、前記奥部の曲率半径は、前記複数のリフトピンの各々の前記先端の曲率半径よりも小さい、

E 1 ～ E 1 4 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0085] [E 1 6]

前記複数の凹部の各々を画成する内面は、前記複数のリフトピンの各々の前記先端と互いに対向する平面を含み、

前記テーパ面と前記平面とは連続している、

E 1 3 ～ E 1 5 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0086] [E 1 7]

前記複数の凹部の各々を画成する内面は、

前記複数のリフトピンの各々の前記先端と互いに対向する平面と、

前記複数のリフトピンが移動する方向に沿って延在し、前記テーパ面と前記平面とを接続する内壁面と、

を含む、

E 1 3 ～ E 1 6 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[0087] [E 1 8]

基板処理システムにおいて実行される搬送ロボットのティーチング方法であって、

前記基板処理システムは、

内部に処理空間を提供するチャンバと、

前記処理空間内に配置された基板支持部と、を備え、

前記基板支持部は、

基板を支持するように構成された基板支持面と、

前記基板支持面を囲むように延在し、リング部材を支持するように構成されたリング支持面と、

前記リング支持面から上方に突き出し可能に構成された複数のリフトピンと、を有し、

前記リング部材は、複数の凹部を提供し、

前記搬送ロボットのティーチング方法は、

(a) 前記リング支持面上に配置された前記リング部材を前記複数のリフトピンにより該リング支持面から持ち上げることにより前記複数の凹部内に前記複数のリフトピンの先端がそれぞれ位置するよう該リング部材を自動的に案内させるために、該複数のリフトピンを上方に移動させる工程と、

(b) 前記(a)の後に前記複数のリフトピンによって持ち上げられた前記リング部材を前記リング支持面に降ろすために、該複数のリフトピンを下方に移動させる工程と、

(c) 前記(b)の後に、前記リング支持面上に配置された前記リング部材の位置を検出する工程と、

(d) 前記(c)の後に、検出された前記リング部材の前記位置に基づいて前記基板を前記基板支持面に搬送する工程と、

を含む、

搬送ロボットのティーチング方法。

[0088] E 1 8は、E 1 ~ E 1 7の何れか一項に記載の基板処理システムを用いて

実行されてもよい。

[0089] 以上の説明から、本開示の種々の実施形態は、説明の目的で本明細書で説明されており、本開示の範囲及び主旨から逸脱することなく種々の変更をなし得ることが、理解されるであろう。したがって、本明細書に開示した種々の実施形態は限定することを意図しておらず、真の範囲と主旨は、添付の特許請求の範囲によって示される。

符号の説明

[0090] 1…プラズマ処理装置、8, 8A, 8B, 8C…凹部、8a…開口、10…チャンバ、10s…処理空間、11…基板支持部、51…静電チャック、51c…基板支持面、51d…リング支持面、71, 73…リフトピン、71a, FSa…先端、80…内面、81…テーパ面、82…奥部、83, 84…平面、85…内壁面、D1…径方向、D2…周方向、FK11, FK12, FK31…エンドエフェクタ、FKB…先端部、FKM…本体部、FS1, FS2…距離センサ、MC…制御部、PD…位置検出器、PS…基板処理システム、R…リング部材、VTM…搬送モジュール、W…基板、W1…第1の幅、W2…第2の幅。

請求の範囲

[請求項1]

内部に処理空間を提供するチャンバと、
前記処理空間内に配置された基板支持部と、
基板を支持するように構成されたエンドエフェクタを有し、前記処理空間に該基板を搬送するように構成された搬送ロボットを含む搬送モジュールと、
前記基板支持部及び前記搬送モジュールを制御するように構成された制御部と、
位置検出器と、
を備え、
前記基板支持部は、
前記基板を支持するように構成された基板支持面と、
前記基板支持面を囲むように延在し、リング部材を支持するように構成されたリング支持面と、
前記リング支持面から上方に突き出し可能に構成された複数のリフタピンと、
前記複数のリフタピンを上下に移動させるように構成された駆動部と、
を有し、
前記リング部材は、前記複数のリフタピンにそれぞれ対応する複数の凹部を提供し、
前記位置検出器は、前記リング支持面上に配置されたリング部材の位置を検出するように構成され、
前記制御部は、
(a) 前記リング支持面上に配置された前記リング部材を前記複数のリフタピンにより該リング支持面から持ち上げることにより前記複数の凹部内に前記複数のリフタピンの先端がそれぞれ位置するよう該リング部材を自的に案内させるために、該複数のリフタピンを上

方に移動させるよう前記駆動部を制御する工程と、

(b) 前記 (a) の後に前記複数のリフトピンによって持ち上げられた前記リング部材を前記リング支持面に降ろすために、該複数のリフトピンを下方に移動させるよう前記駆動部を制御する工程と、

(c) 前記 (b) の後に、前記リング支持面上に配置された前記リング部材の位置を前記位置検出器によって検出する工程と、

(d) 前記 (c) の後に、前記位置検出器によって検出された前記リング部材の前記位置に基づいて前記エンドエフェクタ上に支持された前記基板を前記基板支持面に搬送するよう前記搬送モジュールを制御する工程と、

を実行するように構成されている、
基板処理システム。

[請求項2] 前記制御部は、前記 (a) より前に、前記処理空間を減圧する工程を実行するように構成されている、
請求項 1 に記載の基板処理システム。

[請求項3] 前記制御部は、前記 (a) 及び前記 (b) の各々を複数回実行するように構成されている、
請求項 1 に記載の基板処理システム。

[請求項4] 前記 (c) は、(c 1) 前記位置検出器によって検出された前記リング部材の前記位置から該リング部材の中心位置を推定する工程を含み、

前記 (d) は、(d 1) 前記エンドエフェクタの位置から推定される前記基板の中心位置が前記 (c 1) において推定された前記リング部材の前記中心位置に重なるよう前記搬送モジュールを制御する工程を含む、

請求項 1 に記載の基板処理システム。

[請求項5] 前記リング支持面は、前記基板支持面よりも低く位置しており、
前記位置検出器は、前記基板支持面のエッジを検出するように構成

されており、

前記制御部は、

(c 2) 前記位置検出器によって検出された前記基板支持面の前記エッジの位置から該基板支持面の中心位置を推定する工程と、

(c 3) 前記(c 1)において推定された前記リング部材の前記中心位置と前記(c 2)において推定された前記基板支持面の前記中心位置との間のずれを取得する工程と、

を実行するように構成されている、

請求項4に記載の基板処理システム。

[請求項6]

前記制御部は、前記(c 3)において、前記ずれが閾値よりも大きい場合には、前記(a)、前記(b)、前記(c 1)、前記(c 2)、及び前記(c 3)を少なくとも一回繰り返すように構成されている、

請求項5に記載の基板処理システム。

[請求項7]

前記制御部は、前記(c 3)において、前記ずれが閾値よりも大きい場合には、警告を発する工程を実行するように構成されている、

請求項5に記載の基板処理システム。

[請求項8]

前記基板支持部は、前記基板支持面及び前記リング支持面を含み、該基板支持面上の前記基板及び該リング支持面上の前記リング部材をそれぞれ保持するように構成された静電チャックを有し、

前記制御部は、

(b 1) 前記(b)と前記(c)との間に、前記リング支持面上の前記リング部材を静電吸着して保持するように前記静電チャックを制御する工程、

を実行するように構成されている、

請求項1に記載の基板処理システム。

[請求項9]

前記位置検出器は一对の距離センサを含み、

前記エンドエフェクタは、

本体部と、

前記本体部から突出する一対の先端部と、を有し、

前記一対の先端部の間には空隙が画成され、

前記一対の距離センサは、前記一対の先端部にそれぞれ配置される

、

請求項 1 に記載の基板処理システム。

[請求項10] 基板支持部は、前記リング部材を更に有する、

請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の基板処理システム。

[請求項11] 前記複数の凹部は、三つ以上の凹部を含んでいる、

請求項 10 に記載の基板処理システム。

[請求項12] 前記複数の凹部の各々は、

前記リング部材の径方向に沿った第 1 の幅と、

前記リング部材の周方向に沿った第 2 の幅と、

を含んでおり、

前記第 1 の幅は、前記第 2 の幅よりも大きい、

請求項 10 に記載の基板処理システム。

[請求項13] 前記複数の凹部の各々を画成する内面は、該複数の凹部の各々の開口に近いほど広がるテーパ面を含む、

請求項 10 に記載の基板処理システム。

[請求項14] 前記リング部材の径方向と直交する断面において、前記複数の凹部の各々を画成する内面は、該複数の凹部の各々の開口に近いほど広がるよう湾曲しており、

前記複数のリフトピンの各々の前記先端は、前記内面に沿って湾曲している、

請求項 10 に記載の基板処理システム。

[請求項15] 前記リング部材の径方向と直交する断面において、前記複数の凹部の各々を画成する内面は、該複数の凹部の各々の開口から最も離れた奥部において湾曲しており、

前記断面において、前記奥部の曲率半径は、前記複数のリフトピンの各々の前記先端の曲率半径よりも小さい、
請求項 10 に記載の基板処理システム。

[請求項16] 前記複数の凹部の各々を画成する内面は、前記複数のリフトピンの各々の前記先端と互いに対向する平面を含み、
前記テーパ面と前記平面とは連続している、
請求項 13 に記載の基板処理システム。

[請求項17] 前記複数の凹部の各々を画成する内面は、
前記複数のリフトピンの各々の前記先端と互いに対向する平面と、
、
前記複数のリフトピンが移動する方向に沿って延在し、前記テーパ面と前記平面とを接続する内壁面と、
を含む、
請求項 13 に記載の基板処理システム。

[請求項18] 基板処理システムにおいて実行される搬送ロボットのティーチング方法であって、
前記基板処理システムは、
内部に処理空間を提供するチャンバと、
前記処理空間内に配置された基板支持部と、を備え、
前記基板支持部は、
基板を支持するように構成された基板支持面と、
前記基板支持面を囲むように延在し、リング部材を支持するように構成されたリング支持面と、
前記リング支持面から上方に突き出し可能に構成された複数のリフトピンと、を有し、
前記リング部材は、複数の凹部を提供し、
前記搬送ロボットのティーチング方法は、
(a) 前記リング支持面上に配置された前記リング部材を前記複

数のリフトピンにより該リング支持面から持ち上げることににより前記複数の凹部内に前記複数のリフトピンの先端がそれぞれ位置するよう該リング部材を自的に案内させるために、該複数のリフトピンを上方に移動させる工程と、

(b) 前記(a)の後に前記複数のリフトピンによって持ち上げられた前記リング部材を前記リング支持面に降ろすために、該複数のリフトピンを下方に移動させる工程と、

(c) 前記(b)の後に、前記リング支持面上に配置された前記リング部材の位置を検出する工程と、

(d) 前記(c)の後に、検出された前記リング部材の前記位置に基づいて前記基板を前記基板支持面に搬送する工程と、

を含む、

搬送ロボットのティーチング方法。