

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4064557号
(P4064557)

(45) 発行日 平成20年3月19日(2008.3.19)

(24) 登録日 平成20年1月11日(2008.1.11)

(51) Int.Cl.

H01L 21/683 (2006.01)

F I

H01L 21/68

R

請求項の数 2 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-1931 (22) 出願日 平成11年1月7日(1999.1.7) (65) 公開番号 特開2000-200825(P2000-200825A) (43) 公開日 平成12年7月18日(2000.7.18) 審査請求日 平成17年12月26日(2005.12.26)</p>	<p>(73) 特許権者 000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地 (74) 代理人 100080827 弁理士 石原 勝 (72) 発明者 松田 出 大阪府門真市大字門真1006番地 松下 電器産業株式会社内 (72) 発明者 原口 秀夫 大阪府門真市大字門真1006番地 松下 電器産業株式会社内 審査官 松浦 陽</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空処理装置の基板取り外し制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

真空容器内の基板保持台上に保持された被処理基板と前記基板保持台との間に基板温度制御用の伝熱ガスを供給しながら前記被処理基板に対し表面処理を行ったのち、その表面処理に伴って前記被処理基板に生じた帯電による前記被処理基板と前記基板保持台との静電吸着力を、前記被処理基板を突き上げた時の突き上げ負荷に基づいて検出し、その検出値が所定値以上であるとき、突き上げ力が前記被処理基板の剪断応力限界に達する以前に突き上げ動作を停止するとともに、前記伝熱ガスを前記被処理基板と前記基板保持台の間に再度供給して所定の圧力としたのち、前記突き上げ力と前記伝熱ガスの圧力とを前記検出値に基づきフィードバック制御して前記被処理基板を前記基板保持台から剥離させる真空処理装置の基板取り外し制御方法であって、

10

検出値の静電吸着力が所定値以上であるとき、突き上げ力が剪断応力限界以下の設定値に達した時点で突き上げ動作を停止するとともに、伝熱ガスの圧力を、前記検出値から算出した値に調圧するようにしたことを特徴とする真空処理装置の基板取り外し制御方法。

【請求項2】

真空容器内の基板保持台上に保持された被処理基板と前記基板保持台との間に基板温度制御用の伝熱ガスを供給しながら前記被処理基板に対し表面処理を行ったのち、その表面処理に伴って前記被処理基板に生じた帯電による前記被処理基板と前記基板保持台との静電吸着力を、前記被処理基板を突き上げた時の突き上げ負荷に基づいて検出し、その検出値が所定値以上であるとき、突き上げ力が前記被処理基板の剪断応力限界に達する以前に

20

突き上げ動作を停止するとともに、前記伝熱ガスを前記被処理基板と前記基板保持台の間に再度供給して所定の圧力としたのち、前記突き上げ力と前記伝熱ガスの圧力とを前記検出値に基づきフィードバック制御して前記被処理基板を前記基板保持台から剥離させる真空処理装置の基板取り外し制御方法であって、

被処理基板を突き上げた時の突き上げ負荷に基づいて検出した検出値が、静電吸着が生じていない状態で突き上げ機構に加わる外力に対応した初期設定値を超えた時点で、伝熱ガスの供給を開始するとともに、前記伝熱ガスの圧力を前記検出値と前記初期設定値の差の圧力に調圧するようにしたことを特徴とする真空処理装置の基板取り外し制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子、液晶ディスプレイパネル或いは太陽電池などの製造に際して、被処理基板にドライエッチング、CVDまたはスパッタなどの表面処理を施すのに使用される真空処理装置において、表面処理が終了したときに基板保持台上に静電吸着している被処理基板を基板保持台から剥がして取り外す制御方法およびその基板取り外し制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、プラズマ処理装置では、デバイスの高機能化とその処理コストの低減のために、高精度化、高速化、大面積化および低ダメージ化を実現するための取り組みが盛んに行われている。なかでも、成膜においては基板内の膜質の均一化を得るために、また、微細加工に用いられるドライエッチングにおいては寸法精度の確保のために、それぞれ被処理基板の温度をその面内全体にわたり均一に、且つ精密に制御することが特に要求されている。この基板温度を制御する手段として、ヘリウムガスなどの不活性の伝熱ガスを利用したプラズマ処理装置が使用され始めている（特開平4 - 100257号公報参照）。

20

【0003】

上記プラズマ処理装置は、メカクランプ若しくは静電吸着電極を利用して被処理基板を基板保持台上に強固に保持するとともに、伝熱ガスを被処理基板と基板保持台との隙間に供給して充満させる。これにより、極めて流動性の良い伝熱ガスは、被処理基板から熱を吸収して基板保持台に対し伝熱し、基板保持台は、内部の冷却水路内を常時流れる冷却水により冷却される。そのため、被処理基板は、プラズマの熱により過熱されたり、レジストが変質して表面処理不良が発生したりするのを未然に防止されるとともに、全面の温度を均一、且つ一定に保持して良好な表面処理特性を得られるようになっている。

30

【0004】

上記プラズマ処理装置では、内部に静電吸着電極が埋設された基板保持台上に載置した被処理基板を、直流電圧が印加された静電吸着電極により静電吸着して固定した状態において、被処理基板に対し通常のプラズマ処理が施される。プラズマ処理（表面処理）としては、高周波電源からの高周波電力の印加などによって真空容器内にプラズマガスを発生させて、プラズマガスの成分に応じた薄膜を形成するスパッタリング、半導体ウエハ上の半導体層をフォトリソに依りプラズマガスによって選択的に除去することにより半導体パターンを形成するドライエッチング、ドライエッチング後に不要となったフォトリソを除去するアッシングなどがある。

40

【0005】

ところで、上記のようなプラズマ処理装置では、静電吸着電極への直流電力の供給を遮断しても、静電吸着電極の表面の絶縁層に電荷が残留し、また、場合によっては絶縁性の被処理基板に帯電電荷が残留する。このため、被処理基板が静電吸着電極に静電的に吸着した状態に保持され続けるので、被処理基板は、搬送アームなどに移載するための突き上げ機構で突き上げられた場合に、静電吸着電極から剥離することができなかつたり、破損したり、飛び跳ねて次工程への搬送が不能となつたりすることがある。そこで、プラズマ処理が終了した時点で、直流電源から静電吸着電極への印加電圧の極性を反転させることに

50

より、静電吸着電極の残留電荷を打ち消したのちに、被処理基板を突き上げ機構による突き上げ力で静電吸着電極から突き上げて剥離し、次工程へ搬送するようにしている。

【0006】

ところが、上述の静電吸着電極に印加する直流電圧の極性を反転させて除電する方式では、残留電荷を過不足なく完全に除去することが困難で、残留電荷が残ったり、逆極性に帯電させてしまったりして、被処理基板を静電吸着電極から確実に剥離できないことがある。このような状態で突き上げ機構により被処理基板を突き上げてしまうと、被処理基板には、損傷、次工程への搬送不能、搬送姿勢の不良、脱落および次工程への受渡し不能といった搬送トラブルが発生することがあり、信頼性に欠ける。

【0007】

そこで、本出願人は、表面処理済みの基板を、静電吸着電極に対する静電吸着力の残留状態に応じて適時に無理なく突き上げて静電吸着電極からスムーズに剥離させることのできる基板の取り扱い方法を先に提案している（特願平10-61318号）。このプラズマ処理装置における基板の取り扱い方法について、図2を参照しながら簡単に説明する。なお、このプラズマ処理装置の詳細については、図1に基づく本発明の説明において後述する。すなわち、図2において符号を付しながら説明をしない部材などについては、図1において詳細に説明する。

【0008】

基板保持台3上に載置された被処理基板4は、基板保持台3内に埋設された静電吸着電極を兼ねる一対の内部電極7A, 7Bに正極および負極の直流電源8, 9から直流電圧が印加されることにより、基板保持台3の上面に静電吸着して保持され、この状態で表面処理される。被処理基板4の表面処理が終了したのちに、内部電極7A, 7Bに対する直流電源8, 9からの電力供給が停止したときに、被処理基板4は、自体のプラズマからの帯電および基板保持台3の絶縁層表面との間に存在する残留電荷のために、静電的に基板保持台3に吸着されている。

【0009】

ここで、被処理基板4に対し搬送するために突き上げ機構19で突き上げて基板保持台3から剥離しようとする、被処理基板4の搬送トラブルや破損を招いてしまう。

【0010】

そこで、被処理基板4は、以下のような工程を経て取り外す。すなわち、被処理基板4の表面処理が終了して基板保持台3に吸着している被処理基板4を突き上げ機構19により突き上げたときに、検出手段20は、突き上げ機構19の先端が被処理基板4に接触した時点で、静電吸着が生じていない状態において突き上げ機構19に加わる外力としての初期設定値以上の力を検出する。ここで、検出手段20は、突き上げ機構19の駆動力伝達軸線Xと一軸上に固定されているため、吸着力を含む全ての荷重を確実に測定することができる。そのため、検出手段20は、上述の外力である初期設定値をオフセットすることにより、被処理基板4と基板保持台3との静電吸着力のみを極めて正確に測定する。

【0011】

制御手段21は、検出手段20が検出した静電吸着力が所定値以上であると内蔵の判定部21bが判別した場合に、突き上げ機構19の駆動源である駆動手段23を制御して、突き上げ機構19による被処理基板4への突き上げ力が被処理基板4の材質の剪断応力限界に達する以前の時点で、突き上げ動作を停止させたのち、突き上げ機構19を一旦下降させ、被処理基板4の破損を未然に防止する。

【0012】

続いて、制御手段21は、検出手段20の検出値の静電吸着力が所定値以上であると判定部21bが判別する限り、突き上げ機構19に対し被処理基板4を突き上げたのちに下降させる動作を繰り返すよう制御する。これにより、被処理基板4は、突き上げ機構19で断続的に突き上げられる部分から徐々に基板保持台3に対し剥離されていき、被処理基板4と基板保持台3との接触面積が徐々に減少していくのに伴って、これらの間の残留電荷が伝熱ガスを媒体として電氣的に中和されていき、残留電荷が減少していく。

10

20

30

40

50

【0013】

静電吸着力が被処理基板4の剪断応力よりも十分小さくなったと判定部21bが判別したときに、制御手段21は、突き上げによって被処理基板4が突き上げ機構19に対し位置ずれが生じない範囲内において最も速い上昇速度で突き上げ機構19を駆動させ、被処理基板4を基板保持台3から剥離して外部に搬送させる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

上記のプラズマ処理装置における被処理基板4の取り外し方法は、被処理基板4を突き上げ機構19により突き上げる際に、被処理基板4の基板保持台3への静電吸着力に関するデータを検出手段20などで検出し、静電吸着力が所定値以上である場合に突き上げ機構19による突き上げ動作を規制しているため、被処理基板4を吸着力の残留状態に応じて基板保持台3から適時に無理なく突き上げて剥離でき、被処理基板4の破損や搬送トラブルなどを確実に防止できる効果を奏するものである。ところが、実用化に際しては、なお解消しなければならない問題が残存している。すなわち、被処理基板4の基板保持台3に対する静電吸着力は、被処理基板4の処理条件の相違によって強く残留する場合があります、そのような場合、上記の被処理基板4の取り外し方法では、突き上げ機構19の昇降動作の繰り返しによる被処理基板4への断続的な突き上げ動作を継続して行わなければならず、被処理基板4を基板保持台3から剥離するまでに相当の時間を必要とし、生産性が低下してしまう。

【0015】

そこで本発明は、基板保持台に静電吸着している被処理基板を、これの破損や搬送トラブルを防止しながら安定、且つ極めて迅速に基板保持台から剥離して取り外すことのできる基板取り外し制御方法を提供することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本願の第1発明は、真空容器内の基板保持台上に保持された被処理基板と前記基板保持台との間に基板温度制御用の伝熱ガスを供給しながら前記被処理基板に対し表面処理を行ったのち、その表面処理に伴って前記被処理基板に生じた帯電による前記被処理基板と前記基板保持台との静電吸着力を、前記被処理基板を突き上げた時の突き上げ負荷に基づいて検出し、その検出値が所定値以上であるとき、突き上げ力が前記被処理基板の剪断応力限界に達する以前に突き上げ動作を停止するとともに、前記伝熱ガスを前記被処理基板と前記基板保持台の間に再度供給して所定の圧力としたのち、前記突き上げ力と前記伝熱ガスの圧力とを前記検出値に基づきフィードバック制御して前記被処理基板を前記基板保持台から剥離させる真空処理装置の基板取り外し制御方法であって、検出値の静電吸着力が所定値以上であるとき、突き上げ力が剪断応力限界以下の設定値に達した時点で突き上げ動作を停止するとともに、伝熱ガスの圧力を、前記検出値から算出した値に調圧するようにしたことを特徴とする。

【0017】

この基板取り外し制御方法では、被処理基板の突き上げ負荷に基づいて被処理基板と基板保持台との静電吸着力を検出して、その検出値が所定値以上であるときに、突き上げ力が被処理基板の剪断応力限界に達する以前に突き上げ動作を停止させて、被処理基板と基板保持台との隙間に再び伝熱ガスを供給して所定の圧力に調圧している。それにより、流動性が極めて良好な伝熱ガスが被処理基板と基板保持台との隙間に流入して、被処理基板の裏面全体を伝熱ガスの圧力による被処理基板を破損させない押圧力で均等に押すことと同様の動作となる。そのため、被処理基板には、これの中央部のみを断続的に突き上げる場合に比較して突き上げ力が格段に効果的、且つ効率的に作用するとともに、基板保持台と被処理基板との間の残留電荷が圧力の高い伝熱ガスを媒体として電氣的に速やかに中和される。この結果、被処理基板と基板保持台との間の静電吸着力が一挙に減少するので、被処理基板を極めて迅速、且つ円滑に基板保持台から剥離させて、トラブルなく安定に次工程に搬送でき、スループットの向上が可能となる。

【0019】

また、伝熱ガスの圧力を、被処理基板を破損させない範囲内において可及的に大きく設定できるので、被処理基板の基板保持台からの剥離を効果的に行え、迅速に剥離できる。

【0020】

本願の第2発明は、真空容器内の基板保持台上に保持された被処理基板と前記基板保持台との間に基板温度制御用の伝熱ガスを供給しながら前記被処理基板に対し表面処理を行ったのち、その表面処理に伴って前記被処理基板に生じた帯電による前記被処理基板と前記基板保持台との静電吸着力を、前記被処理基板を突き上げた時の突き上げ負荷に基づいて検出し、その検出値が所定値以上であるとき、突き上げ力が前記被処理基板の剪断応力限界に達する以前に突き上げ動作を停止するとともに、前記伝熱ガスを前記被処理基板と前記基板保持台の間に再度供給して所定の圧力としたのち、前記突き上げ力と前記伝熱ガスの圧力とを前記検出値に基づきフィードバック制御して前記被処理基板を前記基板保持台から剥離させる真空処理装置の基板取り外し制御方法であって、被処理基板を突き上げた時の突き上げ負荷に基づいて検出した検出値が、静電吸着が生じていない状態で突き上げ機構に加わる外力に対応した初期設定値を超えた時点で、伝熱ガスの供給を開始するとともに、前記伝熱ガスの圧力を前記検出値と前記初期設定値の差の圧力に調圧するようにしたことを特徴とする。

10

【0021】

これにより、被処理基板と基板保持台との静電吸着力を可及的早期において効果的に減少させることができるから、被処理基板の基板保持台からの剥離を一層迅速に行うことが可能となる。

20

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の一実施の形態に係る真空処理装置の断面構成図を示し、同図において、図2と同一若しくは同等のものには同一の符号を付してある。この真空処理装置が図2の従来装置に対し相違するのは、構成上において、ガス圧力調整機構12における圧力測定器12aおよび圧力調整バルブ12bとガス供給機構11の流量コントローラ11aとにそれぞれ接続した基板冷却制御部28を新たに設けて、この基板冷却制御部28に制御手段21を接続した点のみであり、この構成の詳細については後述する。

30

【0025】

図1には、シリコンウエハを被処理基板4として、これに反応性イオンエッチング型のプラズマドライエッチングを行う真空処理装置を例示してある。真空容器1は、内部を真空に排気するための真空排気手段2と、反応ガスを内部に導入するための反応ガス供給手段13とを備えている。真空容器1の内部には被処理基板4を上面に載置して保持する基板保持台3が設けられ、真空容器1の外部には、基板保持台3が保持している被処理基板4をその表面処理後に突き上げて基板保持台3から剥離させるための突き上げ機構19と、この突き上げ機構19が被処理基板4を突き上げる際の被処理基板4の基板保持台3に対する静電吸着力に関するデータを突き上げ機構19の突き上げ負荷に基づいて検出する検出手段20と、この検出されたデータからその時の静電吸着力が所定値以上であると内蔵の判定部21bが判別しているときに、突き上げ機構19の突き上げ動作を規制するとともに基板冷却制御部28に対し検出手段20の検出データに対応するデータを出力する制御手段21とを備えている。

40

【0026】

上記基板保持台3は、静電吸着型のものであって、例えば厚さが5mm程度のアルミナ誘電体部29と、内部に図示しない冷却水路を有したアルミニウム製のベース部30とで構成され、アルミナ誘電体部29の表面から500 μ mの内部に、タングステンからなる一对の静電吸着用を兼ねる下部電極である内部電極7A, 7Bが内蔵されている。一对の内部電極7A, 7Bには、対応する正極の直流電源8および負極の直流電源9からそれぞれ個別の高周波フィルタ10を介して正、負電圧が印加されるようになっている。正極および

50

負極の直流電圧印加回路の高周波フィルタ 10 よりも内部電極 7A, 7B 側の部分には、13.56 MHz の高周波電源 14 がそれぞれ個別の直流カット用コンデンサ 17 を介して接続されており、前記一対の内部電極 7A, 7B にコンデンサ 17 を介して高周波電力を印加できるようになっている。真空容器 1 内の上部には基板保持台 3 の内部電極 7A, 7B と対向する上部電極 18 が設けられて接地され、この双方の電極 18, 7A, 7B 間での高周波電圧の印加により、真空容器 1 内に供給された反応ガスをプラズマ化する。

【0027】

上記突き上げ機構 19 は、4本の突き上げピン 19a が基板保持台 3 の内部を下方から上方へ貫通できるように設けられており、通常時には突き上げピン 19a が図示のように基板保持台 3 内に没しているが、処理すべき被処理基板 4 が搬送アームなどによって外部から真空容器 1 内に搬入されたときに、突き上げピン 19a が基板保持台 3 の上方へ突出されて被処理基板 4 を受け取ったのちに、再び基板保持台 3 内に没して、被処理基板 4 を基板保持台 3 上に載置する。また、突き上げ機構 19 は、基板保持台 3 上に静電吸着して保持された被処理基板 4 の表面処理が終了したときも、突き上げピン 19a の先端が基板保持台 3 の上方へ突出されて被処理基板 4 をその裏面から突き上げ、被処理基板 4 を基板保持台 3 から剥離するよう機能する。突き上げ機構 19 が基板保持台 3 を貫通する部分は、その外気側においてベローズ 22 単体で、あるいはケーシング 31 と共同で大気からシールされている。

10

【0028】

上記検出手段 20 は、例えばロードセルからなり、突き上げ機構 19 による突き上げ負荷を静電吸着力に関するデータとして検出するために、駆動手段 23 から突き上げ機構 19 への突き上げ力伝達系の途中に直結状態に設けられている。

20

【0029】

すなわち、検出手段 20 は、突き上げ機構 19 を例えば垂直線上で突き上げ動作させる駆動手段 23 に対しその駆動力伝達軸線 X 上で直結されている。これにより、駆動手段 23 による突き上げ機構 19 への突き上げ動作が検出手段 20 に正確に作用するので、検出手段 20 は、そのときの突き上げ負荷を精度良く検出することができる。上記駆動手段としては、直動電動モータ、油圧シリンダ、エアシリンダまたはソレノイドなどの直進動作をするアクチュエータ自体、またはアクチュエータの回転動作を直進動作に変換する構造の何れをも用いることができる。

30

【0030】

上記制御手段 21 には、後述の初期設定値などを記憶する記憶部 21a と、検出手段 20 が検出した静電吸着力に関するデータに基づいて現時点での静電吸着力が記憶部 21a に設定した所定値以上であるか否かを判別する判定部 21b とを内蔵している。この制御手段 21 は、検出手段 20 から取り込んだ検出データを判定部 21b で判別し、その判別結果に基づいて駆動手段 23 をフィードバック制御する。

【0031】

なお、静電吸着力が所定値以上であるとき、駆動力の伝達に滑りが生じて突き上げ機構 19 による突き上げ動作が規制されるようなトルクリミッタを用いれば、これそのものが上記の検出手段 20 と判定部 21b との両機能を兼ね備えた制御手段となり、構成を簡略化できる。

40

【0032】

被処理基板 4 と基板保持台 3 との隙間には、ガス供給源（図示せず）から伝熱ガス供給機構（伝熱ガス供給手段）11 を介して、例えばヘリウムガスのような伝熱ガスが供給される。この伝熱ガス供給機構 11 は流量コントローラ 11a およびバルブ 11b などにより構成されている。このガス供給機構 11 に対応して、被処理基板 4 と基板保持台 3 との間の伝熱ガスの圧力を監視して制御するためのガス圧力調整機構 12 が設けられており、このガス圧力調整機構 12 は、上述の圧力測定器 12a および圧力調整バルブ 12b などにより構成されている。なお、真空容器 1 には、基板保持台 3 などの残留電荷を除去して次に搬入される被処理基板 4 の表面処理に備えるために、紫外線ランプ 32 および石英ガ

50

ラス 33 からなる紫外線照射手段が設けられている。

【0033】

つぎに、上記真空処理装置の作用について説明する。外部から真空容器 1 の内部に搬入された被処理基板 4 が、突き上げ機構 19 の突き上げピン 19a の上昇および下降によって基板保持台 3 の上面に載置されると、一对の内部電極 7A, 7B には直流電源 8, 9 から高周波フィルタ 10 を介して正負の直流電圧 1.0 kV が印加される。これにより、被処理基板 4 は基板保持台 3 の上面に静電吸着して強固に保持される。一方、真空容器 1 の内部は真空排気手段 2 により真空排気される。

【0034】

つぎに、被処理基板 4 と基板保持台 3 との隙間には、伝熱ガス供給機構 11 によって伝熱ガスを 10 c c / m i n で導入されるとともに、ガス圧力調整機構 12 によって 10 T o r r に調圧される。さらに、真空容器 1 内には、反応ガス供給手段 13 によって反応ガスである C F₄ を 3010 c c / m i n と、O₂ ガスを 5 c c / m i n とが同時に導入されるとともに、200 T o r r に調圧される。この状態において、一对の内部電極 7A, 7B には、高周波電源 14 から高周波電力を 2 分岐させたのちに直流カット用コンデンサ 17 を通して供給される。これにより、一对の内部電極 7A, 7B と上部電極 18 との間にはプラズマが発生して、被処理基板 4 に対して伝熱ガスにより効率良く冷却しながら所望の表面処理（この実施の形態ではドライエッチング）が施される。

【0035】

被処理基板 4 の表面処理が終了すると、高周波電力、反応ガスおよび伝熱ガスの供給をそれぞれ停止したのちに、真空排気手段 2 によって真空容器 1 の内部を真空排気しながら直流電源 8, 9 の出力を停止する。この表面処理が終了した時点では、被処理基板 4 自体のプラズマからの帯電や被処理基板 4 と基板保持台 3 の絶縁層表面との間に存在する残留電荷により、被処理基板 4 が基板保持台 3 に対し静電的に吸着している。したがって、この状態で被処理基板 4 を突き上げ機構 19 で突き上げて基板保持台 3 から強制的に剥離しようとする、被処理基板 4 の搬送トラブルや破損を起こしてしまう。

【0036】

そこで、残留電荷による静電吸着を解消する工程をつぎのように行う。まず、静電吸着が発生しない状態において突き上げ機構 19 に加わる外力を測定して、そのデータを初期設定値として制御手段 21 の記憶部 21a に予め記憶しておく。この測定は以下のようにして行う。すなわち、基板保持台 3 上に単に載置した被処理基板 4 を突き上げ機構 19 の突き上げピン 19a で突き上げると、検出手段 20 には、真空容器 1 側が真空であることから大気圧による押し上げ力と、ペローズ 22 の引っ張りばねによる押し上げ力と、被処理基板 4 の重量による押し下げ力との再現性のある外力が突き上げ機構 19 を通じて加わる。この検出手段 20 が検出する外力の検出データは記憶部 21a に初期設定値として予め設定される。この記憶した初期設定値は、再現性が高いため、突き上げ機構 19 を解体および再組み立てするまで変更する必要がない。

【0037】

そして、実稼働時において、被処理基板 4 の表面処理が終了すると、制御手段 21 により駆動手段 23 が制御されて突き上げ機構 19 の突き上げピン 19a が上昇し、基板保持台 3 に静電吸着している被処理基板 4 に対し突き上げ機構 19 の突き上げピン 19a の先端が接触したときに、検出手段 20 は初期設定値以上の力を検出する。ここで、検出手段 20 は、突き上げ機構 19 の駆動力伝達軸線 X と一軸上に設けられているため、静電吸着力を含む全ての外力を確実に測定できるので、初期設定値をオフセットしてやることにより、静電吸着力のみを極めて正確に測定する。

【0038】

また、制御手段 21 の記憶部 21a には、被処理基板 4 を突き上げ機構 19 による突き上げ力によって破断しないための剪断応力限界値が予め設定記憶されている。実測値を示すと、ペローズ 22 に加わる大気圧の力が 7 k g f、突き上げ機構 19 の突き上げピン 19a の先端が被処理基板 4 に接触したときのペローズ 22 の引っ張りばね力が 1.6 k g f、

10

20

30

40

50

被処理基板 4 の重量が 0.1 k g f であったので、初期設定値を 8.5 k g f に設定した。この初期設定値に 20 k g f を加算した 28.5 k g f を剪断応力限界値として設定した。

【 0 0 3 9 】

したがって、制御手段 2 1 は、検出手段 2 0 による検出データが剪断応力限界に近づく値、例えば 20 k g f に達したと判定部 2 1 b が判別した時点で、駆動手段 2 3 を駆動制御して突き上げ機構 1 9 による突き上げ動作を停止させたのち、突き上げ機構 1 9 を一旦下降させる。このとき、制御手段 2 1 は検出手段 2 0 による検出データを基板冷却制御部 2 8 に対し出力し、基板冷却制御部 2 8 は、ガス供給機構 1 1 の流量コントローラ 1 1 a を制御して被処理基板 4 と基板保持台 3 との隙間に再び伝熱ガスを供給させるとともに、検出データに基づき算出した設定値に対応してガス圧力調整機構 1 2 の圧力測定器 1 2 a と圧力調整バルブ 1 2 b とを制御し、伝熱ガスの圧力を上記の設定値に調圧する。

10

【 0 0 4 0 】

例えば、被処理基板 4 の裏面の表面積が $15^2 \times 3.14 \text{ cm}^2$ である場合、いま、被処理基板 4 の剪断応力限界以下の設定値とした 20 k g f を上記表面積で除算すると、単位面積当たりの静電吸着力を算出できる。ここで、 $1 \text{ k g f} / \text{cm}^2 = 760 \text{ Torr}$ であるから、 $20 \text{ k g f} / (15^2 \times 3.14 \text{ cm}^2) \times 760 = 21.5 \text{ Torr}$ となる。すなわち、基板冷却制御部 2 8 は、圧力測定器 1 2 a の測定値が上記の検出データに基づき算出した 21.5 Torr の圧力値になるよう圧力調整バルブ 1 2 b および流量コントローラ 1 1 a を制御する。これにより、被処理基板 4 と基板保持台 3 との隙間に供給された伝熱ガスの圧力は 21.5 Torr に調圧される。

20

【 0 0 4 1 】

上記状態において、制御手段 2 1 は突き上げ機構 1 9 を再び上昇させるよう制御する。この場合は、流動性が極めて良好なヘリウムガスからなる伝熱ガスが被処理基板 4 と基板保持台 3 との隙間に流入していくので、被処理基板 4 の裏面全体を伝熱ガスの高い圧力による均等な押圧力で押すことと同様の動作となり、その押圧力は、被処理基板 4 を破損させない範囲内で可及的に大きく設定されたものである。そのため、被処理基板 4 には、これの中央部のみを突き上げ機構 1 9 の突き上げピン 1 9 a で突き上げる場合に比較して突き上げ力が格段に効果的、且つ効率的に作用する。その上に、基板保持台 3 のアルミナ誘電体部 2 9 と被処理基板 4 との間の残留電荷は、可及的に高圧に調圧された伝熱ガスを媒体として電氣的に速やかに中和される。この結果、被処理基板 4 と基板保持台 3 との静電吸着力が一挙に減少するので、被処理基板 4 は極めて迅速、且つ円滑に基板保持台 3 から剥離されて、トラブルなく安定に次工程に搬送され、スループットの向上が可能となる。

30

【 0 0 4 2 】

これに対し、図 2 の真空処理装置では、制御手段 2 1 の制御によって突き上げ機構 1 9 が上昇および下降を繰り返して被処理基板 4 を突き上げピン 1 9 a で断続的に突き上げるだけであるから、基板保持台 3 に残留電荷で吸着保持されている被処理基板 4 は、突き上げ機構 1 9 の突き上げピン 1 9 a が接触する部分を基板保持台 3 から少しずつ剥離されたのちに、この剥離が徐々に周囲に広げられていき、被処理基板 4 の基板保持台 3 に対する接触面積も徐々に減少していく。したがって、被処理基板 4 は無理な突き上げ力を受けることなく確実に剥離されるものの、剥離され終わるまでに相当の時間を要することになる。

40

【 0 0 4 3 】

また、上記実施の形態では、検出手段 2 0 による検出データが剪断応力限界に近い所定値に達したと判定部 2 1 b が判別した時点で、伝熱ガスの供給を開始して、その伝熱ガスの圧力を、上記検出データに基づいて基板冷却制御部 2 8 が算出した設定値になるよう制御するようにしたが、検出手段 2 0 による検出データが初期設定値つまり静電吸着力が発生していないときの外力の値を超えた時点から、伝熱ガスの供給を開始して、その伝熱ガスの圧力を、検出データと初期設定値との差に相当する値になるようフィードバック制御するようにしてもよい。この場合には、被処理基板 4 と基板保持台 3 との静電吸着力を可及的早期の時点で効果的に減少させて、被処理基板 4 の基板保持台 3 からの剥離を一層迅速に行うことが可能となる。

50

【0044】

なお、上記実施の形態では、真空処理装置として、反応性イオンエッチング型のドライエッチング装置を例示して説明したが、プラズマの発生手段はこれに限られるものではなく、誘導結合型、ECR型、ヘリコン型または表面波型などのプラズマ発生手段を備えたものにも適用できる。

【0045】

また、ドライエッチング装置に代えて、プラズマCVD装置やスパッタリング装置あるいはアッシング装置などにも本発明を有効に適用できる。さらに、被処理基板4を静電吸着する基板保持台3の静電吸着電極は、正極および負極を用いる双極型のものを例示したが、これに代えて、単極型のものを用いることもできる。

10

【0046】

また、伝熱ガスとしては、ヘリウムガス以外の不活性ガス或いは他のガスを用いることもできる。さらに、伝熱ガスの配管系統は上記実施の形態の系統に限られるものではなく、被処理基板4と基板保持台3との間にガスを供給できる配管系統であればよい。さらにまた、上記実施の形態では、静電吸着型の基板保持台3を用いた場合について説明したが、接地或いは高周波電力が印加される基板保持台であっても、絶縁材料の被処理基板の場合には特に残留電荷による吸着に起因する搬送トラブルが発生するので、このような場合にも本発明を適用して同様の効果を得ることができる。

【0047】

【発明の効果】

20

以上のように、本発明の真空処理装置の基板取り外し制御方法によれば、被処理基板を極めて迅速、且つ円滑に基板保持台から剥離させ、トラブルなく安定に次工程に搬送できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基板取り外し制御方法を適用できる真空処理装置を示す断面構成図。

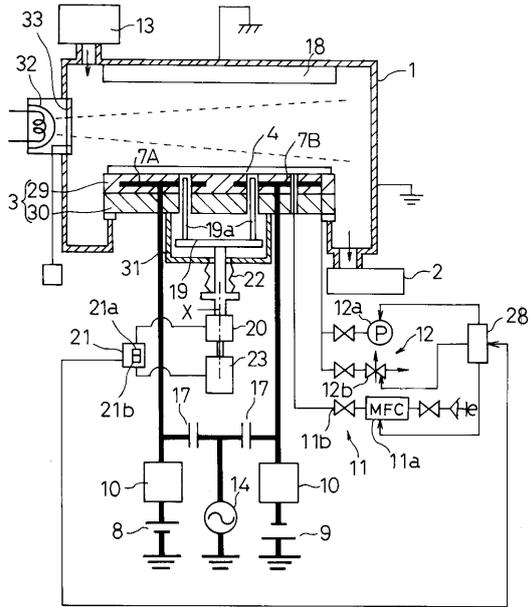
【図2】従来の真空処理装置を示す断面構成図。

【符号の説明】

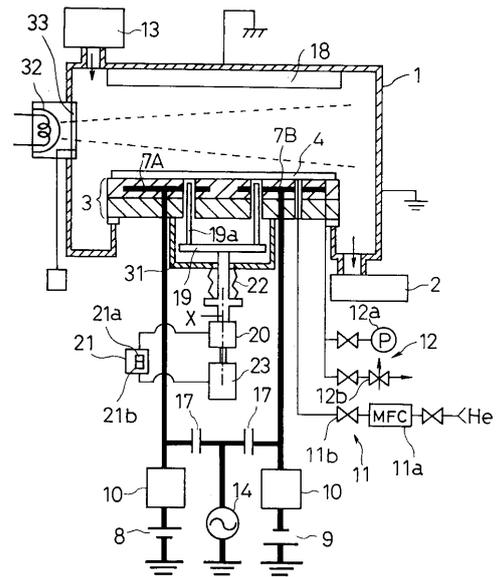
- 1 真空容器
- 2 真空排気手段
- 3 基板保持台
- 4 被処理基板
- 11 伝熱ガス供給手段
- 12 ガス圧力調整機構
- 13 反応ガス供給手段
- 19 突き上げ機構
- 20 検出手段
- 21 制御手段
- 28 基板冷却制御部
- X 駆動力伝達軸線（突き上げ力伝達部）

30

【図1】



【図2】



- | | |
|---------------|--------------------------|
| 1...真空容器 | 13...反応ガス供給手段 |
| 2...真空排气手段 | 19...突き上げ機構 |
| 3...基体保持台 | 20...検出手段 |
| 4...被処理基板 | 21...制御手段 |
| 11...伝熱ガス供給手段 | 28...基板制御部 |
| 12...ガス圧力調整機構 | X...駆動力伝達線
(突き上げ力伝達部) |

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 100255 (JP, A)
特開平05 - 129421 (JP, A)
特開平10 - 163308 (JP, A)
特開平09 - 027541 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L21/67-21/687