

基板洗浄装置、基板乾燥装置、基板搬送装置、基板載置装置、基板処理装置、帯電量制御方法および帯電量制御プログラム

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application claims the benefit of Japanese Priority Patent Application JP 2022-176235 filed on November 2, 2022, the entire contents of which are incorporated herein by reference.

FIELD

【0001】

本開示は、基板洗浄装置、基板乾燥装置、基板搬送装置、基板載置装置、基板処理装置、帯電量制御方法および帯電量制御プログラムに関する。

BACKGROUND

【0002】

CMP（Chemical Mechanical Polishing）等の基板処理装置において、基板の表面が帯電すると、基板の表面に形成された金属製の配線パターンが腐食することが知られている。その対策として、例えば特許文献1には、基板を除電する工程を含む半導体装置の製造方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-069550号公報

【特許文献2】特開2004-273929号公報

SUMMARY

【0004】

[1]

一実施形態によれば、基板を保持して回転させる基板保持回転機構と、前記基板に洗浄液を供給する洗浄液供給部と、前記基板に接触して前記基板を洗浄する洗浄部材と、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置と、前記基板の帯電量を測定する帯電量測定器と、前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装置を制御する制御部と、を備える基板洗浄装置が提供される。

【0005】

[2]

[1]に記載の基板洗浄装置において、前記制御部は、前記帯電量測定器によって測定される帯電量が目標範囲に収まるよう、前記帯電量調整装置を制御してもよい。

【0006】

[3]

[1] または [2] に記載の基板洗浄装置において、
前記目標範囲の下限値は0より高くてもよい。

【0007】

[4]

[2] または [3] に記載の基板洗浄装置において、
前記目標範囲は、前記基板に形成される金属膜の種類に応じて定められてもよい、

【0008】

[5]

[2] 乃至 [4] のいずれかに記載の基板洗浄装置において、
前記制御部は、

前記帯電量測定器によって測定された帯電量が、前記目標範囲の下限値に対応する第1
閾値と、前記目標範囲の上限値に対応する第2閾値と、の間に収まっているか否かを判定
し、

前記帯電量が前記第1閾値を下回っていると判定された場合、前記基板の帯電量が増加
するよう前記帯電量調整装置を制御し、

前記帯電量が前記第2閾値を上回っていると判定された場合、前記基板の帯電量が減少
するよう前記帯電量調整装置を制御してもよい。

【0009】

[6]

[1] 乃至 [5] のいずれかに記載の基板洗浄装置において、

前記基板保持回転機構は、前記基板に接触して前記基板を保持する非導電性の保持部材を
有してもよい。

【0010】

[7]

[1] 乃至 [5] のいずれかに記載の基板洗浄装置において、

前記基板保持回転機構は、前記基板に接触して前記基板を保持する導電性の保持部材を有
し、

前記保持部材は、スイッチを介して基準電位端子に接続されてもよい。

【0011】

[8]

[7] に記載の基板洗浄装置において、

前記制御部は、前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装
置および前記スイッチのオン・オフを制御してもよい。

【0012】

[9]

[1] 乃至 [8] の何れかに記載の基板洗浄装置において、

前記制御部は、前記洗浄液が供給され、前記洗浄部材が前記基板を洗浄している状態で、
前記帯電量調整を制御してもよい。

【0013】

[10]

一実施形態によれば、基板を保持して回転させる基板保持回転機構と、

前記基板を乾燥させるための流体を供給する流体供給部と、
前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置と、
前記基板の帯電量を測定する帯電量測定器と、
前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装置を制御する制御部と、を備える基板乾燥装置が提供される。

【0014】

[11]

一実施形態によれば、研磨後の基板を搬送する基板搬送装置であって、
前記基板を保持する基板保持機構と、
前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置と、
前記基板の帯電量を測定する帯電量測定器と、
前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装置を制御する制御部と、を備える基板搬送装置が提供される。

【0015】

[12]

[11]に記載の基板搬送装置において、
前記基板保持機構は、伸縮するアームに設けられ、
前記帯電量調整装置は、前記アームが縮んだ状態でも伸びた状態でも、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる位置に設置され、
前記帯電量測定器は、前記アームが縮んだ状態でも伸びた状態でも、前記基板の帯電量を測定できる位置に設置されてもよい。

【0016】

[13]

一実施形態によれば、基板を保持する基板保持機構と、
前記基板に液体を供給する液体供給部と、
前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置と、
前記基板の帯電量を測定する帯電量測定器と、
前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装置を制御する制御部と、を備える基板搬送装置が提供される。

【0017】

[14]

一実施形態によれば、基板を研磨する基板研磨装置と、
研磨後の前記基板を洗浄する、[1]乃至[7]のいずれかに記載の基板洗浄装置と、
洗浄後の前記基板を乾燥させる、[10]に記載の基板乾燥装置と、
前記基板研磨装置から前記基板洗浄装置に基板を搬送する、[11]または[12]に記載の基板搬送装置である第1基板搬送装置と、
前記基板洗浄装置から前記基板乾燥装置に基板を搬送する、[11]または[12]に記載の搬送装置である第2基板搬送装置と、を備える基板処理装置が提供される。

【0018】

[15]

一実施形態によれば、回転する基板に洗浄液を供給し、洗浄部材を接触させて前記基板を洗浄しながら、前記基板の帯電量を測定するステップと、

測定された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を備える、基板洗浄時の帯電量制御方法が提供される。

【0019】

[16]

一実施形態によれば、回転する基板に前記基板を乾燥させるための流体を供給しながら、前記基板の帯電量を測定するステップと、

測定された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を備える、基板乾燥時の帯電量制御方法が提供される。

【0020】

[17]

一実施形態によれば、研磨後の基板を搬送しながら、前記基板の帯電量を測定するステップと、

測定された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を備える、基板搬送時の帯電量制御方法が提供される。

【0021】

[18]

一実施形態によれば、保持された研磨後の液体を基板に供給しながら、前記基板の帯電量を測定するステップと、

測定された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を備える、基板載置時の帯電量制御方法が提供される。

【0022】

[19]

一実施形態によれば、基板研磨装置が、基板を研磨するステップと、

研磨後の前記基板を、前記基板研磨装置から基板洗浄装置へ搬送するステップであって、

[17]に記載の基板搬送時の帯電量制御方法における各ステップを含むステップと、

前記基板洗浄装置が、前記基板を洗浄するステップであって、[15]に記載の基板洗浄時の帯電量制御方法における各ステップを含むステップと、

洗浄後の前記基板を、前記基板洗浄装置から基板乾燥装置に搬送するステップであって、

[17]に記載の基板搬送時の帯電量制御方法における各ステップを含むステップと、

前記基板乾燥装置が、前記基板を乾燥させるステップであって、[16]に記載の基板乾燥時の帯電量制御方法における各ステップを含むステップと、を備える基板処理方法が提供される。

【0023】

[20]

一実施形態によれば、コンピュータに、

回転する基板に洗浄液が供給され、洗浄部材を接触させて前記基板を洗浄している状態で測定された前記基板の帯電量を取得するステップと、

取得された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を実行させる、基板洗浄時の帯電量制御プログラムが提供される。

【0024】

[21]

一実施形態によれば、コンピュータに、
回転する基板に前記基板を乾燥させるための流体が供給されている状態で測定された前記基板の帯電量を取得するステップと、

取得された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を実行させる、基板乾燥時の帯電量制御プログラムが提供される。

【0025】

[22]

一実施形態によれば、コンピュータに、
研磨後の基板が搬送されている状態で測定された前記基板の帯電量を取得するステップと、

取得された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を実行させる、基板搬送時の帯電量制御プログラムが提供される。

【0026】

[23]

一実施形態によれば、コンピュータに、
保持された研磨後の基板に液体を供給している状態で測定された前記基板の帯電量を取得するステップと、

取得された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を実行させる、基板載置時の帯電量制御プログラムが提供される。

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

【0027】

【図1】 基板表面の帯電量を変化させた場合のメタルロス量を測定した結果を示すグラフ。

【図2】 基板処理装置100の概略構成図。

【図3A】 基板洗浄装置4の一例を模式的に示す図。

【図3B】 図3Aの変形例である基板洗浄装置4を模式的に示す図。

【図4】 制御部46の内部構成を示すブロック図。

【図5】 制御部46による処理動作の一例を示すフローチャート。

【図6】 帯電量調整の具体例を模式的に示す図。

【図7】 基板洗浄装置4の別の例を模式的に示す図。

【図8】 帯電量調整の具体例を模式的に示す図。

【図9】 基板乾燥装置5の一例を模式的に示す図。

【図10A】 基板搬送装置6の一例を模式的に示す図。

【図10B】 基板搬送装置6の一例を模式的に示す図。

【図11】 基板載置装置7の一例を模式的に示す図。

【図12】 基板処理装置100の全体動作を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0028】

基板の表面の帯電量が多いと、基板の表面に形成された金属膜が腐食する。その理由は、自然電位から表面電位大きく離れることによってアノード反応（以下の（1）式）もしくはカソード反応（以下の（2）式）が起きることによってその対となる反応も起きるためである。それに加え、発明者らの検討によると、基板の表面の帯電量が少なすぎても、金属膜が腐食することが分かった。その理由は、酸化還元電位が大きい薬液の場合、金属表面の電位差が大きくなり腐食反応が進むためであると考えられる。



【0029】

そして、発明者らは帯電量を適切な範囲に制御することによって腐食を抑制できることを実験的に確認した。例えば、図1は、Cuについて、基板表面の帯電量を変化させた場合のメタルロス量を測定した結果をグラフで示したものである。図示のように、基板の表面における帯電量を適正範囲に収めることで、メタルロス量（腐食）を抑制できる。そして、発明者らは適正範囲の下限値を0 kVより高くする（すなわち、完全に除電したり、負に帯電させるのではなく、わずかに正に帯電させておく）のが望ましいことを見出した。

【0030】

そこで、本明細書では、基板の表面の帯電量が適切な範囲となるよう制御することにより、基板の表面に形成された金属膜の腐食を抑制する技術を開示する。以下、本発明に係る実施形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

【0031】

[基板処理装置100の全体構成]

図2は、基板処理装置100の概略構成図である。基板処理装置100は、例えばCMP装置であり、略矩形状のハウジング1と、ハウジング1に隣接して配置されるロードポート2とを備えている。

【0032】

ロードポート2には、複数の基板Wをストックする基板カセット（図示せず）が載置される。基板Wとしては、たとえば半導体ウェハなどを挙げることができる。ただし、処理対象の基板Wは半導体ウェハに限定されるものでなく、ガラス基板、セラミック基板等の半導体装置の製造に用いられる他の種類の基板であってもよい。また、基板Wの少なくとも一方の面には、Cu、Co、Mo等の金属膜が形成されている。以下、金属膜が形成された面を表面と呼ぶ。

【0033】

基板処理装置100は、1以上（図1では4つ）の基板研磨装置3a～3d（これらを特に区別しない場合は「基板研磨装置3」と総称することがある。）と、1以上（図1では2つ）の基板洗浄装置4a、4b（これらを特に区別しない場合は「基板洗浄装置4」と総称することがある。）と、1以上（図1では1つ）の基板乾燥装置5とを備えており、これらはハウジング1の内部に配置される。

【0034】

一例として、基板研磨装置 3 a ～ 3 d はハウジング 1 の長手方向の一辺に沿って配置される。また、基板洗浄装置 4 a, 4 b および基板乾燥装置 5 はハウジング 1 の長手方向の他の一辺に沿って配置される。

【0035】

基板研磨装置 3 は基板 W の表面を研磨する。より具体的には、基板研磨装置 3 は基板 W を回転させながら研磨部材（不図示）を基板 W の表面に押し当てることによって基板 W の表面を研磨する。基板 W と研磨部材との摩擦により、研磨の際に基板 W の表面に帯電することがある。

【0036】

基板洗浄装置 4 は研磨後の基板 W の表面を洗浄する。より具体的には、基板洗浄装置 4 は基板 W を回転させながら洗浄部材（不図示）を基板 W の表面に押し当てることによって基板 W の表面を洗浄する。そのため、洗浄の際に基板 W の表面に帯電することがある。本実施形態では、基板洗浄装置 4 に帯電量制御機構を設けることができる。基板洗浄装置 4 の構成例については後述する。

【0037】

基板乾燥装置 5 は洗浄後の基板 W の表面を乾燥させる。本実施形態では、基板洗浄装置 4 に帯電量制御機構を設けることができる。基板乾燥装置 5 の構成例についても後述する。

【0038】

また、基板処理装置 100 は基板搬送装置 6 a ～ 6 d（これらを特に区別しない場合は「基板搬送装置 6」と総称することがある。）を備えており、これらはハウジング 1 の内部に配置される。

【0039】

基板搬送装置 6 a はロードポート 2 に隣接して配置される。基板搬送装置 6 a は、ロードポート 2 から処理前の基板 W を受け取って基板搬送装置 6 b に渡したり、基板搬送装置 6 b から処理後の基板 W を受け取ったりする。

【0040】

基板搬送装置 6 b はハウジング 1 の中央部において長手方向に延びている。基板搬送装置 6 b は、基板搬送装置 6 a から処理前の基板 W を受け取って基板研磨装置 3 a ～ 3 d のいずれかに搬送したり、基板研磨装置 3 a ～ 3 d から研磨後の基板 W を受け取って基板搬送装置 6 c に渡したり、基板搬送装置 6 d から乾燥後の基板 W を受け取って基板搬送装置 6 a に渡したりする。

【0041】

基板搬送装置 6 c は基板洗浄装置 4 a, 4 b 間に配置される。基板搬送装置 6 c は、基板搬送装置 6 b から研磨後の基板 W を受け取って基板洗浄装置 4 a, 4 b のいずれかに搬送したり、基板洗浄装置 4 a から洗浄後の基板 W を受け取って基板洗浄装置 4 b に搬送したりする。

【0042】

基板搬送装置 6 d は基板洗浄装置 4 b と基板乾燥装置 5 との間に配置される。基板搬送装置 6 d は、基板洗浄装置 4 b から洗浄後の基板 W を受け取って基板乾燥装置 5 に搬送したり、基板乾燥装置 5 から乾燥後の基板 W を受け取って基板搬送装置 6 b に渡したりする。

【0043】

なお、基板研磨装置 3、基板洗浄装置 4、基板乾燥装置 5 および基板搬送装置 6 の配置は

例示にすぎない。基板Wを、基板研磨装置3、基板洗浄装置4および基板乾燥装置5の順に搬送できるような1以上の基板搬送装置6が設けられればよい。そして、本実施形態では、研磨後の基板Wを搬送する基板搬送装置6に帯電量制御機構を設けることができる。基板搬送装置6の構成例については後述する。

【0044】

[基板洗浄装置4の構成例]

図3Aは、基板洗浄装置4の一例を模式的に示す図である。基板洗浄装置4は、基板保持回転機構41と、洗浄液供給ノズル42と、洗浄部材43と、帯電量調整装置44と、帯電量測定器45と、制御部46とを有する。

【0045】

基板保持回転機構41は基板Wを保持して回転させる。具体例として、基板保持回転機構41は、基板Wを水平方向に保持し、基板Wの中心を通る鉛直軸を回転軸として基板Wを回転させる。別の例として、基板保持回転機構41は基板Wを鉛直方向に保持し、基板Wの中心を通る水平軸を回転軸として基板Wを回転させてもよい。

【0046】

基板保持回転機構41は非導電性の保持部材で基板Wを保持するのが望ましい。具体例として、基板保持回転機構41は材質がウレタン等である非導電性チャック（保持部材）を有しており、このチャックが基板Wに接触して保持する。チャックが非導電性である場合、基板Wの表面に蓄積された電荷がチャックを介して放電することはほとんどない。そのため、後述する帯電量の調整が容易になる。

【0047】

洗浄液供給ノズル42は基板Wの表面（すなわち、金属膜が形成された面）に洗浄液を供給する。洗浄液供給ノズル42は、純水を供給する純水ノズル、および、薬液を供給する薬液ノズルのうち少なくとも一方を含んでいてもよい。洗浄液が基板Wの表面に供給されることで、基板W上の電荷量が変化し得る。

【0048】

洗浄部材43は基板Wの表面に接触して基板Wを洗浄する。図3Aに示すように、洗浄部材43はロールスポンジ型であってよい。ロールスポンジ型の洗浄部材43は、その長手方向を回転軸として回転しながら、回転する基板W（回転数は例えば100～200rpm。）の表面に接触する。

【0049】

図3Aの変形例として図3Bに示すように、洗浄部材43はペンシル型であってもよい。ペンシル型の洗浄部材43は、基板Wと平行な面内で回転しながら、かつ、回転する基板W（回転数は例えば1000～2000rpm。）の中心と縁との間を揺動して基板Wの表面に接触する。なお、図3Bに示す基板洗浄装置4の洗浄部材43以外の構成は図3Aに示す基板洗浄装置4と同様であってよい。

【0050】

洗浄部材43は、例えばPVA製であり、回転する基板Wと接触することにより、基板Wの表面における電荷量が増加する。

【0051】

帯電量調整装置44は、後述する制御部46からの制御に応じて、基板Wの表面の帯電量を増加させることもできるし、減少させることもできる。帯電量調整装置44としては、公

知のものを適用すればよい。あるいは、帯電量調整装置44は、帯電量を増加させる帯電器（例えば公知のイオナイザ）と、帯電量を減少させる放電器（例えば公知のコロナ放電機）とから構成されてもよい。

【0052】

帯電量調整装置44の配置位置に特に制限はなく、基板Wの表面の帯電量を調整できる任意の位置、例えば基板Wの30cm程度上方に配置される。望ましくは、帯電量を素早く調整できるよう、帯電量調整装置44は基板Wの直上に配置される。また、基板Wは回転しているので、帯電量調整装置44は必ずしも基板Wの全面の帯電量を調整できなくともよく、例えば、図3Aにおける洗浄部材43の左側半分等、基板Wの一部における帯電量を調整できればよい。また、設ける帯電量調整装置44の数にも特に制限はない。

【0053】

帯電量測定器45は基板Wの表面の帯電量を測定する。測定された帯電量は制御部46に伝達される。帯電量測定器45としては、公知のものを適用すればよい。帯電量測定器45の配置位置に特に制限はなく、基板Wの表面の帯電量を測定できる任意の位置に配置される。基板Wは回転しているので、帯電量測定器45は基板Wの一定面積の領域における帯電量を測定できればよく、全面における帯電量あるいは微小領域における帯電量を測定するものでもなくともよい。また、設ける帯電量測定器45の数にも特に制限はない。ただし、複数個設けるのであれば、基板Wの表面における径方向に並ぶ複数の領域の帯電量を測定できるように配置するのが望ましい。

【0054】

制御部46は、帯電量調整装置44および帯電量測定器45と接続され、帯電量測定器45によって測定された帯電量に応じて、帯電量調整装置44を制御する。詳細には、制御部46は、帯電量測定器45によって測定される帯電量が目標範囲に収まるよう、帯電量調整装置44を制御する。

【0055】

目標範囲は基板Wの表面に形成される金属膜の腐食が抑制される帯電量であり、基板Wの表面に形成される膜種に応じて、例えば実験的に予め定められる。

【0056】

図4は、制御部46の内部構成を示すブロック図である。制御部46は、帯電量取得部461と、判定部462と、帯電量制御部463とを有する。制御部46は、専用装置であってもよいし、パソコン等の汎用コンピュータであってもよい。また、制御部46内の各部は、ハードウェアで実装されてもよいし、ソフトウェアで実現されてもよい。後者の場合、コンピュータのプロセッサが所定のプログラムを実行することにより、各部の機能が実現されてもよい。

【0057】

帯電量取得部461は帯電量測定器45によって測定された帯電量を取得する。判定部462は取得された帯電量に基づいて基板Wの帯電量を調整する必要があるか否かを判定する。帯電量制御部463は、調整する必要があると判定された場合に、基板Wの帯電量を増加または減少させるよう帯電量調整装置44を制御する。

【0058】

図5は、制御部46による処理動作の一例を示すフローチャートである。なお、基板Wの表面に形成された金属膜の種類に応じて、目標範囲が予め定められているものとする。

【0059】

帯電量取得部461は帯電量測定器45によって測定された基板Wの帯電量を取得する(ステップS1)。

【0060】

そして、判定部462は、取得された帯電量および目標範囲に基づいて、帯電量を調整する必要があるか否かを判定する。具体例として、判定部462は、取得された帯電量が、目標範囲の下限值に対応する下側閾値と、目標範囲の上限値に対応する上側閾値との間に収まっているか否かを判定する(ステップS2)。

【0061】

下側閾値は、目標範囲の下限值そのものであってもよいし、下限値より所定値だけ高くてもよいし、下限値より所定値だけ低くてもよい。上側閾値は、目標範囲の上限値そのものであってもよいし、上限値より所定値だけ低くてもよいし、下限値より所定値だけ高くてもよい。

【0062】

なお、帯電量取得部461が複数設けられる場合、ステップS2の判定は、取得された帯電量の統計値(平均値、中央値等)が上側閾値と下側閾値との間に収まっているか否かの判定であってもよい。あるいは、取得された帯電量の最大値が上側閾値を上回っているか否かと、取得された帯電量の最小値が下側閾値を下回っているか否かと、の判定であってもよい。

【0063】

取得された帯電量が下側閾値と上側閾値との間に収まっていると判定された場合、基板Wの帯電量を調整する必要はない(ステップS3a)。取得された帯電量が下側閾値を下回っていると判定された場合、帯電量制御部463は基板Wの帯電量が増加するよう帯電量調整装置44を制御する(ステップS3b)。取得された帯電量が上側閾値を上回っていると判定された場合、帯電量制御部463は基板Wの帯電量が減少するよう帯電量調整装置44を制御する(ステップS3c)。

【0064】

なお、下側閾値が目標範囲の下限值より高く設定される場合、帯電量が目標範囲を下回る前に帯電量を増加するための調整が行われ、帯電量が目標範囲を下回るのを抑えられる。帯電量が目標値を多少下回ることを許容するのであれば、下側閾値が目標範囲の下限值そのものであってもよいし、下限値より少し低くてもよい。上側閾値についても同様である。

【0065】

以上の制御を帯電量が取得される度に行う。帯電量を取得するタイミングは任意であり、例えば一定時間間隔であってもよい。また、以上の制御は、洗浄液が供給され、洗浄部材43が基板Wを洗浄している状態で行われるのが望ましい。洗浄部材43と基板Wとの摩擦や、洗浄液の供給によって基板W上の帯電量は時々刻々と変化するが、リアルタイムに帯電量を制御できるためである。

【0066】

図6は、帯電量調整の具体例を模式的に示す図である。横軸は時間の経過である。そして、時刻t1～t7は制御部46が帯電量測定器45から帯電量を取得するタイミングを示している。縦軸は基板Wの表面の電荷量である。なお、説明を簡略化するため、上側閾値は目標範囲の上限値であり、下側閾値は目標範囲の下限值であるとする。

【0067】

時刻 t 1 では、帯電量が下限値を下回っている。そのため、制御部 4 6 は帯電量が増加するよう帯電量調整装置 4 4 を制御する。これにより帯電量は増加する。

【0068】

時刻 t 2 では、帯電量が上限値を上回っている。そのため、制御部 4 6 は帯電量が減少するよう帯電量調整装置 4 4 を制御する。これにより帯電量は減少する。

【0069】

時刻 t 3 では、帯電量が上限値と下限値との間に収まっている。そのため、制御部 4 6 は帯電量を増加および減少させないよう帯電量調整装置 4 4 を制御する。なお、帯電量調整装置 4 4 が帯電量を増加および減少させないとしても、電荷の放電によって電荷量が減少したり、洗浄部材 4 3 と基板 W との摩擦により電荷量が増加したりすることはある。

【0070】

時刻 t 4 および t 5 でも、帯電量が上限値と下限値との間に収まっている。そのため、制御部 4 6 は帯電量を増加および減少させないよう帯電量調整装置 4 4 を制御する。時刻 t 5 では、所定のプロセスが発生したことに伴い、電荷量が大きく減少したことを示している。

【0071】

時刻 t 6 では、帯電量が下限値を下回っている。そのため、制御部 4 6 は帯電量が増加するよう帯電量調整装置 4 4 を制御する。これにより帯電量は増加する。

【0072】

時刻 t 7 では、帯電量が上限値と下限値との間に収まっている。そのため、制御部 4 6 は帯電量を増加および減少させないよう帯電量調整装置 4 4 を制御する。

このような制御により、基板 W の帯電量を目標範囲から大きく外れないように調整可能となる。

【0073】

以上述べた基板洗浄装置 4 によれば、基板 W の帯電量を適切に調整するため、基板 W の表面に形成された金属膜の腐食を抑えられる。

【0074】

[基板洗浄装置 4 の別の構成例]

続いて、基板洗浄装置 4 の別の構成例を説明する。以下、図 3 A ～図 6 で述べた点と共通する事項は説明を省略する。

【0075】

図 7 は、基板洗浄装置 4 の別の例を模式的に示す図である。図 3 A との違いとして、基板保持回転機構 4 1 は材質が導電性 PEEK 等である導電性チャック（保持部材）を有しており、このチャックが基板 W に接触して保持する。そして、基板洗浄装置 4 はスイッチ 4 7 を有している。このスイッチ 4 7 を介して、チャックは接地端子（基準電圧端子）に接続される。なお、チャックが複数ある場合、そのそれぞれにスイッチ 4 7 が設けられていてもよいし、複数のチャックどうしが導通しており、その複数のチャックに共通する 1 つのスイッチ 4 7 が設けられてもよい。

【0076】

本例では、スイッチ 4 7 がオンすると、チャックは接地端子と導通する。これにより、基板 W は接地され、基板 W 上の電荷が接地端子から放電される。一方、スイッチ 4 7 がオフすると、チャックは接地端子とは絶縁される。この状態では、チャックが非導電性である場合

と同様、基板W上の電荷がチャックを介して放電することはほとんどない。このスイッチ47は制御部46によって制御される。

【0077】

制御部46の内部構成は図4に示すものと同様である。ただし、帯電量制御部463は、帯電量取得部461が取得した帯電量に応じて、スイッチ47のオン・オフを制御する。すなわち、制御部46は、帯電量取得部461が取得した帯電量に応じて、帯電量が目標範囲に収まるよう、帯電量調整装置44および／またはスイッチ47を制御する。

【0078】

制御部46の処理動作は図5に示すものと同様である。ただし、そのステップS3cでは、帯電量を減少させるべく、帯電量制御部463が帯電量調整装置44を制御してもよいし、スイッチ47をオンさせてもよいし、帯電量調整装置44を制御するとともにスイッチ47をオンさせてもよい。電荷量の応答速度はスイッチ47を介した放電の方が早いいため、スイッチ47をオンさせて素早く電荷量を減少させ、補助的に帯電量調整装置44によって電荷量を減少させるのが望ましい。

なお、当然ではあるが、帯電量を減少させる場合以外では、スイッチ47はオフとする。

【0079】

図8は、帯電量調整の具体例を模式的に示す図である。図6との違いとして、時刻t2～t3では、帯電量を減少させるべく、帯電量調整装置44が帯電量を減少させるとともに、スイッチ47がオンすることによって基板W上の電荷を接地端子から放電させて帯電量を減少させてもよい。

【0080】

なお、スイッチ47は基板W上の電荷を減少させるものであるから、帯電量調整装置44がスイッチ47を有すると考えることもできる。この場合、帯電量調整装置44は、帯電量を増加させるための帯電器と、帯電量を減少させるためのスイッチ47から構成されてもよい。

【0081】

また、上述した例では、チャックはスイッチ47を介して接地端子に接続されるが、所定の電位が供給される端子（基準電位端子）に接続されてもよい。この端子に正電位が供給される場合、帯電量を増加させる場合にスイッチ47をオンすればよい。

【0082】

以上述べた基板洗浄装置4によれば、基板保持回転機構41のチャックが導電性であつても基板Wの帯電量を適切に調整できるため、基板Wの表面に形成された金属膜の腐食を抑えられる。

【0083】

[基板乾燥装置5の構成例]

図9は、基板乾燥装置5の一例を模式的に示す図である。以下、上述した基板洗浄装置4と共通する事項は説明を省略ないし簡略化することがある。基板乾燥装置5は、基板保持回転機構51と、乾燥流体供給ノズル52と、帯電量調整装置53と、帯電量測定器54と、制御部55とを有する。

【0084】

基板保持回転機構51は、図3Aの基板保持回転機構41と同様であり、基板Wを保持して回転させる。基板保持回転機構51は非導電性のチャックで基板Wを保持するのが望まし

い。

【0085】

乾燥流体供給ノズル52は基板Wの表面（すなわち、金属膜が形成された面）を乾燥させるための1以上の流体を供給する。乾燥流体供給ノズル52は、純水を供給する純水ノズルと、IPA（Isopropyl Alcohol）を供給するIPAノズルとを含んでいてもよい。これらのノズルはアームによって保持され、基板Wの上方を揺動する。

【0086】

帯電量調整装置53は、図3Aの帯電量調整装置44と同様であり、後述する制御部55からの制御に応じて、基板Wの表面の帯電量を増加させることもできるし、減少させることもできる。

【0087】

帯電量測定器54は、図3Aの帯電量測定器45と同様であり、基板Wの表面の帯電量を測定する。測定された帯電量は制御部55に伝達される。

【0088】

制御部55は、図3Aの制御部46と同様であり、帯電量調整装置53および帯電量測定器54と接続され、帯電量測定器54によって測定された帯電量に応じて、帯電量調整装置53を制御する。

【0089】

制御部55の内部構成は図4に示すものと同様である。また、制御部55の処理動作は図5に示すものと同様である。制御部55による制御は、基板Wを乾燥させるための流体（特に純水）が供給されている状態で行われるのが望ましい。流体の供給によって基板W上の帯電量は時々刻々と変化するが、リアルタイムに帯電量を制御できるためである。

【0090】

なお、基板保持回転機構51のチャックが導電性である場合、図7と同様に、チャックをスイッチを介して接地端子に接続すればよい。

【0091】

[基板搬送装置6の構成例]

図10Aおよび図10Bは、基板搬送装置6の一例を模式的に示す図である。以下、上述した基板洗浄装置4と共通する事項は説明を省略ないし簡略化することがある。基板搬送装置6は、搬送ロボット61と、アーム62と、基板保持機構63と、帯電量調整装置64と、帯電量測定器65と、制御部66とを有する。

【0092】

搬送ロボット61は、移動したり、回転したり、後述するアーム62を伸縮させたりすることにより、保持した基板Wを所望の位置へ搬送する。

【0093】

アーム62は搬送ロボット61に接続され、水平方向に延びている。アーム62は水平方向に伸縮自在である。図10Aはアーム62が伸びた状態を示しており、図10Bはアーム62が縮んだ状態を示している。

【0094】

基板保持機構63はアーム62に固定されており、基板Wを保持する。具体例として、基板保持機構63は基板Wを水平方向に保持する。基板保持機構63は非導電性のチャックで基板Wを保持するのが望ましい。アーム62の伸縮に伴って、基板保持機構63が移動し、

それに伴って保持されている基板Wも移動する。

【0095】

帯電量調整装置64は、図3Aの帯電量調整装置44と同様であり、後述する制御部66からの制御に応じて、基板Wの表面の帯電量を増加させることもできるし、減少させることもできる。帯電量調整装置64は、アーム62の伸縮に追従するように構成してもよいが、装置構成を簡略化すべく所定の位置に固定されていてもよい。後者の場合、アーム62が伸びた状態であっても縮んだ状態であっても、帯電量を調整できる位置に帯電量調整装置64が設置されるのが望ましい。

【0096】

帯電量測定器65は、図3Aの帯電量測定器45と同様であり、基板Wの表面の帯電量を測定する。測定された帯電量は制御部66に伝達される。帯電量測定器65は、アーム62の伸縮に追従するように構成してもよいが、装置構成を簡略化すべく所定の位置に固定されていてもよい。後者の場合、アーム62が伸びた状態であっても縮んだ状態であっても、帯電量を測定できる位置に帯電量測定器65が設置されるのが望ましい。

【0097】

制御部66は、図3Aの制御部46と同様であり、帯電量調整装置64および帯電量測定器65と接続され、帯電量測定器65によって測定された帯電量に応じて、帯電量調整装置64を制御する。

【0098】

制御部66の内部構成は図4に示すものと同様である。また、制御部66の処理動作は図5に示すものと同様である。制御部66による制御は、基板W上に液体（例えば純水）が残った状態の基板Wを搬送しながら行われるのが望ましい。基板Wの搬送に伴って基板W上の液体が動くことで基板W上の帯電量は時々刻々と変化するが、リアルタイムに帯電量を制御できるためである。

【0099】

なお、基板保持機構63のチャックが導電性である場合、図7と同様に、チャックをスイッチを介して接地端子に接続すればよい。

【0100】

[基板載置装置の構成例]

図1には示していないが、基板処理装置100は研磨後の基板Wを載置可能な基板載置装置7（ウエハステーション）を備えていてもよい。そして、この基板載置装置7に帯電量制御機構を設けてもよい。以下では、図3A～図6で述べた点と共通する事項は説明を省略する。

【0101】

図11は、基板載置装置7の一例を模式的に示す図である。基板載置装置7は、基板保持機構71と、液体供給ノズル72と、帯電量調整装置73と、帯電量測定器74とを有する。

【0102】

基板保持機構71は基板Wを保持する。具体例として、基板保持機構71は基板Wを水平方向に保持する。基板保持機構71は非導電性のチャックで基板Wを保持するのが望ましい。

【0103】

液体供給ノズル72は基板Wの表面（すなわち、金属膜が形成された面）に洗浄液を供給する。液体供給ノズル72は、純水を供給する純水ノズル、および、薬液を供給する薬液ノズルのうち少なくとも一方を含んでもよい。液体が基板Wの表面に供給されることで、基板W上の電荷量が変化し得る。

【0104】

帯電量調整装置73は、図3Aの帯電量調整装置44と同様であり、後述する制御部75からの制御に応じて、基板Wの表面の帯電量を増加させることもできるし、減少させることもできる。

【0105】

帯電量測定器74は、図3Aの帯電量測定器45と同様であり、基板Wの表面の帯電量を測定する。測定された帯電量は制御部75に伝達される。

【0106】

制御部75は、図3Aの制御部46と同様であり、帯電量調整装置73および帯電量測定器74と接続され、帯電量測定器74によって測定された帯電量に応じて、帯電量調整装置73を制御する。

【0107】

制御部75の内部構成は図4に示すものと同様である。また、制御部75の処理動作は図5に示すものと同様である。制御部75による制御は、基板W上に液体（例えば純水）が供給されている状態で行われるのが望ましい。液体の供給によって基板W上の帯電量は時々刻々と変化するが、リアルタイムに帯電量を制御できる。

【0108】

なお、基板保持機構71のチャックが導電性である場合、図7と同様に、チャックをスイッチを介して接地端子に接続すればよい。

【0109】

[基板処理装置100の全体動作]

図12は、基板処理装置100の全体動作を示すフローチャートである。

まず、基板搬送装置6が処理対象の基板Wを基板研磨装置3に搬送する（ステップS11）。この基板Wは研磨が行われる前であるから、この基板搬送装置6は電荷量の調整を行わなくてもよい。

次いで、基板研磨装置3が基板Wを研磨する（ステップS12）。

【0110】

次いで、基板搬送装置6が基板研磨装置3から基板洗浄装置4へ研磨後の基板Wを搬送する（ステップS13）。この搬送を行う基板搬送装置6は図10Aおよび図10Bで説明したものであってよく、電荷量の調整を行いつつ搬送するのが望ましい。

【0111】

次いで、基板洗浄装置4が基板Wを洗浄する（ステップS14）。この洗浄を行う基板洗浄装置4は図3A、図3Bおよび図7で説明したもののいずれかであってよく、電荷量の調整を行いつつ洗浄を行うのが望ましい。

【0112】

次いで、基板搬送装置6が基板洗浄装置4から基板乾燥装置5へ洗浄後の基板Wを搬送する（ステップS15）。この搬送を行う基板搬送装置6は図10Aおよび図10Bで説明したものであってよく、電荷量の調整を行いつつ搬送するのが望ましい。

【0113】

次いで、基板乾燥装置5が基板Wを洗浄する（ステップS16）。この乾燥を行う基板乾燥装置5は図9で説明したものであってよく、電荷量の調整を行いつつ乾燥を行うのが望ましい。

【0114】

次いで、基板搬送装置6が基板乾燥装置5から外部へ乾燥後の基板Wを搬送する（ステップS17）。乾燥処理によって基板Wの表面は乾燥した状態になっているから、この基板搬送装置6は電荷量の調整を行わなくてもよい。

【0115】

基板Wの帯電量は基板W上の液体（例えば純水）が動くことによって変動するため、研磨後から乾燥までの各工程（ステップS13～S16）で帯電量の調整を行うのが望ましい。

【0116】

以上述べた本実施形態によれば、基板Wの表面の電荷量を適切に調整するため、基板Wの表面に形成された金属膜の腐食を抑制できる。

【0117】

本明細書で述べた各機能部の任意の一部または全部をプログラムによって実現するようにしてもよい。本明細書で言及したプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に非一時的に記録して頒布されてもよいし、インターネットなどの通信回線（無線通信も含む）を介して頒布されてもよいし、任意の端末にインストールされた状態で頒布されてもよい。

【0118】

上記の記載に基づいて、当業者であれば、本発明の追加の効果や種々の変形例を想到できるかもしれないが、本発明の態様は、上述した個々の実施形態には限定されるものではない。特許請求の範囲に規定された内容およびその均等物から導き出される本発明の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲で種々の追加、変更および部分的削除が可能である。

例えば、本明細書において1台の装置（あるいは部材、以下同じ）として説明されるもの（図面において1台の装置として描かれているものを含む）を複数の装置によって実現してもよい。逆に、本明細書において複数の装置として説明されるもの（図面において複数の装置として描かれているものを含む）を1台の装置によって実現してもよい。あるいは、ある装置に含まれるとした手段や機能の一部または全部が、他の装置に含まれるようにしてもよい。

【0119】

また、本明細書に記載された事項の全てが必須の要件というわけではない。特に、本明細書に記載され、特許請求の範囲に記載されていない事項は任意の付加的事項といえることができる。

【0120】

なお、本出願人は本明細書の「先行技術文献」欄の文献に記載された文献公知発明を知っているにすぎず、本発明は必ずしも同文献公知発明における課題を解決することを目的とするものではないことにも留意されたい。本発明が解決しようとする課題は本明細書全体を考慮して認定されるべきものである。例えば、本明細書において、特定の構成によって所定の効果を奏する旨の記載がある場合、当該所定の効果の裏返しとなる課題が解決されるということもできる。ただし、必ずしもそのような特定の構成を必須の要件とする趣旨ではない。

【符号の説明】

【0121】

- 100 基板処理装置
 - 1 ハウジング
 - 2 ロードポート
 - 3, 3a～3d 基板研磨装置
 - 4, 4a, 4b 基板洗浄装置
 - 41 基板保持回転機構
 - 42 洗浄液供給ノズル
 - 43 洗浄部材
 - 44 帯電量調整装置
 - 45 帯電量測定器
 - 46 制御部
 - 461 帯電量取得部
 - 462 判定部
 - 463 帯電量制御部
 - 47 スイッチ
 - 5 基板乾燥装置
 - 51 基板保持回転機構
 - 52 乾燥流体供給ノズル
 - 53 帯電量調整装置
 - 54 帯電量測定器
 - 55 制御部
 - 6, 6a～6d 基板搬送装置
 - 61 搬送ロボット
 - 62 アーム
 - 63 基板保持機構
 - 64 帯電量調整装置
 - 65 帯電量測定器
 - 66 制御部
 - 7 基板載置装置
 - 71 基板保持機構
 - 72 液体供給ノズル
 - 73 帯電量調整装置
 - 74 帯電量測定器

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

基板を保持して回転させる基板保持回転機構と、
前記基板に洗浄液を供給する洗浄液供給部と、
前記基板に接触して前記基板を洗浄する洗浄部材と、
前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置と、
前記基板の帯電量を測定する帯電量測定器と、
前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装置を制御する制御部と、を備える基板洗浄装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記帯電量測定器によって測定される帯電量が目標範囲に収まるよう、前記帯電量調整装置を制御する、請求項 1 に記載の基板洗浄装置。

【請求項 3】

前記目標範囲の下限値は 0 より高い、請求項 2 に記載の基板洗浄装置。

【請求項 4】

前記目標範囲は、前記基板に形成される金属膜の種類に応じて定められる、請求項 2 または 3 に記載の基板洗浄装置。

【請求項 5】

前記制御部は、
前記帯電量測定器によって測定された帯電量が、前記目標範囲の下限値に対応する第 1 閾値と、前記目標範囲の上限値に対応する第 2 閾値と、の間に収まっているか否かを判定し、
前記帯電量が前記第 1 閾値を下回っていると判定された場合、前記基板の帯電量が増加するよう前記帯電量調整装置を制御し、
前記帯電量が前記第 2 閾値を上回っていると判定された場合、前記基板の帯電量が減少するよう前記帯電量調整装置を制御する、請求項 2 または 3 に記載の基板洗浄装置。

【請求項 6】

前記基板保持回転機構は、前記基板に接触して前記基板を保持する非導電性の保持部材を有する、請求項 1 または 2 に記載の基板洗浄装置。

【請求項 7】

前記基板保持回転機構は、前記基板に接触して前記基板を保持する導電性の保持部材を有し、
前記保持部材は、スイッチを介して基準電位端子に接続される、請求項 1 または 2 に記載の基板洗浄装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装置および前記スイッチのオン・オフを制御する、請求項 7 に記載の基板洗浄装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記洗浄液が供給され、前記洗浄部材が前記基板を洗浄している状態で、前記帯電量調整を制御する、請求項 1 または 2 に記載の基板洗浄装置。

【請求項 10】

基板を保持して回転させる基板保持回転機構と、

前記基板を乾燥させるための流体を供給する流体供給部と、
前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置と、
前記基板の帯電量を測定する帯電量測定器と、
前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装置を制御する制御部と、を備える基板乾燥装置。

【請求項 1 1】

研磨後の基板を搬送する基板搬送装置であって、
前記基板を保持する基板保持機構と、
前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置と、
前記基板の帯電量を測定する帯電量測定器と、
前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装置を制御する制御部と、を備える基板搬送装置。

【請求項 1 2】

前記基板保持機構は、伸縮するアームに設けられ、
前記帯電量調整装置は、前記アームが縮んだ状態でも伸びた状態でも、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる位置に設置され、
前記帯電量測定器は、前記アームが縮んだ状態でも伸びた状態でも、前記基板の帯電量を測定できる位置に設置される、請求項 1 1 に記載の基板搬送装置。

【請求項 1 3】

基板を保持する基板保持機構と、
前記基板に液体を供給する液体供給部と、
前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置と、
前記基板の帯電量を測定する帯電量測定器と、
前記帯電量測定器によって測定された帯電量に応じて、前記帯電量調整装置を制御する制御部と、を備える基板搬送装置。

【請求項 1 4】

基板を研磨する基板研磨装置と、
研磨後の前記基板を洗浄する、請求項 1 または 2 に記載の基板洗浄装置と、
洗浄後の前記基板を乾燥させる、請求項 1 0 に記載の基板乾燥装置と、
前記基板研磨装置から前記基板洗浄装置に基板を搬送する、請求項 1 1 または 1 2 に記載の基板搬送装置である第 1 基板搬送装置と、
前記基板洗浄装置から前記基板乾燥装置に基板を搬送する、請求項 1 1 または 1 2 に記載の搬送装置である第 2 基板搬送装置と、を備える基板処理装置。

【請求項 1 5】

回転する基板に洗浄液を供給し、洗浄部材を接触させて前記基板を洗浄しながら、前記基板の帯電量を測定するステップと、
測定された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を備える、基板洗浄時の帯電量制御方法。

【請求項 1 6】

回転する基板に前記基板を乾燥させるための流体を供給しながら、前記基板の帯電量を測定するステップと、
測定された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電

量調整装置を制御するステップと、を備える、基板乾燥時の帯電量制御方法。

【請求項 17】

研磨後の基板を搬送しながら、前記基板の帯電量を測定するステップと、
測定された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電
量調整装置を制御するステップと、を備える、基板搬送時の帯電量制御方法。

【請求項 18】

保持された研磨後の液体を基板に供給しながら、前記基板の帯電量を測定するステップ
と、
測定された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電
量調整装置を制御するステップと、を備える、基板載置時の帯電量制御方法。

【請求項 19】

基板研磨装置が、基板を研磨するステップと、
研磨後の前記基板を、前記基板研磨装置から基板洗浄装置へ搬送するステップであって、
請求項 17 に記載の基板搬送時の帯電量制御方法における各ステップを含むステップと、
前記基板洗浄装置が、前記基板を洗浄するステップであって、請求項 15 に記載の基板洗
浄時の帯電量制御方法における各ステップを含むステップと、
洗浄後の前記基板を、前記基板洗浄装置から基板乾燥装置に搬送するステップであって、
請求項 17 に記載の基板搬送時の帯電量制御方法における各ステップを含むステップと、
前記基板乾燥装置が、前記基板を乾燥させるステップであって、請求項 16 に記載の基板
乾燥時の帯電量制御方法における各ステップを含むステップと、を備える基板処理方法。

【請求項 20】

コンピュータに、
回転する基板に洗浄液が供給され、洗浄部材を接触させて前記基板を洗浄している状態で
測定された前記基板の帯電量を取得するステップと、
取得された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電
量調整装置を制御するステップと、を実行させる、基板洗浄時の帯電量制御プログラム。

【請求項 21】

コンピュータに、
回転する基板に前記基板を乾燥させるための流体が供給されている状態で測定された前記
基板の帯電量を取得するステップと、
取得された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電
量調整装置を制御するステップと、を実行させる、基板乾燥時の帯電量制御プログラム。

【請求項 22】

コンピュータに、
研磨後の基板が搬送されている状態で測定された前記基板の帯電量を取得するステップ
と、
取得された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電
量調整装置を制御するステップと、を実行させる、基板搬送時の帯電量制御プログラム。

【請求項 23】

コンピュータに、
保持された研磨後の基板に液体を供給している状態で測定された前記基板の帯電量を取得
するステップと、

取得された帯電量に応じて、前記基板の帯電量を増加および減少させることができる帯電量調整装置を制御するステップと、を実行させる、基板載置時の帯電量制御プログラム。