

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6341035号
(P6341035)

(45) 発行日 平成30年6月13日(2018.6.13)

(24) 登録日 平成30年5月25日(2018.5.25)

(51) Int.Cl.

H01L 21/304 (2006.01)
H01L 21/306 (2006.01)

F 1

H01L 21/304 643 A
H01L 21/304 648 G
H01L 21/306 R

請求項の数 21 (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願2014-195493 (P2014-195493)

(22) 出願日

平成26年9月25日 (2014.9.25)

(65) 公開番号

特開2016-66740 (P2016-66740A)

(43) 公開日

平成28年4月28日 (2016.4.28)

審査請求日

平成29年2月10日 (2017.2.10)

(73) 特許権者 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂五丁目3番1号

(74) 代理人 110002756

特許業務法人弥生特許事務所

(74) 代理人 100091513

弁理士 井上 俊夫

(74) 代理人 100162008

弁理士 瀧澤 宣明

(72) 発明者 東 博之

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i

(72) 発明者 z タワー 東京エレクトロン株式会社内

五師 源太郎

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i

(72) 発明者 z タワー 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板液処理方法、基板液処理装置、及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の中央部に、第1処理液を第1流量にて供給する第1処理液供給工程と、

前記第1処理液の液膜が基板の少なくとも被処理領域に形成された状態で、前記第1処理液供給工程を行いながら、前記基板の周縁部に第2処理液を供給する第2処理液供給工程と、

第2処理液供給工程の後、前記基板の周縁部に、第2処理液の供給を行いながら、基板の中央部に、第1処理液を第1流量よりも少ない第2流量にて供給する第3処理液供給工程と、を含み。

前記第1流量は、前記第2処理液の供給がない状態で、基板全面に液膜が形成できる流量であり、前記第2流量は、前記第2処理液の供給がない状態で、基板全面に液膜が形成できない流量であることを特徴とする基板液処理方法。

【請求項 2】

前記基板中央部に前記第1処理液を前記第1流量で供給しながら、前記基板の中央部と外周端との間に前記第2処理液を供給する際に、前記第2処理液は、前記第2処理液が基板に供給されていない条件下で、前記基板に前記第1処理液を前記第2流量で供給したときに形成される液膜の外周端に相当する位置が液膜で覆われる位置に供給されることを特徴とする請求項1に記載の基板液処理方法。

【請求項 3】

前記第2処理液は、前記第1処理液と混合可能であることを特徴とする請求項1または2に記載の基板液処理方法。

【請求項4】

基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の中央部に、第1処理液を第1流量にて供給する第1処理液供給工程と、

前記第1処理液の液膜が基板の少なくとも被処理領域に形成された状態で、前記第1処理液供給工程を行いながら、前記基板の周縁部に第2処理液を供給する第2処理液供給工程と、

第2処理液供給工程の後、前記基板の周縁部に、第2処理液の供給を行いながら、基板の中央部に、第1処理液を第1流量よりも少ない第2流量にて供給する第3処理液供給工程と、10を含み、

前記第2流量と、前記第2処理液の供給流量との合計の流量は、前記第1流量よりも少ないことを特徴とする基板液処理方法。

【請求項5】

前記第2処理液は、前記第1処理液と混合可能であることを特徴とする請求項4に記載の基板液処理方法。

【請求項6】

前記第1処理液及び前記第2処理液は、純水であることを特徴とする請求項3または5に記載の基板液処理方法。

【請求項7】

前記第2処理液は、前記第1処理液よりも表面張力が低いことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一つに記載の基板液処理方法。

【請求項8】

前記第1処理液は純水であり、前記第2処理液はイソプロピルアルコールであることを特徴とする請求項7に記載の基板液処理方法。

【請求項9】

前記第2処理液は、前記鉛直軸線周りに基板と同方向に回転する回転円の上流側から下流側へ向けて供給され、側面側から見た前記供給方向と、基板の表面とが成す角度₂が5°以上、15°以下の範囲内となるように、前記基板に供給されることを特徴とする請求項1ないし8のいずれか一つに記載の基板液処理方法。

【請求項10】

前記第2処理液は、前記回転円の接線方向に沿って、または前記回転円の径方向内側から外側へ向けて供給され、上面から見た前記第2処理液の供給方向と、前記接線方向との成す角度₁が0°以上、45°以下の範囲内となるように、前記基板に供給されることを特徴とする請求項9に記載の基板液処理方法。

【請求項11】

基板を水平姿勢で保持し、鉛直軸線周りに回転させる基板保持部と、

前記基板保持部に保持された基板の中央部に第1処理液を供給する第1ノズルと、

前記基板の周縁部に、第2処理液を供給する第2ノズルと、

前記第1ノズルから、回転する基板の中央部に、前記第1処理液を第1流量にて供給することと、前記第1処理液の液膜が基板の少なくとも被処理領域に形成された状態で、前記第2ノズルから、前記第2処理液を供給することと、次に、前記第2処理液の供給を行いながら、前記第1ノズルから基板の中央部への第1処理液の供給流量を第1流量よりも少ない第2流量とすることと、を実行させる制御部と、を備え、40

前記第1流量は、前記第2処理液の供給がない状態で、基板全面に液膜が形成できる流量であり、前記第2流量は、前記第2処理液の供給がない状態で、基板全面に液膜が形成できない流量であることを特徴とする基板液処理装置。

【請求項12】

前記基板の中央部に前記第1処理液を前記第1流量で供給しながら、前記基板の中央部と外周端との間に前記第2ノズルにより前記第2処理液を供給する際に、前記第2処理液50

は、前記第2処理液が前記基板に供給されていない条件下で、基板に前記第1処理液を前記第2流量で供給したときに形成される液膜の外周端に相当する位置が液膜で覆われる位置に供給されることを特徴とする請求項1_1に記載の基板液処理装置。

【請求項1_3】

前記第2処理液は、前記第1処理液と混合可能であることを特徴とする請求項1_1または1_2に記載の基板液処理装置。

【請求項1_4】

基板を水平姿勢で保持し、鉛直軸線周りに回転させる基板保持部と、

前記基板保持部に保持された基板の中央部に第1処理液を供給する第1ノズルと、

前記基板の周縁部に、第2処理液を供給する第2ノズルと、

10

前記第1ノズルから、回転する基板の中央部に、前記第1処理液を第1流量にて供給することと、前記第1処理液の液膜が基板の少なくとも被処理領域に形成された状態で、前記第2ノズルから、前記第2処理液を供給することと、次に、前記第2処理液の供給を行なながら、前記第1ノズルから基板の中央部への第1処理液の供給流量を第1流量よりも少ない第2流量とすることと、を実行させる制御部と、を備え、

前記第2流量と、第2ノズルからの第2処理液の供給流量との合計の流量は、前記第1流量よりも少ないと特徴とする基板液処理装置。

【請求項1_5】

前記第2処理液は、前記第1処理液と混合可能であることを特徴とする請求項1_4に記載の基板液処理装置。

20

【請求項1_6】

前記第1処理液及び前記第2処理液は、純水であることを特徴とする請求項1_3または1_5に記載の基板液処理装置。

【請求項1_7】

前記第2処理液は、前記第1処理液よりも表面張力が低いことを特徴とする請求項1_1ないし1_3のいずれか一つに記載の基板液処理装置。

【請求項1_8】

前記第1処理液は純水であり、前記第2処理液はイソプロピルアルコールであることを特徴とする請求項1_7に記載の基板液処理装置。

【請求項1_9】

30

前記第2ノズルは、前記鉛直軸線周りに基板と同方向に回転する回転円の上流側から下流側へ向けて第2処理液を吐出し、側面側から見た前記第2の処理液の吐出方向と、基板の表面とが成す角度₂が5°以上、15°以下の範囲内となるように配置されていることを特徴とする請求項1_1ないし1_8のいずれか一つに記載の基板液処理装置。

【請求項2_0】

前記第2ノズルは、前記回転円の接線方向に沿って、または前記回転円の径方向内側から外側へ第2処理液を吐出し、上面から見た前記第2処理液の吐出方向と、前記接線方向との成す角度₁が0°以上、45°以下の範囲内となるように配置されていることを特徴とする請求項1_9に記載の基板液処理装置。

【請求項2_1】

40

水平姿勢で鉛直軸線周りに回転する基板に第1処理液を供給して基板の液処理を行う基板液処理装置に用いられるコンピュータプログラムを格納したコンピュータ読み取可能な記憶媒体であって、

前記コンピュータプログラムは、請求項1_1ないし1_0のいずれか一つに記載された基板液処理方法を実行させるようにステップが組まれていることを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板に処理液を供給して基板の液処理を行う技術に関する。

【背景技術】

50

【0002】

半導体ウエハなどの基板（以下、ウエハという）に薬液処理、リンス処理などの液処理を施す際に採用される最も一般的な手法は、基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させた状態で基板の中央部に処理液を供給することである（例えば特許文献1）。この場合、基板の中央部に供給された処理液は遠心力により拡散し、処理液によって液処理が行われる領域である被処理領域を含む、基板の表面全体が処理液の液膜により覆われる。

【0003】

この液処理の際に処理液によって覆われていない部位が基板の表面に存在すると、様々な問題が生じる。例えば薬液処理の場合には処理が不均一になる。また、例えばパターンが形成された基板をD I W (Deionized Water)などの純水でリンス処理する場合には、
パターン内に前工程の処理液（例えば薬液）が残留し、リンス処理が不十分になる。
10

【0004】

処理液によって基板表面を覆うためには、基板の回転速度と処理液の流量に影響を受ける。基板の回転速度が高いほど、処理液の液膜は広がりやすいが、処理液の飛散（例えばカップの外側への飛散）の問題があるため好ましくない。また、処理液の流量が大きいほど、処理液の液膜は基板の表面全体に広がりやすいが、処理液の使用量の増加の問題がある。処理液の使用量を増やすことなく基板表面を液膜で覆うことが求められている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2009-59895号公報：段落0060～0071
20

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

本発明は、より少ない処理液の使用量で、基板の被処理領域を処理液の液膜で覆うことができる技術を提供するものである。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

第1の発明の基板液処理方法は、基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の中央部に、第1処理液を第1流量にて供給する第1処理液供給工程と、
30

前記第1処理液の液膜が基板の少なくとも被処理領域に形成された状態で、前記第1処理液供給工程を行いながら、前記基板の周縁部に第2処理液を供給する第2処理液供給工程と、

第2処理液供給工程の後、前記基板の周縁部に、第2処理液の供給を行いながら、基板の中央部に、第1処理液を第1流量よりも少ない第2流量にて供給する第3処理液供給工程と、を含み、

前記第1流量は、前記第2処理液の供給がない状態で、基板全面に液膜が形成できる流量であり、前記第2流量は、前記第2処理液の供給がない状態で、基板全面に液膜が形成できない流量であることを特徴とする。

また、第2の発明の基板液処理方法は、基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の中央部に、第1処理液を第1流量にて供給する第1処理液供給工程と、
40

前記第1処理液の液膜が基板の少なくとも被処理領域に形成された状態で、前記第1処理液供給工程を行いながら、前記基板の周縁部に第2処理液を供給する第2処理液供給工程と、

第2処理液供給工程の後、前記基板の周縁部に、第2処理液の供給を行いながら、基板の中央部に、第1処理液を第1流量よりも少ない第2流量にて供給する第3処理液供給工程と、を含み、

前記第2流量と、前記第2処理液の供給流量との合計の流量は、前記第1流量よりも少ないことを特徴とする。

【0008】

前記基板液処理方法は、下記の構成を備えていてもよい。

(a) 第1の発明において、前記基板中央部に前記第1処理液を前記第1流量で供給しながら、前記基板の中央部と外周端との間に前記第2処理液を供給する際に、前記第2処理液は、前記第2処理液が基板に供給されていない条件下で、前記基板に前記第1処理液を前記第2流量で供給したときに形成される液膜の外周端に相当する位置が液膜で覆われる位置に供給されること。

(b) 前記第2処理液は、前記第1処理液と混合可能であること。この場合、例えば、前記第1処理液及び第2処理液は、純水であること。または第1の発明において、前記第2処理液は、前記第1処理液よりも表面張力が低いこと。この場合、前記第1処理液は純水であり、前記第2処理液はイソプロピルアルコールであること。10

(c) 前記第2処理液は、前記鉛直軸線周りに基板と同方向に回転する回転円の上流側から下流側へ向けて供給され、側面側から見た前記供給方向と、基板の表面とが成す角度₂が5°以上、15°以下の範囲内となるように、前記基板に供給されること。また、前記第2処理液は、前記回転円の接線方向に沿って、または前記回転円の径方向内側から外側へ向けて供給され、上面から見た前記第2処理液の供給方向と、前記接線方向との成す角度₁が0°以上、45°以下の範囲内となるように、前記基板に供給されること。

10

20

【発明の効果】

【0009】

本発明は、第1処理液によって基板の被処理領域に液膜を形成した後に、基板の周縁部に第2処理液を供給することにより、表面張力によって液膜が小さくなろうとする作用が抑えられる。この結果、第1処理液単独で被処理領域に液膜を形成可能な第1流量よりも少ない第2流量にまで第1処理液の供給流量を低減しても、前記液膜が被処理領域を覆った状態を維持して基板の液処理を行い、基板の表面のパーティクルを減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態に係る処理ユニットを備えた基板処理システムの概要を示す平面図である。

30

【図2】前記処理ユニットの概要を示す縦断側面図である。

【図3】前記処理ユニットの平面図である。

【図4】前記処理ユニットを第1、第2ノズルと共に示した縦断側面図である。

【図5】ウエハに対する前記第2ノズルの配置状態を示す平面図である。

【図6】ウエハに対する前記第2ノズルの配置状態を示す側面図である。

【図7】前記第1ノズルの構成を示す拡大図である。

【図8】前記第1、第2ノズルを用いた液処理の動作の流れを示す流れ図である。

【図9】前記液処理の動作を示す第1の説明図である。

40

【図10】前記液処理の動作を示す第2の説明図である。

【図11】前記液処理の動作を示す第3の説明図である。

【図12】ウエハの表面に形成された液膜の状態を示す説明図である。

【図13】第2ノズルから供給されたアシスト液の作用を示す説明図である。

【図14】他の例に係る液処理の動作を示す説明図である。

【図15】前記処理ユニットの他の構成例を示す縦断側面図である。

【図16】参考例1に係る第1の説明図である。

【図17】参考例1に係る第2の説明図である。

【図18】比較例1に係る説明図である。

【図19】比較例2に係る説明図である。

50

【発明を実施するための形態】**【0011】**

図1は、本実施形態に係る基板処理システムの概略構成を示す図である。以下では、位置関係を明確にするために、互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸を規定し、Z軸正方向を鉛直上向き方向とする。

【0012】

図1に示すように、基板処理システム1は、搬入出ステーション2と、処理ステーション3とを備える。搬入出ステーション2と処理ステーション3とは隣接して設けられる。

【0013】

搬入出ステーション2は、キャリア載置部11と、搬送部12とを備える。キャリア載置部11には、複数枚の基板、本実施形態では半導体ウエハ（以下ウエハW）を水平状態で収容する複数のキャリアCが載置される。10

【0014】

搬送部12は、キャリア載置部11に隣接して設けられ、内部に基板搬送装置13と、受渡部14とを備える。基板搬送装置13は、ウエハWを保持するウエハ保持機構を備える。また、基板搬送装置13は、水平方向および鉛直方向への移動ならびに鉛直軸を中心とする旋回が可能であり、ウエハ保持機構を用いてキャリアCと受渡部14との間でウエハWの搬送を行う。

【0015】

処理ステーション3は、搬送部12に隣接して設けられる。処理ステーション3は、搬送部15と、複数の処理ユニット16とを備える。複数の処理ユニット16は、搬送部15の両側に並べて設けられる。20

【0016】

搬送部15は、内部に基板搬送装置17を備える。基板搬送装置17は、ウエハWを保持するウエハ保持機構を備える。また、基板搬送装置17は、水平方向および鉛直方向への移動ならびに鉛直軸を中心とする旋回が可能であり、ウエハ保持機構を用いて受渡部14と処理ユニット16との間でウエハWの搬送を行う。

【0017】

処理ユニット16は、基板搬送装置17によって搬送されるウエハWに対して所定の基板処理を行う。30

【0018】

また、基板処理システム1は、制御装置4を備える。制御装置4は、たとえばコンピュータであり、制御部18と記憶部19とを備える。記憶部19には、基板処理システム1において実行される各種の処理を制御するプログラムが格納される。制御部18は、記憶部19に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって基板処理システム1の動作を制御する。

【0019】

なお、かかるプログラムは、コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体に記録されていたものであって、その記憶媒体から制御装置4の記憶部19にインストールされたものであってもよい。コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体としては、たとえばハードディスク（H D）、フレキシブルディスク（F D）、コンパクトディスク（C D）、マグネットオプティカルディスク（M O）、メモリカードなどがある。40

【0020】

上記のように構成された基板処理システム1では、まず、搬入出ステーション2の基板搬送装置13が、キャリア載置部11に載置されたキャリアCからウエハWを取り出し、取り出したウエハWを受渡部14に載置する。受渡部14に載置されたウエハWは、処理ステーション3の基板搬送装置17によって受渡部14から取り出されて、処理ユニット16へ搬入される。

【0021】

処理ユニット16へ搬入されたウエハWは、処理ユニット16によって処理された後、50

基板搬送装置 17 によって処理ユニット 16 から搬出されて、受渡部 14 に載置される。そして、受渡部 14 に載置された処理済のウエハ W は、基板搬送装置 13 によってキャリア載置部 11 のキャリア C へ戻される。

【0022】

図 2 に示すように、処理ユニット 16 は、チャンバ 20 と、基板保持機構 30 と、処理流体供給部 40 と、回収カップ 50 とを備える。

【0023】

チャンバ 20 は、基板保持機構 30 と処理流体供給部 40 と回収カップ 50 とを収容する。チャンバ 20 の天井部には、FFU (Fan Filter Unit) 21 が設けられる。FFU 21 は、チャンバ 20 内にダウンフローを形成する。

10

【0024】

基板保持機構 30 は、保持部 31 と、支柱部 32 と、駆動部 33 とを備える。保持部 31 は、ウエハ W を水平に保持する。支柱部 32 は、鉛直方向に延在する部材であり、基端部が駆動部 33 によって回転可能に支持され、先端部において保持部 31 を水平に支持する。駆動部 33 は、支柱部 32 を鉛直軸まわりに回転させる。かかる基板保持機構 30 は、駆動部 33 を用いて支柱部 32 を回転させることによって支柱部 32 に支持された保持部 31 を回転させ、これにより、保持部 31 に保持されたウエハ W を回転させる。

【0025】

処理流体供給部 40 は、ウエハ W に対して処理流体を供給する。処理流体供給部 40 は、処理流体供給源 70 に接続される。

20

【0026】

回収カップ 50 は、保持部 31 を取り囲むように配置され、保持部 31 の回転によってウエハ W から飛散する処理液を捕集する。回収カップ 50 の底部には、排液口 51 が形成されており、回収カップ 50 によって捕集された処理液は、かかる排液口 51 から処理ユニット 16 の外部へ排出される。また、回収カップ 50 の底部には、FFU 21 から供給される気体を処理ユニット 16 の外部へ排出する排気口 52 が形成される。

【0027】

以上に概略構成を説明した処理ユニット 16 は、本発明の基板液処理装置に相当する。例えば当該処理ユニット 16 に設けられた既述の処理流体供給部 40 は、処理流体として、ウエハ W の表面の自然酸化物を除去するための DHF (Diluted HydroFluoric acid) を供給する。次いで、ウエハ W の rinsing 处理を行うために rinsing 液である DIW (第 1 処理液) を供給する。さらに処理ユニット 16 は、rinsing 洗浄の際に、ウエハ W の全面に rinsing 液の液膜が形成された状態を維持するためのアシスト用の処理液 (以下、「アシスト液」ともいう) である DIW (第 2 処理液) の供給を行う第 2 処理液供給部 60 を備える。

30

以下、これら処理流体供給部 40 、第 2 処理液供給部 60 の詳細な構成について図 3 ~ 図 7 を参照しながら説明する。

【0028】

図 3 に示すように、処理ユニット 16 は回収カップ 50 が設けられたチャンバ 20 内に処理流体供給部 40 と第 2 処理液供給部 60 とを備え、搬入出口 201 を介してチャンバ 20 内に搬入されたウエハ W の処理を行う。搬入出口 201 はシャッタ 202 によって開閉される。

40

図 1 を用いて説明したように、搬送部 15 の両側に並べて設けられた複数の処理ユニット 16 は、各々、搬入出口 201 を搬送部 15 側に向けて配置されている。図 3 ~ 図 5 には、新たに X' 軸、Y' 軸、Z' 軸を用いて各処理ユニット 16 内の方向を示してある。これらの軸方向は、搬入出口 201 が設けられている方向を Y' 軸方向の前方側とし、この Y' 軸に直交する Y' 軸、Z' 軸を規定した。また Z' 軸正方向を鉛直上向き方向とした。

【0029】

図 3、図 4 に示すように、処理流体供給部 40 は、第 1 ノズル 400 を備えたノズルヘ

50

ッド41と、このノズルヘッド41が先端部に取り付けられたノズルアーム42と、ノズルアーム42の基端部を支持し、当該基端部を回転軸としてノズルアーム42を水平方向に回転させる回転駆動部43と、を備えている。回転駆動部43は、ウエハWにDHFやリンス液の供給を行うための、当該ウエハWの中央部上方側に設定された処理位置（図4参照）と、回収カップ50の側方に退避した退避位置（図3参照）との間で第1ノズル400を移動させる。

また回転駆動部43は、ノズルアーム42を回転させるときの高さ位置と、ウエハWに処理流体（DHFやリンス液）を供給するための下方側の高さ位置との間で、ノズルアーム42を昇降させる。

【0030】

ノズルアーム42には、第1ノズル400に接続された供給管（後述の先端側供給管401、基端側供給管403）が設けられ、この供給管401、403は、リンス液供給路711、DHF供給路713に接続されている。各供給路711、713は、既述の処理流体供給源70を構成するDIW供給源701及びDHF供給源702に接続されている。これらDIW供給源701、DHF供給源702は、各々処理流体の貯留部やポンプ、流量調節バルブなどを備え、制御部18からの制御信号に従って各処理流体を第1ノズル400に供給する。

【0031】

ここで図7に示すように、ノズルアーム42に配設される供給管401、403は、中央部の継手部402を挟んで、先端側の先端側供給管401と基端側の基端側供給管403との間で配管径が異なっている。基端側の基端側供給管403は、相対的に配管径が細く、例えばその内径2が4mmとなっている。これに対して、第1ノズル400が設けられている先端側供給管401は、相対的に配管径が太く、例えばその内径1は6mmである。

【0032】

ウエハWの中央に供給された処理流体（DHFやリンス液）は、ウエハWの表面に着液する際に液跳ねが発生しやすい。液跳ねの発生を抑えるためには、処理流体の供給管の配管径を太くして、処理流体の流速を下げ、ウエハWへの着液時の衝突力を低減することが好ましい。しかしながら、第1ノズル400に接続された供給管全体の配管径を太くしてしまうと、供給管内に保持される処理流体の液量が増大する。この結果、図示しない開閉弁により処理流体の供給を停止した際に、開閉弁より下流側に残留する処理流体に働く慣性力が大きくなってしまい、意図しない位置にて第1ノズル400から処理流体が滴下する現象（いわゆる「ボタ落ち」）が発生しやすくなる。

【0033】

ここで本例においては、第1ノズル400に近い、先端側供給管401から第1ノズル400の先端までの配管径を太くして処理流体のウエハWへの着液時の衝突力を低減する一方、基端側の基端側供給管403の配管径を細くすることにより、供給管401、403内に保持される処理流体の液量の増大を抑えている。この結果、ウエハWへ処理流体を供給する際の液跳ねの発生を抑えつつ、第1ノズル400からのボタ落ちの発生を抑制している。

【0034】

ここで、処理流体が吐出される際の流速を下げるためには、先端部の第1ノズル400の内径のみを太くすればよいようにも思われる。しかしながら、この場合内径が変化した箇所で処理液の流れが乱れ、乱れた状態で処理液が吐出されるため、ウエハの着液時に液跳ねが発生しやすくなる。液跳ねの発生を抑えるためには、図7に示すように第1ノズル400の上流側の水平部分において配管径を太くすることが好ましい。

なお、図4には第1ノズル400を1つだけ示してあるが、ノズルヘッド41には、DHF、リンス液を別々に供給する2つの第1ノズル400を設けて各第1ノズル400とリンス液供給路711、DHF供給路713との間を先端側供給管401、基端側供給管403を介して接続してもよい。

10

20

30

40

50

【0035】

図3、図4に示すように、アシスト液の供給を行う第2処理液供給部60は、例えばチャンバ20に対するウエハWの搬入出が行われる搬入出口201から見て、回収カップ50を挟んで処理流体供給部40と対向する位置に配置されている。

第2処理液供給部60は、第2ノズル600を備えたノズルヘッド61と、このノズルヘッド61が先端部に取り付けられたノズルアーム62と、ノズルアーム62の基端部を支持し、当該基端部を回転軸としてノズルアーム62に水平方向の回転動作、及び上下方向の昇降動作を実行する回転駆動部63と、を備えている。

【0036】

前記回転駆動部63は、リンス処理が行われているウエハWの周縁部にアシスト液を供給するための、当該ウエハWの周縁部上方側に設定された処理位置（図4参照）と、回収カップ50の側方に退避した退避位置（図3参照）との間で第1ノズル400を移動させる。また回転駆動部63は、処理位置に移動してきた第2ノズル600を、ノズルアーム62の昇降動作によって、回転移動時の高さ位置から、ウエハWにアシスト液を供給する際の高さ位置まで降下させる。

【0037】

図5、図6は、ノズルヘッド61に取り付けられた第2ノズル600の配置状態、即ち、第2ノズル600からアシスト液が吐出、供給される方向を示している。第2ノズル600は、鉛直軸線周りに回転する円形のウエハW（回転円）の上流側から下流側へ向けて、ウエハWの接線方向に沿って（図5中に実線で示した第2ノズル600参照）、またはウエハWの径方向内側から外側へ（図5中に破線で示した第2ノズル600参照）アシスト液を吐出するように配置されている。

また図5に示すように、ウエハWを上面から見たときのアシスト液の吐出方向と、ウエハWの接線方向との成す角度₁は、0°以上、45°以下の範囲内となるように設定される。

【0038】

さらに図6に示すように、ウエハWを側面側から見たとき（図5には第2処理液供給部60の配置位置側から第2ノズル600を見た状態を示してある）のアシスト液の吐出方向と、ウエハWの表面とが成す角度₂は5°以上、15°以下の範囲内となるように設定されている。

【0039】

ノズルアーム62には、第2ノズル600に接続された不図示の供給管が設けられ、その基端側はアシスト液供給路712に接続されている（図4）。このアシスト液供給路712は、既述のDIW供給源701に接続され、制御部18からの制御信号に従ってアシスト液であるDIWが第2ノズル600に供給される。

【0040】

以上に説明した構成を備える処理ユニット16の作用について図8の流れ図、図9～図11の作用図、及び図12、図13の概念図を用いて説明する。

処理対象の例えば直径300mmのウエハWは、基板搬送装置17によって搬送部15内を搬送され、搬入出口201を介して当該ウエハWの処理を行う処理ユニット16内に搬入された後、保持部31上の保持ピン311に受け渡される。ウエハWを受け渡した基板搬送装置17が処理ユニット16から退避すると、シャッタ202によって搬入出口201が閉じられる。

【0041】

次いで、退避位置に退避している第1ノズル400をウエハWの中央部上方の処理位置まで移動させると共に、ウエハWを鉛直軸線周りに回転させる。ウエハWが所定の回転速度に到達したら、当該ウエハWに対して第1ノズル400から所定量のDHFを供給する。ウエハWの表面に着液したDHFは、遠心力の作用によりその表面に広がり、ウエハWの表面全体を覆う。この結果、被処理領域（例えば半導体装置の形成領域）を含むウエハWの全面にDHFが供給され、ウエハWの表面の自然酸化物を除去する液処理が実行され

10

20

30

40

50

る。そして、所定時間だけ D H F の供給を行ったら、第 1 ノズル 4 0 0 からの D H F の供給を停止する。

【 0 0 4 2 】

次いで、第 1 ノズル 4 0 0 から供給する処理流体をリノンス液 (D I W) に切り替えて、ウエハ W のリノンス処理を行う。本例の処理ユニット 1 6 は、このリノンス処理の際に第 2 ノズル 6 0 0 からアシスト液 (D I W) を供給することにより、第 1 ノズル 4 0 0 からのリノンス液の供給量を低減しつつ、ウエハ W の全面にリノンス液の液膜が形成された状態を維持する。

【 0 0 4 3 】

図 8 及び図 9 ~ 図 1 1 を参照しながらリノンス処理の動作説明を行うと、D H F による液処理の終了時、第 2 処理液供給部 6 0 はアシスト液の供給を行うウエハ W の周縁部の上方位置へ向けて第 2 ノズル 6 0 0 を移動させる。また、基板保持機構 3 0 (基板保持部) は、ウエハ W の回転速度をリノンス処理時の回転速度、例えば 5 0 0 ~ 1 5 0 0 r p m に調節する (スタート)。
10

【 0 0 4 4 】

第 2 ノズル 6 0 0 の移動、ウエハ W の回転速度調整を終えたら、第 1 ノズル 4 0 0 からウエハ W の中央部に、第 1 流量、例えば 2 . 0 ~ 2 . 5 L / 分のリノンス液を供給する (図 8 のステップ S 1 0 1、図 9)。ここで第 1 流量は第 1 ノズル 4 0 0 から単独でリノンス液を供給したときにウエハ W の全面に液膜 L を形成可能な流量に設定されている。従って、ウエハ W は被処理領域を含む表面全体にリノンス液の液膜 L が形成された状態となる。なお図 9 に示した例では、この時点では第 1 ノズル 4 0 0 からのアシスト液の供給は行っていない。
20

【 0 0 4 5 】

次いで、第 1 ノズル 4 0 0 から第 1 流量でリノンス液の供給を行いながら、第 2 ノズル 6 0 0 からウエハ W の周縁部に対し、例えば 0 . 1 ~ 0 . 5 L / 分の流量でアシスト液の供給を開始する (図 8 のステップ S 1 0 2、図 1 0)。第 2 ノズル 6 0 0 から供給されたアシスト液は、ウエハ W の周縁部にてリノンス液の液膜 L に合流し、リノンス液とともにウエハ W を覆う液膜 L の一部を形成する。

【 0 0 4 6 】

ここで図 5、図 6 を用いて説明したように、ウエハ W の回転方向の上流側から下流側へ向けて第 2 ノズル 6 0 0 を傾けて配置することにより、アシスト液の使用量を低減することができる。さらに、ウエハ W の表面に形成されたリノンス液の液膜 L にアシスト液が合流する際、液跳ねの発生を抑えることもできる。その結果、液跳ねによって生じたリノンス液のミストが乾燥時にウエハ W に付着することによるパーティクルの発生を抑制することができる。
30

なお、図 8 のステップ S 1 0 1、1 0 2、図 9、図 1 0 では、第 1 ノズル 4 0 0 、第 2 ノズル 6 0 0 の作用を明確にするために、第 1 ノズル 4 0 0 からのリノンス液の供給開始後、第 2 ノズル 6 0 0 からのアシスト液の供給を開始する例を示したが、これらのリノンス液とアシスト液の供給動作は同時に開始してもよい。また、アシスト液の供給を先に開始しておき、その後、リノンス液の供給を行う順序で各液の供給を開始する場合も排除されない。
40

【 0 0 4 7 】

第 2 ノズル 6 0 0 からアシスト液の供給を行い、ウエハ W の表面の液体の流れが安定した状態となったら、第 2 ノズル 6 0 0 からのアシスト液の供給を継続しながら、第 1 ノズル 4 0 0 から供給されるリノンス液の流量を既述の第 1 流量よりも少ない第 2 流量、例えば 1 . 0 ~ 1 . 5 L / 分に調節する (図 8 のステップ S 1 0 3、図 1 1)。ここで、第 2 流量は第 2 ノズル 6 0 0 からアシスト液が供給されている条件下にて、ウエハ W の全面に液膜 L を形成した状態を維持可能な流量に設定されている。またこの第 2 流量は、第 2 ノズル 6 0 0 からアシスト液が供給されていない条件下では、リノンス液に働く表面張力の影響により、ウエハ W の全面に液膜 L を形成した状態を維持できない流量である。
50

【0048】

ここで図12、図13を参照しながらアシスト液の作用について説明する。図12は、アシスト液の供給を行っていない条件下で、第1ノズル400から第2流量 F_2 の rins 液を供給した場合の rins 液の液膜 L の状態を示している。液膜 L の外周端位置の P 点においては、回転するウエハ W 遠心力や、ウエハ W の中央部側の rins 液が周縁部側の rins 液を押し流そうとする力などが作用する(図12中、「f」と記してある)。これらの力は、ウエハ W の径方向外側へ向けて働き、液膜 L を外側へ向けて広げようとする。

【0049】

一方で、P 点において rins 液とウエハ W の表面との間に働く表面張力 γ_1 、及び rins 液と周囲の雰囲気(空気)との間に働く表面張力 γ_2 の水平成分が、ウエハ W の径方向内側へ向けて作用する。これらの力は、ウエハ W の径方向内側へ向けて働き、液膜 L はウエハ W の中央部に小さく集まろうとする。

ウエハ W の表面においては、これらの力のバランスにより、液膜 L の直径が決定される。また、余剰な rins 液は液膜 L から千切れて液滴となり、ウエハ W の外周側へ流れた後、ウエハ W から振り切られる。

【0050】

図12に示した例のように、ウエハ W の表面が rins 液の液膜 L で覆われていない領域が生じると、ウエハ W 面内の被処理領域において十分な rins 処理が行われない。その結果、ウエハ W の表面に DHF の成分が残存し、パーティクルが発生する原因となる。

【0051】

そこで図12の状態から、第1ノズル400のみを用いてウエハ W の全面に rins 液の液膜 L を形成しようとすると、ウエハ W の回転速度を高くしたり、 rins 液の供給流量を増やしたりして、液膜 L を押し広げなければならない。しかしながら、ウエハ W の回転速度を高くすると rins 液の飛散のおそれが生じ、 rins 液の供給流量を増やすと rins 液の使用量が増大する。

【0052】

そこで本例の処理ユニット16は、第2ノズル600からウエハ W の周縁部にアシスト液を供給することにより、P点を液膜 L で覆って表面張力が働く状態とができる。この結果、第1ノズル400単独でウエハ W の全面に液膜 L を形成することが可能な第1流量 F_1 よりも少ない、第2流量 F_2 の rins 液にてウエハ W の全面を液膜 L で覆うことが可能となる。

【0053】

ここでアシスト液として用いられる液体は、 rins 液と混合可能であることが望ましい。アシスト液として DIW を用いる場合には、 DIW 同士は混合可能であるので、この要求を満たす。

【0054】

またアシスト液の供給流量 F_A については、第1ノズル400から供給する rins 液の流量を第1流量 F_1 から第2流量 F_2 に減らしたとき、ウエハ W の全面に液膜 L を形成した状態を維持できる流量であれば特段の限定はない。但し、DIW の使用量を削減する観点からは、アシスト液と第2流量との合計の流量が、第1流量よりも少ないと($F_A + F_2 < F_1$)がほしい。

【0055】

また、先に例示した rins 液、アシスト液の供給流量の範囲(ウエハ W の回転速度 500 ~ 1500 rpm にて第1流量 $F_1 = 2.0 \sim 2.5 \text{ L/min}$ 、第2流量 $F_2 = 1.0 \sim 1.5 \text{ L/min}$ 、アシスト液の供給流量 $F_A = 0.1 \sim 0.5 \text{ L/min}$)のように、実際においても「 $F_A + F_2 < F_1$ 」の要件を満たしつつ、さらに第2流量よりも少ないとアシスト液の供給流量にて、ウエハ W の全面に液膜 L が形成された状態を維持できることを実験的に確認している(後述の実験結果参照)。

【0056】

ウエハ W の処理の説明に戻ると、第1ノズル400から供給される rins 液の流量を第

10

20

30

40

50

2 流量に調節した後、所定の時間が経過してウエハWの全面の rins 处理が完了したら、第 1、第 2 ノズル 400、600 からの rins 液及びアシスト液の供給を停止する。そして、ウエハWの回転を継続し、ウエハWの表面に残存する液体を振り切って、ウエハWを乾燥させる（図 8 のステップ S104）。このとき、ウエハWの表面に液滴が残らないようするために、例えば IPA (IsoPropyl Alcohol) などの液体溶剤を乾燥処理用の液体として供給してもよい。

ウエハWを乾燥させたら、ウエハWの回転を停止し、搬入出口 201 から基板搬送装置 17 を進入させて、基板保持機構 30 からウエハWを受け取り、処理を終えたウエハWを処理ユニット 16 から搬出する（エンド）。

【0057】

10

本実施の形態に係る処理ユニット 16 によれば以下の効果がある。第 1 ノズル 400 から供給された rins 液（第 1 処理液）によって形成された液膜 L の周縁部に、第 2 ノズル 600 からアシスト液（第 2 処理液）を供給することにより、表面張力によって液膜 L が小さくなろうとする作用が抑えられる。この結果、第 1 ノズル 400 からの rins 液単独でウエハWの全面に液膜 L を形成可能な第 1 流量よりも少ない第 2 流量にまで rins 液の供給流量を低減しても、液膜 L がウエハWの全面を覆った状態を維持することができる。その結果、十分な rins 处理が行われないことによるパーティクルの発生を抑制することができる。

第 2 流量に rins 液とアシスト液との合計の供給量は、第 1 流量よりも少ない供給量であるので、 rins 液の飛散（例えばカップの外側への飛散）を抑制することもできる。

20

【0058】

ここでアシスト液を用いて、ウエハWの全面に液膜 L を形成するに必要な流量を第 1 流量から第 2 流量に低減する本発明が適用される液処理に用いられる処理液（第 1 処理液）は、 rins 液に限定されない。例えば既述の DHF の他、ウエハW表面のパーティクルや有機性の汚染物質を除去するためのアルカリ性の薬液である SC1 液（アンモニアと過酸化水素水の混合液）や、金属汚染の除去を行う SC2（塩酸、過酸化水素水及び純水の混合溶液）など、各種の薬液を第 1 処理液とする液処理に対しても、本発明は適用できる。また、 rins 液は DIW に限定されない。例えばアンモニア水、オゾン水、炭酸水であつてもよい。

【0059】

30

また、アシスト液として用いられる第 2 処理液についても DIW 以外の液体を用いてよい。例えば図 14 には、第 1 ノズル 400 から供給される第 1 処理液が DIW であるとき、第 2 ノズル 600 からは、第 2 処理液として IPA を供給する例が記載されている。IPA は DIW と混合可能であり、さらに、IPA は、DIW よりも表面張力が小さい。このため、第 2 ノズル 600 の供給位置を中央部へ近づけても、液膜 L、L' がウエハW の全面を覆った状態を維持することができる。第 1 ノズル 400 から供給される rins 液の流量を第 2 流量よりも少なくしても、液膜 L、L' がウエハW の全面を覆った状態を維持することができる。したがって、アシスト液が DIW の時よりも少ない処理液の使用量で、基板の被処理領域を処理液の液膜で覆うことができる。

【0060】

40

さらにアシスト液の供給を行う第 2 ノズル 600 は、回転移動するノズルアーム 62 の先端部に設けて処理位置と退避位置との間を移動自在に構成する場合に限定されない。例えば図 15 に示すように、処理ユニット 16 内に第 2 ノズル 600a を固定して配置してもよい。図 15 の例では、回収カップ 50 の上面側の開口部近傍位置に第 2 ノズル 600a を固定してある。

【0061】

この他、第 2 ノズル 600、600a は、ウエハWの周縁部の 1箇所のみにアシスト液の供給を行う場合に限定されるものではなく、例えばウエハWの周方向に向けて間隔を開けて複数の第 2 ノズル 600、600a を配置してもよい。さらには、図 8 のステップ S102 においてアシスト液の供給を開始するときと、続くステップ S103 において、第

50

1ノズル400から供給される第1処理液の流量を低減するときとで、別の第2ノズル600、600aを用い、アシスト液の供給位置を変更してもよい。

【0062】

そして、アシスト液の供給開始後に調整を行うパラメータは、第1処理液の供給流量（第1流量 第2流量）のみには限られない。前記流量調整に加え、ウエハWの回転速度を低くして、処理液の飛散の発生を抑えてもよい。

【0063】

これらに加え、第1ノズル400から供給される第1処理液によって液膜Lが形成される範囲は、ウエハWの全面でなくてもよい。例えば第1処理液による被処理領域がウエハWの外周端よりも内側に離れた位置に形成されている場合には、被処理領域よりも外方側の領域は必ずしも液膜Lで覆われた状態とならなくてもよい。この場合には、第2ノズル600、600aは、第1流量で供給され、被処理領域を覆った液膜Lの周縁部にアシスト液を供給するように、アシスト液の供給位置が設定される。10

【0064】

第1処理液によって処理される基板の種類についても円形の半導体ウエハに限定されるものではない。例えばフラットパネルディスプレイ用の角型のガラス基板の液処理を行う処理ユニット16に対しても本発明は適用することができる。この場合には、中心から端部までの径方向の寸法が変化する角型基板の全面に第1処理液の液膜Lを形成するため、例えば角型基板の形状に対応した凹部を備えた円板形状のホルダーに角型基板を収容し、図9～図11に示した手法を用いて液処理を行ってもよい。20

【実施例】

【0065】

（実験）鉛直線軸周りに回転するウエハWの表面にDIWを供給して、ウエハWの表面に広がる液膜Lの状態を観察した。なお具体的なパラメータの開示を避ける趣旨で、実験条件は所定の範囲内の値として示してある。

A. 実験条件

（参考例1）直径300mmのウエハWを500～1500rpmの範囲の回転速度N[rpm]で回転させ、第1ノズル400から1.0～1.5L/分の範囲内の第2流量F₂にて第1処理液であるDIWを供給した。しかる後、ウエハWの表面に形成された液膜Lの周縁部に、第2ノズル600から0.1～0.5L/分の範囲内の流量F_Aにてアシスト液（第2処理液）であるDIWを供給した。そして、第1ノズル400、第2ノズル600からのDIWの供給を継続しながら、第2ノズル600からアシスト液が供給される位置を、ウエハWの周縁部まで径方向に移動させた。ウエハWとDIWとの接触角は90°である。30

（比較例1）参考例1において、第2ノズル600からのアシスト液の供給を行わなかった。

（比較例2）回転速度及びDIWの接触角が参考例1と同様の条件のウエハWに対し、ウエハWの中央部、周縁部、及びこれら中央部と周縁部との間の位置の3箇所に向けて、3本の第1ノズル400から、流量F₂/3ずつの（合計流量は第2流量F₂に等しい）DIWを供給した。40

【0066】

B. 実験結果

参考例1の結果を図16、図17に示し、比較例1、2の結果を各々図18、図19に示す。これらの図は、ウエハWにDIWを供給したときに液膜Lが形成される領域を模式的に示している。

第1ノズル400から単独で第2流量F₂のDIWを供給したとき、ウエハWには中央部側の領域にのみ液膜Lが形成された。この液膜Lの周縁部に第2ノズル600から流量F_AのDIWをアシスト液として供給し（図16）、第2ノズル600をウエハWの径向外側へ向けて移動させたところ、第1ノズル400からのDIWの供給量を増やさなくとも、ウエハWの全面が液膜Lによって覆われた状態となった（図17）。50

【0067】

図16、図17に示した参考例1の結果によれば、ウエハWの全面にDIWの液膜Lを形成するのに十分な第1流量F₁のDIWを第1ノズル400単独で供給した後、ウエハWの周縁部(液膜Lの周縁部)に第2ノズル600からアシスト液を供給することにより、第1ノズル400から供給されるDIWを第2流量F₂まで低減しても、ウエハWの全面に液膜Lが形成された状態を維持できることが分かる。

【0068】

これに対して図18の比較例1に示すように、第1ノズル400から第2流量F₂のDIWを供給するだけでは、ウエハWの全面は液膜Lで覆われた状態とはならなかった。また、図19の比較例2に示すように、DIWの供給開始当初から、ウエハWの径方向の離れた位置に分散して供給しても、外方側に供給されたDIWが内側の液膜Lを引き寄せる作用は見られず、外方側の2本の第1ノズル400から供給されたDIWは、ウエハWの回転方向に沿って筋状に伸びる線を描くだけであった。10

【0069】

これら比較例1、2の結果から、液処理の開始当初からウエハWの中央部に第2流量F₂の第1処理液を供給し、ウエハWの周縁部に流量F_Aのアシスト液(第2処理液)を供給しても、第1処理液の液膜LをウエハWの全面に広げる作用は得られないことが分かる。第1流量F₁にて第1処理液を供給し、ウエハWの全面に液膜Lを形成されているときにアシスト液を供給する図9～図11の操作を行うことにより、第1処理液の供給量を第2流量F₂に低減できるといえる。20

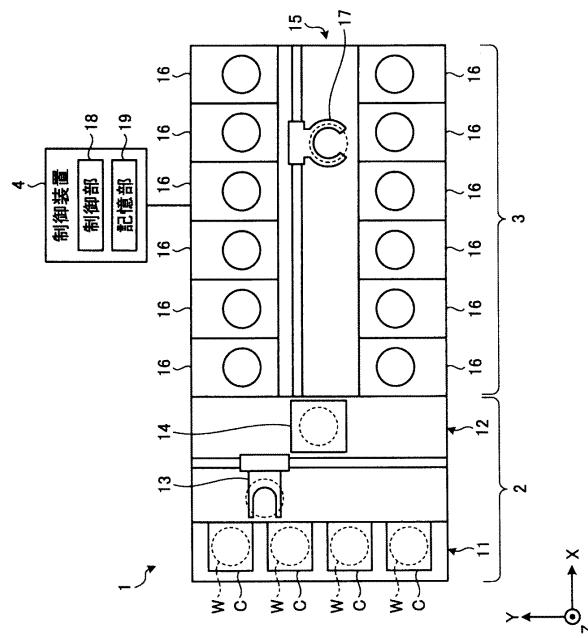
【符号の説明】

【0070】

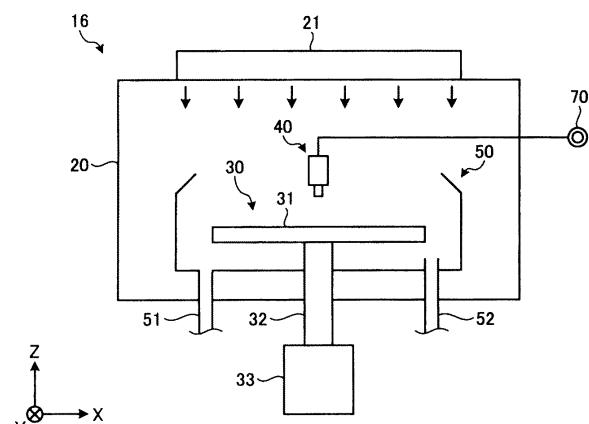
W	ウエハ
L、L'	液膜
1	基板処理システム
16	処理ユニット
18	制御部
30	基板保持機構
31	保持部
40	処理流体供給部
400	第1ノズル
60	第2処理液供給部
600、600a	第2ノズル

2030

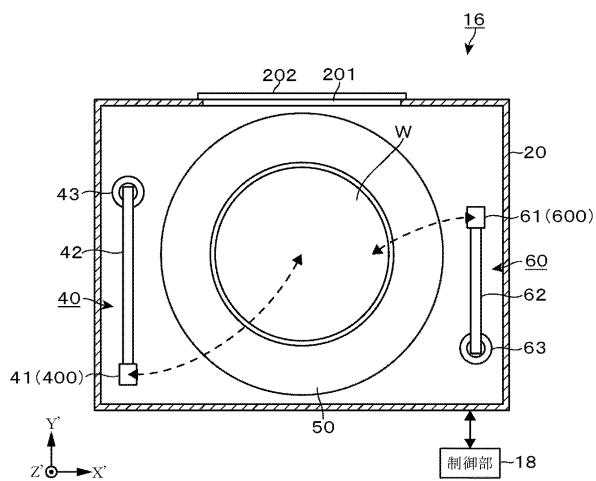
【図1】



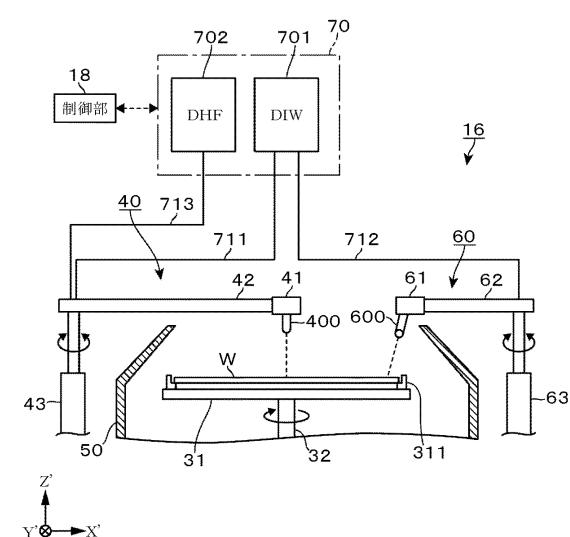
【図2】



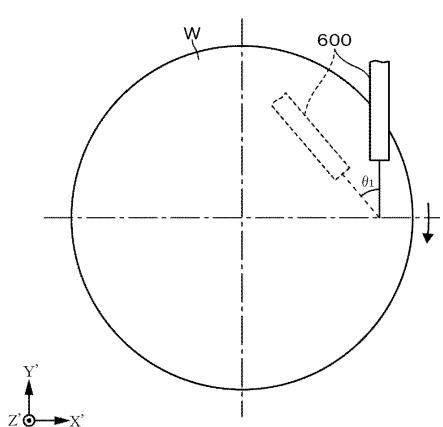
【図3】



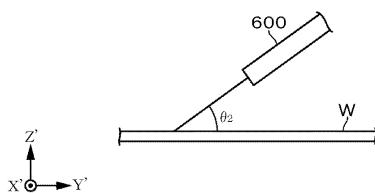
【図4】



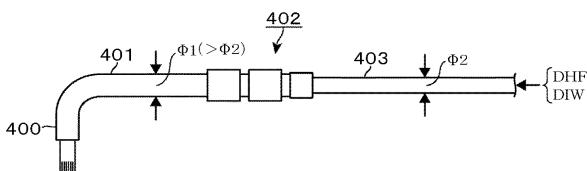
【図5】



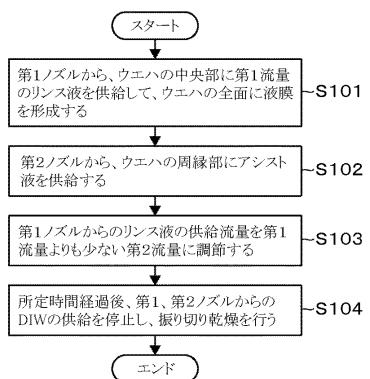
【図6】



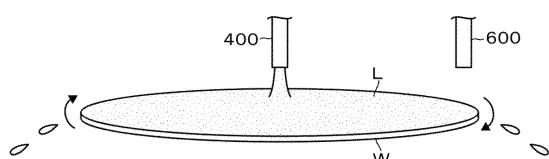
【図7】



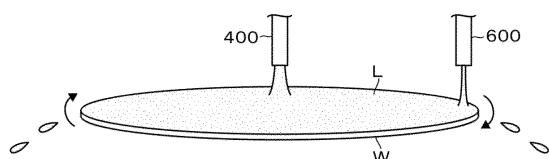
【図8】



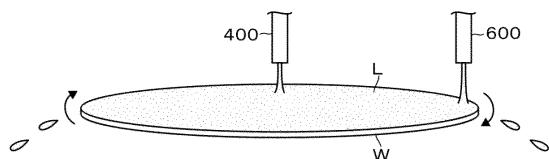
【図9】



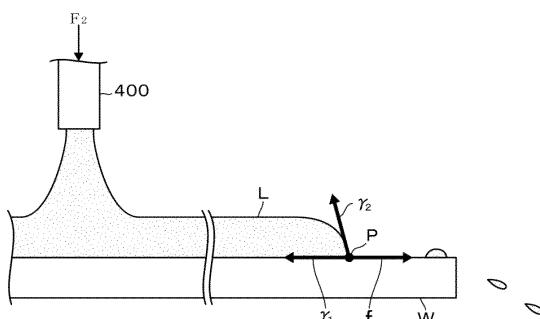
【図10】



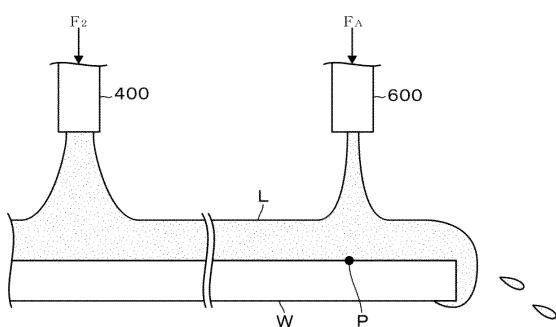
【図11】



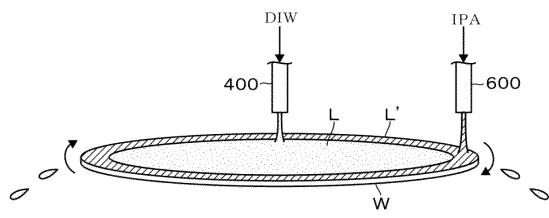
【図12】



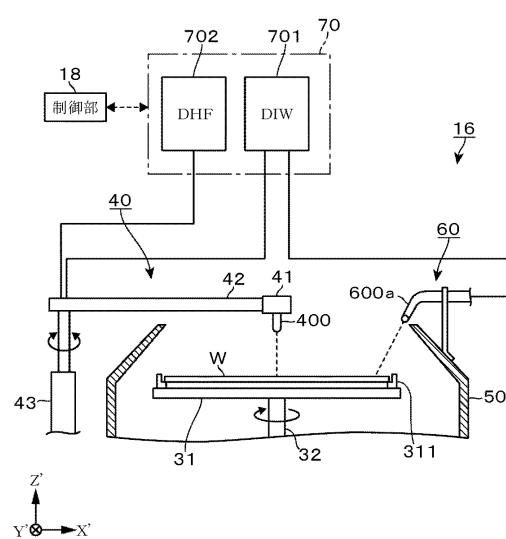
【図13】



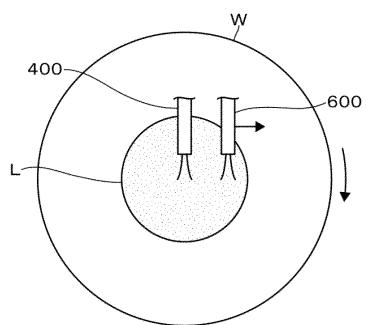
【図14】



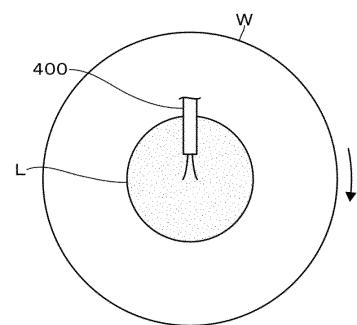
【図15】



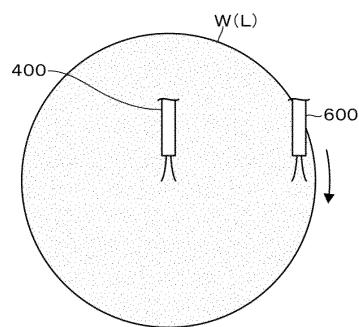
【図16】



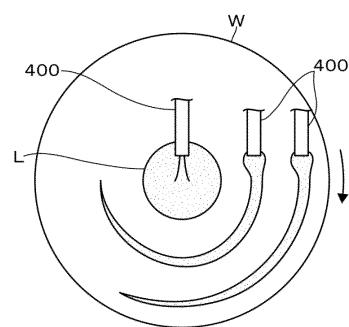
【図18】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 大塚 貴久

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 堀江 義隆

(56)参考文献 特開2004-014646(JP,A)

特開2009-295910(JP,A)

特開2000-269178(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304

H01L 21/306

H01L 21/027