

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6225088号
(P6225088)

(45) 発行日 平成29年11月1日 (2017. 11. 1)

(24) 登録日 平成29年10月13日 (2017. 10. 13)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 4 B 37/30 (2012. 01)**H O 1 L 21/304 (2006. 01)****B 2 4 B 37/005 (2012. 01)****H O 1 L 21/683 (2006. 01)**

B 2 4 B 37/30 E

H O 1 L 21/304 6 2 1 D

H O 1 L 21/304 6 2 2 L

B 2 4 B 37/005 Z

H O 1 L 21/68 N

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2014-186404 (P2014-186404)

(22) 出願日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)

(65) 公開番号 特開2016-55412 (P2016-55412A)

(43) 公開日 平成28年4月21日 (2016. 4. 21)

審査請求日 平成29年7月6日 (2017. 7. 6)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号

(74) 代理人 100091498

弁理士 渡邊 勇

(74) 代理人 100118500

弁理士 廣澤 哲也

(72) 発明者 篠崎 弘行

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会
社 荏原製作所内

審査官 須中 栄治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨方法および研磨装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

研磨テーブルと、弾性膜で構成された基板保持面および圧力室を有する研磨ヘッドとを
相対移動させながら、該研磨ヘッドで基板を前記研磨テーブル上の研磨パッドに押圧して
前記基板を研磨し、

流体蓄積要素の二次側に配置された二次側バルブを閉じた状態にしておきながら、前記
流体蓄積要素の一次側に配置された一次側バルブを開くことにより、前記流体蓄積要素の
一次側に配置された圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記流体蓄積要素
内に蓄積し、

前記一次側バルブを閉じて、閉じた状態にしておき、

前記一次側バルブを閉じた状態で、前記二次側バルブを開くことにより、流体を前記流
体蓄積要素から前記圧力室内に供給して、前記弾性膜を膨らませることにより、前記基板
と前記弾性膜との間に隙間を形成し、

前記隙間にリリースシャワーを噴射することにより、前記基板を前記研磨ヘッドから離
脱させることを特徴とする研磨方法。

【請求項 2】

前記一次側バルブが前記圧力レギュレータの二次側に配置されていることを特徴とする
請求項 1 に記載の研磨方法。

【請求項 3】

前記圧力室は複数の圧力室のうちの 1 つであり、前記一次側バルブは複数の一次側バル

10

20

ブのうちの1つであり、前記二次側バルブは複数の二次側バルブのうちの1つであり、前記流体蓄積要素は複数の流体蓄積要素のうちの1つであり、前記圧力レギュレータは複数の圧力レギュレータのうちの1つであり、

前記一次側バルブを開く工程は、前記複数の圧力室それぞれに連通する前記複数の流体蓄積要素の二次側に配置された前記複数の二次側バルブを閉じた状態で、前記複数の流体蓄積要素の一次側に配置された前記複数の一次側バルブを開くことにより、前記複数の圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記複数の流体蓄積要素内に蓄積する工程であり、

前記二次側バルブを開く工程は、前記複数の一次側バルブを閉じた状態で、前記複数の二次側バルブを開くことにより、前記複数の流体蓄積要素に蓄積された流体を前記複数の圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませることにより、前記基板と前記弾性膜との間に隙間を形成する工程であることを特徴とする請求項1に記載の研磨方法。

【請求項4】

前記複数の一次側バルブを閉じた状態で、前記複数の二次側バルブを所定の順序で開くことにより、流体を前記複数の流体蓄積要素から前記複数の圧力室に所定の順序で供給することを特徴とする請求項3に記載の研磨方法。

【請求項5】

研磨テーブルと、弾性膜で構成された基板保持面および圧力室を有する研磨ヘッドとを相対移動させながら、該研磨ヘッドで基板を前記研磨テーブル上の研磨パッドに押圧して前記基板を研磨し、

流体蓄積要素の二次側に配置された二次側バルブを閉じた状態にしておきながら、前記流体蓄積要素の一次側に配置された圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記流体蓄積要素内に蓄積し、

前記二次側バルブを開くことにより、流体を前記流体蓄積要素から前記圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませることにより、前記基板と前記弾性膜との間に隙間を形成し、

前記隙間にリリースシャワーを噴射することにより、前記基板を前記研磨ヘッドから離脱させる工程を含み、

前記流体蓄積要素を含む前記圧力レギュレータから前記二次側バルブまでの流路体積が、前記二次側バルブから前記圧力室までの流路体積以上であることを特徴とする研磨方法。

【請求項6】

研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、

弾性膜で構成された基板保持面および圧力室を有し、該基板保持面で基板を保持して前記圧力室内の圧力により前記基板を前記研磨パッドに押圧する基板保持装置と、

前記圧力室に接続された流体供給流路と、

前記流体供給流路に設けられた圧力レギュレータと、

前記流体供給流路に設けられ、前記圧力レギュレータの二次側に配置された流体蓄積要素と、

前記流体供給流路に設けられ、前記流体蓄積要素の一次側に配置された一次側バルブと、

前記流体供給流路に設けられ、前記流体蓄積要素の二次側に配置された二次側バルブと、

前記一次側バルブと前記二次側バルブの開閉動作を制御するバルブ制御部と、を備え、

前記バルブ制御部は、

前記二次側バルブを閉じた状態で、前記一次側バルブを開くことにより、前記圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記流体蓄積要素内に蓄積し、

前記一次側バルブを閉じた状態で、前記二次側バルブを開くことにより、流体を前記流体蓄積要素から前記圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませることを特徴とする研磨装置。

【請求項7】

前記一次側バルブが前記圧力レギュレータの二次側に配置されていることを特徴とする請求項 6 に記載の研磨装置。

【請求項 8】

前記圧力室は複数の圧力室のうちの 1 つであり、前記一次側バルブは複数の一次側バルブのうちの 1 つであり、前記二次側バルブは複数の二次側バルブのうちの 1 つであり、前記流体蓄積要素は複数の流体蓄積要素のうちの 1 つであり、前記圧力レギュレータは複数の圧力レギュレータのうちの 1 つであり、

前記バルブ制御部は、

前記複数の二次側バルブを閉じた状態で、前記複数の一次側バルブを開くことにより、前記複数の圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記複数の流体蓄積要素内に蓄積し、

前記複数の一次側バルブを閉じた状態で、前記複数の二次側バルブを開くことにより、流体を前記複数の流体蓄積要素から前記複数の圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませることを特徴とする請求項 6 に記載の研磨装置。

【請求項 9】

前記バルブ制御部は、前記複数の一次側バルブを閉じた状態で、前記複数の二次側バルブを所定の順序で開くことにより、流体を前記複数の流体蓄積要素から前記複数の圧力室に所定の順序で供給することを特徴とする請求項 8 に記載の研磨装置。

【請求項 10】

研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、

弾性膜で構成された基板保持面および圧力室を有し、該基板保持面で基板を保持して前記圧力室内の圧力により前記基板を前記研磨パッドに押圧する基板保持装置と、

前記圧力室に接続された流体供給流路と、

前記流体供給流路に設けられた圧力レギュレータと、

前記流体供給流路に設けられ、前記圧力レギュレータの二次側に配置された流体蓄積要素の一次側と、

前記流体供給流路に設けられ、前記流体蓄積要素の二次側に配置された二次側バルブと

、

前記二次側バルブの開閉動作を制御するバルブ制御部と、を備え、

前記バルブ制御部は、

前記二次側バルブを閉じることにより、前記圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記流体蓄積要素内に蓄積し、

前記二次側バルブを開くことにより、前記流体蓄積要素に蓄積された流体を前記圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませるように構成され、

前記流体蓄積要素を含む前記圧力レギュレータから前記二次側バルブまでの流路体積が、前記二次側バルブから前記圧力室までの流路体積以上であることを特徴とする研磨装置。

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、研磨方法および研磨装置に係り、特にウェーハなどの基板を研磨する研磨方法および研磨装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体デバイスの高集積化・高密度化に伴い、回路の配線がますます微細化し、多層配線の層数も増加している。回路の微細化を図りながら多層配線を実現しようとする、下側の層の表面凹凸を踏襲しながら段差がより大きくなるので、配線層数が増加するに従って、薄膜形成における段差形状に対する膜被覆性（ステップカバレッジ）が悪くなる。したがって、多層配線するためには、このステップカバレッジを改善し、然るべき過程で平坦化処理しなければならない。また光リソグラフィの微細化とともに焦点深度が浅

10

20

30

40

50

くなるため、半導体デバイスの表面の凹凸段差が焦点深度以下に収まるように半導体デバイス表面を平坦化処理する必要がある。

【0003】

従って、半導体デバイスの製造工程においては、半導体デバイス表面の平坦化技術がますます重要になっている。この平坦化技術のうち、最も重要な技術は、化学機械研磨 (Chemical Mechanical Polishing) である。この化学機械研磨 (以下、CMP という) は、シリカ (SiO_2) 等の砥粒を含んだ研磨液を研磨パッド上に供給しつつウェーハなどの基板を研磨パッドに摺接させて研磨を行うものである。

【0004】

CMP を行うための研磨装置は、研磨面を有する研磨パッドを支持する研磨テーブルと、ウェーハを保持するための研磨ヘッド又はトップリング等と称される基板保持装置とを備えている。このような研磨装置を用いてウェーハの研磨を行う場合には、研磨液 (スラリー) を研磨テーブル上の研磨パッドに供給しながら、研磨テーブルと研磨ヘッドとを相対運動させ、研磨ヘッドによりウェーハを研磨パッドの研磨面に対して所定の圧力で押圧する。研磨液の存在下でウェーハは研磨面に摺接し、ウェーハの表面が平坦かつ鏡面に研磨される。

【0005】

このような研磨装置において、研磨中のウェーハと研磨パッドの研磨面との間の相対的な押圧力がウェーハの全面に亘って均一でない場合には、ウェーハの各部分に与えられる押圧力に応じて研磨不足や過研磨が生じてしまう。そこで、ウェーハに対する押圧力を均一化するために、研磨ヘッドの下部に弾性膜 (メンブレン) から形成される圧力室を設け、この圧力室に空気などの流体を供給することでメンブレンを介して流体圧によりウェーハを研磨パッドの研磨面に押圧して研磨することが行われている。

【0006】

上記研磨パッドは弾性を有するため、研磨中のウェーハの外周縁に加わる押圧力が不均一になり、ウェーハの外周縁のみが多く研磨される、いわゆる「縁だれ」を起こしてしまう場合がある。このような縁だれを防止するため、ウェーハの外周縁を保持するリテーナリングでウェーハの外周縁側に位置する研磨パッドの研磨面を押圧するようにしている。

【0007】

研磨テーブルの近傍にはプッシャと呼ばれる基板受け渡し装置が設置されている。このプッシャは、搬送ロボット等の搬送装置によって搬送されてきたウェーハを持ち上げて、プッシャの上方位置に移動してきた研磨ヘッドにウェーハを渡す機能を有する。プッシャは、さらに、研磨ヘッドから受け取ったウェーハを搬送ロボット等の搬送装置に渡す機能も有している。

【0008】

上述の構成の研磨装置において、研磨パッドの研磨面上で研磨されたウェーハは研磨ヘッドに真空吸引により保持される。さらに、研磨ヘッドをウェーハとともに上昇させた後、研磨ヘッドをプッシャの上方位置へ移動させて、ウェーハを研磨ヘッドからプッシャへ離脱させる。ウェーハの離脱は圧力室に流体を供給してメンブレンのウェーハ保持面を变形させることによって行われる。

【0009】

しかしながら、メンブレンの形状変化が小さい場合は、ウェーハがメンブレンから剥離しない場合がある。そこで、ウェーハを研磨ヘッドから確実に離脱させるために、特許文献 1 乃至 3 で開示されているように、プッシャにリリースノズルが設けられる。このリリースノズルは、ウェーハとメンブレンとの隙間に流体 (リリースシャワー) を噴射することによりウェーハの離脱を補助する機構である。

【0010】

図 10 は、メンブレンからウェーハを離脱させるウェーハリリース工程を示す模式図である。図 10 に示すように、研磨ヘッド 100 の下面はメンブレン 104 から構成されている。ウェーハ W を搬送するとき、ウェーハ W は真空吸引によりメンブレン 104 で構成

10

20

30

40

50

されたウェーハ保持面 104a に保持される。図 10 では、メンブレン 104 はウェーハ W を剥離させるために膨らんでいる。

【0011】

研磨ヘッド 100 の近傍には、プッシャ 150 が配置されており、プッシャ 150 には、リリースシャワーを噴射するためのリリースノズル 153 が設けられている。具体的には、リリースノズル 153 は、リリースシャワーがウェーハ W とメンブレン 104 との隙間に噴射されるように配置されている。リリースシャワーとしては、例えば、純水と N₂（窒素）とからなる混合流体が使用される。リリースシャワーがウェーハ W とメンブレン 104 との隙間に噴射されることにより、ウェーハ W は研磨ヘッド 100 から離脱される。

10

【0012】

メンブレン 104 を膨らませてウェーハ保持面 104a を変形させるために、メンブレン 104 の圧力室には、一定圧力の流体（例えば、窒素）が一定時間供給される。このとき、メンブレン 104 の圧力室に流体を過剰に供給すると、メンブレン 104 が大きく膨張して、ウェーハ W がプッシャ 150 に接触し、ウェーハ W が割れてしまうことがある。そのため、メンブレン 104 の圧力室に供給される流体の圧力を比較的低下（例えば、100 hPa 程度）に設定し、過剰な流体が圧力室に供給されないようにしている。

【0013】

一方で、メンブレン 104 の圧力室への流体の供給量が少ないと、メンブレン 104 を適切に膨らすことができない。メンブレン 104 が適切に膨らまないと、リリースシャワーがウェーハ W とメンブレン 104 との隙間に当たらずに、リリースシャワーの多くがウェーハ W の表面（被研磨面）に当たってしまう。結果として、リリースシャワーがウェーハ W をメンブレン 104 に押し付けてしまい、ウェーハ W の離脱が阻害されてしまう。したがって、メンブレン 104 の膨張を再現性良く行うために、メンブレン 104 の圧力室に安定した圧力の流体を供給することが望まれている。

20

【0014】

ウェーハリリース時に、メンブレン 104 の圧力室に供給される流体は、図 10 に示されるように、流体供給源（例えば、工場の流体供給ライン）130 から延びる流体元管 154 を介して研磨装置に導入される。ウェーハリリース時には、メンブレン 104 の圧力室に供給される流体の圧力は、流体元管 154 から分岐した流体供給流路 155 に配置された圧力レギュレータ 156 によって調整される。流体供給流路 155 において、圧力レギュレータ 156 の二次側には、バルブ 138 が配置される。このバルブ 138 を開くことで、圧力調整された流体がメンブレン 104 の圧力室に供給される。

30

【0015】

流体供給源 130 から供給される流体の圧力は、通常、0.4 MPa ~ 0.6 MPa 程度に設定されている。一方で、メンブレン 104 を膨らませるのに必要とされる流体の圧力は、100 hPa 程度である。したがって、圧力レギュレータ 156 は、流体の圧力を 1/40 ~ 1/60 程度にまで調整する必要がある。しかしながら、このように大きな調整幅の圧力レギュレータ 156 では、圧力レギュレータ 156 の二次側圧力（下流側圧力）が一次側圧力（上流側圧力）の変動の影響を大きく受けることが多い。すなわち、圧力レギュレータ 156 の一次側圧力が変動する環境下では、圧力レギュレータ 156 は安定した二次側圧力で流体を供給することは困難である。

40

【0016】

メンブレン 104 の圧力室を膨らませた後、リリースノズル 153 からリリースシャワーが噴射される。リリースシャワーに用いられる流体は、流体元管 154 から分岐した流路 158 を通ってリリースノズル 153 に供給されるため、圧力レギュレータ 156 の一次側圧力が変動（低下）する。また、ウェーハ W を吸着していた流路に配置される気水分離層にたまった水を押し出すためにも、流体元管 154 から分岐した流路 122 を流れる流体が使用される。そのため、圧力レギュレータ 156 の一次側圧力が変動（低下）する。一次側圧力の変動に応じて圧力レギュレータ 156 の二次側圧力も変動（低下）し、そ

50

の結果、メンブレン 104 が適切に膨らまないという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献1】特開2005-123485号公報

【特許文献2】特開2010-46756号公報

【特許文献3】特開2011-258639号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

10

本発明は、上述した従来の問題点に鑑みてなされたもので、ウェーハなどの基板を研磨ヘッドから離脱させるときに、研磨ヘッドの弾性膜を適切に膨らませることができる研磨方法および研磨装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

上述した課題を解決するための本発明の一態様は、研磨テーブルと、弾性膜で構成された基板保持面および圧力室を有する研磨ヘッドとを相対移動させながら、該研磨ヘッドで基板を前記研磨テーブル上の研磨パッドに押圧して前記基板を研磨し、流体蓄積要素の二次側に配置された二次側バルブを閉じた状態にしておきながら、前記流体蓄積要素の一次側に配置された一次側バルブを開くことにより、前記流体蓄積要素の一次側に配置された圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記流体蓄積要素内に蓄積し、前記一次側バルブを閉じて、閉じた状態にしておき、前記一次側バルブを閉じた状態で、前記二次側バルブを開くことにより、流体を前記流体蓄積要素から前記圧力室内に供給して、前記弾性膜を膨らませることにより、前記基板と前記弾性膜との間に隙間を形成し、前記隙間にリリースシャワーを噴射することにより、前記基板を前記研磨ヘッドから離脱させることを特徴とする研磨方法である。

20

本発明の好ましい態様は、前記一次側バルブが前記圧力レギュレータの二次側に配置されていることを特徴とする。

【0020】

本発明の好ましい態様は、前記圧力室は複数の圧力室のうちの1つであり、前記一次側バルブは複数の一次側バルブのうちの1つであり、前記二次側バルブは複数の二次側バルブのうちの1つであり、前記流体蓄積要素は複数の流体蓄積要素のうちの1つであり、前記圧力レギュレータは複数の圧力レギュレータのうちの1つであり、前記一次側バルブを開く工程は、前記複数の圧力室それぞれに連通する前記複数の流体蓄積要素の二次側に配置された前記複数の二次側バルブを閉じた状態で、前記複数の流体蓄積要素の一次側に配置された前記複数の一次側バルブを開くことにより、前記複数の圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記複数の流体蓄積要素内に蓄積する工程であり、前記二次側バルブを開く工程は、前記複数の一次側バルブを閉じた状態で、前記複数の二次側バルブを開くことにより、前記複数の流体蓄積要素に蓄積された流体を前記複数の圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませることにより、前記基板と前記弾性膜との間に隙間を形成する工程であることを特徴とする。

30

40

本発明の好ましい態様は、前記複数の一次側バルブを閉じた状態で、前記複数の二次側バルブを所定の順序で開くことにより、流体を前記複数の流体蓄積要素から前記複数の圧力室に所定の順序で供給することを特徴とする。

【0021】

本発明のさらに他の態様は、研磨テーブルと、弾性膜で構成された基板保持面および圧力室を有する研磨ヘッドとを相対移動させながら、該研磨ヘッドで基板を前記研磨テーブル上の研磨パッドに押圧して前記基板を研磨し、流体蓄積要素の二次側に配置された二次側バルブを閉じた状態にしておきながら、前記流体蓄積要素の一次側に配置された圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記流体蓄積要素内に蓄積し、前記二次側バ

50

ルブを開くことにより、流体を前記流体蓄積要素から前記圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませることにより、前記基板と前記弾性膜との間に隙間を形成し、前記隙間にリリースシャワーを噴射することにより、前記基板を前記研磨ヘッドから離脱させる工程を含み、前記流体蓄積要素を含む前記圧力レギュレータから前記二次側バルブまでの流路体積が、前記二次側バルブから前記圧力室までの流路体積以上であることを特徴とする研磨方法である。

【0022】

本発明のさらに他の態様は、研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、弾性膜で構成された基板保持面および圧力室を有し、該基板保持面で基板を保持して前記圧力室内の圧力により前記基板を前記研磨パッドに押圧する基板保持装置と、前記圧力室に接続された流体供給流路と、前記流体供給流路に設けられた圧力レギュレータと、前記流体供給流路に設けられ、前記圧力レギュレータの二次側に配置された流体蓄積要素と、前記流体供給流路に設けられ、前記流体蓄積要素の一次側に配置された一次側バルブと、前記流体供給流路に設けられ、前記流体蓄積要素の二次側に配置された二次側バルブと、前記一次側バルブと前記二次側バルブの開閉動作を制御するバルブ制御部と、を備え、前記バルブ制御部は、前記二次側バルブを閉じた状態で、前記一次側バルブを開くことにより、前記圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記流体蓄積要素内に蓄積し、前記一次側バルブを閉じた状態で、前記二次側バルブを開くことにより、流体を前記流体蓄積要素から前記圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませることを特徴とする研磨装置である。

本発明の好ましい態様は、前記一次側バルブが前記圧力レギュレータの二次側に配置されていることを特徴とする。

【0023】

本発明の好ましい態様は、前記圧力室は複数の圧力室のうちの1つであり、前記一次側バルブは複数の一次側バルブのうちの1つであり、前記二次側バルブは複数の二次側バルブのうちの1つであり、前記流体蓄積要素は複数の流体蓄積要素のうちの1つであり、前記圧力レギュレータは複数の圧力レギュレータのうちの1つであり、前記バルブ制御部は、前記複数の二次側バルブを閉じた状態で、前記複数の一次側バルブを開くことにより、前記複数の圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記複数の流体蓄積要素内に蓄積し、前記複数の一次側バルブを閉じた状態で、前記複数の二次側バルブを開くことにより、流体を前記複数の流体蓄積要素から前記複数の圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記バルブ制御部は、前記複数の一次側バルブを閉じた状態で、前記複数の二次側バルブを所定の順序で開くことにより、流体を前記複数の流体蓄積要素から前記複数の圧力室に所定の順序で供給することを特徴とする。

【0024】

本発明のさらに他の態様は、研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、弾性膜で構成された基板保持面および圧力室を有し、該基板保持面で基板を保持して前記圧力室内の圧力により前記基板を前記研磨パッドに押圧する基板保持装置と、前記圧力室に接続された流体供給流路と、前記流体供給流路に設けられた圧力レギュレータと、前記流体供給流路に設けられ、前記圧力レギュレータの二次側に配置された流体蓄積要素の一次側と、前記流体供給流路に設けられ、前記流体蓄積要素の二次側に配置された二次側バルブと、前記二次側バルブの開閉動作を制御するバルブ制御部と、を備え、前記バルブ制御部は、前記二次側バルブを閉じることにより、前記圧力レギュレータによって調整された圧力の流体を前記流体蓄積要素内に蓄積し、前記二次側バルブを開くことにより、前記流体蓄積要素に蓄積された流体を前記圧力室に供給して、前記弾性膜を膨らませるように構成され、前記流体蓄積要素を含む前記圧力レギュレータから前記二次側バルブまでの流路体積が、前記二次側バルブから前記圧力室までの流路体積以上であることを特徴とする研磨装置である。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、流体蓄積要素に蓄積された所望の圧力の流体が弾性膜の圧力室に供給される。したがって、圧力レギュレータの一次側圧力が変動しても、圧力調整された流体によって弾性膜を再現性良く膨らませることができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施形態に係る研磨装置の全体構成を示す概略図である。

【図2】ウェーハを保持して研磨テーブル上の研磨パッドに押圧する研磨ヘッドの模式的な断面図である。

【図3】ウェーハをプッシャへ渡すために、研磨ヘッドがプッシャ上方の所定位置へ移動してきた直後の状態を示す概略図である。

【図4】ウェーハを研磨ヘッドからプッシャへ渡すために、プッシャを上昇させた状態を示す概略図である。

【図5】研磨装置に備えられた流体供給システムを示す模式図である。

【図6】図5に示した流体供給システムの他の実施形態を説明するための模式図である。

【図7】複数の流体供給流路を備えた流体供給システムの一実施形態を説明するための模式図である。

【図8】流体供給システムのさらに他の実施形態を説明するための模式図である。

【図9】基板受け渡し装置として、プッシャの代わりに、リテーナリングステーションと搬送ステージが設けられた研磨装置の一実施形態を説明するための模式図である。

【図10】メンブレンからウェーハを離脱させるウェーハリリース工程を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施形態について図1乃至図9を参照して詳細に説明する。なお、図1から図9において、同一または相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

【0028】

図1は、本発明の一実施形態に係る研磨装置の全体構成を示す概略図である。図1に示すように、研磨装置は、研磨パッド20を支持するための研磨テーブル10と、基板の一例であるウェーハWを保持して研磨テーブル10上の研磨パッド20に押圧する研磨ヘッド（基板保持装置）1とを備えている。

【0029】

研磨テーブル10は、テーブル軸10aを介してその下方に配置されるモータ（図示せず）に連結されており、そのテーブル軸10a周りに回転可能になっている。研磨テーブル10の上面には研磨パッド20が貼付されており、研磨パッド20の表面20aがウェーハWを研磨する研磨面を構成している。研磨テーブル10の上方には研磨液供給ノズル62が設置されており、この研磨液供給ノズル62によって研磨パッド20上に研磨液Qが供給されるようになっている。

【0030】

研磨ヘッド1は、ウェーハWを研磨面20aに対して押圧するヘッド本体2と、ウェーハWを保持してウェーハWが研磨ヘッド1から飛び出さないようにするリテーナリング3とから基本的に構成されている。

【0031】

研磨ヘッド1は、研磨ヘッドシャフト65に接続されており、この研磨ヘッドシャフト65は、上下動機構81により研磨ヘッドアーム64に対して上下動するようになっている。この研磨ヘッドシャフト65の上下動により、研磨ヘッドアーム64に対して研磨ヘッド1の全体を昇降させ位置決めすることができるようになっている。研磨ヘッドシャフト65の上端にはロータリージョイント82が取り付けられている。

【0032】

研磨ヘッドシャフト65および研磨ヘッド1を上下動させる上下動機構81は、軸受8

10

20

30

40

50

3を介して研磨ヘッドシャフト65を回転可能に支持するブリッジ84と、ブリッジ84に取り付けられたボールねじ88と、支柱86により支持された支持台85と、支持台85上に設けられたサーボモータ90とを備えている。サーボモータ90を支持する支持台85は、支柱86を介して研磨ヘッドアーム64に固定されている。

【0033】

ボールねじ88は、サーボモータ90に連結されたねじ軸88aと、このねじ軸88aが螺合するナット88bとを備えている。研磨ヘッドシャフト65は、ブリッジ84と一体となって上下動するようになっている。したがって、サーボモータ90を駆動すると、ボールねじ88を介してブリッジ84が上下動し、これにより研磨ヘッドシャフト65および研磨ヘッド1が上下動する。

10

【0034】

また、研磨ヘッドシャフト65はキー（図示せず）を介して回転筒66に連結されている。この回転筒66はその外周部にタイミングプーリ67を備えている。研磨ヘッドアーム64には研磨ヘッド回転モータ68が固定されており、上記タイミングプーリ67は、タイミングベルト69を介して研磨ヘッド回転モータ68に設けられたタイミングプーリ70に接続されている。したがって、研磨ヘッド回転モータ68を駆動することによってタイミングプーリ70、タイミングベルト69、およびタイミングプーリ67を介して回転筒66および研磨ヘッドシャフト65が一体に回転し、研磨ヘッド1が回転する。研磨ヘッドアーム64は、フレーム（図示せず）に回転可能に支持されたアームシャフト80によって支持されている。研磨装置は、研磨ヘッド回転モータ68、サーボモータ90をはじめとする装置内の各機器を制御する制御部（図示せず）を備えている。

20

【0035】

研磨ヘッド1は、その下面にウェーハWを真空吸引により保持できるように構成されている。アームシャフト80はアームモータ96に連結されており、このアームモータ96によって研磨ヘッドアーム64はアームシャフト80を中心として旋回可能に構成されている。下面にウェーハWを保持した研磨ヘッド1は、研磨ヘッドアーム64の旋回により基板受け渡し装置（後述する）の上方位置と研磨テーブル10の上方位置との間を移動される。本実施形態では、研磨ヘッド1を移動させる研磨ヘッド移動機構は、アームシャフト80、アームモータ96、研磨ヘッドアーム64から構成されている。

【0036】

30

ウェーハWの研磨は次のようにして行われる。研磨ヘッド1および研磨テーブル10をそれぞれ回転させ、研磨テーブル10の上方に設けられた研磨液供給ノズル62から研磨パッド20上に研磨液Qを供給する。この状態で、研磨ヘッド1でウェーハWを研磨パッド20の研磨面20aに押圧し、ウェーハWを研磨パッド20の研磨面20aに摺接させる。ウェーハWの表面は研磨液Qの存在下で研磨パッド20により研磨される。

【0037】

次に、研磨ヘッド1について説明する。図2は、研磨対象物であるウェーハWを保持して研磨テーブル10上の研磨パッド20にウェーハWを押圧する研磨ヘッド1の模式的な断面図である。

【0038】

40

図2に示すように、研磨ヘッド1は、ウェーハWを研磨パッド20に対して押圧するメンブレン（弾性膜）4と、メンブレン4を保持するヘッド本体（キャリアとも称する）2と、研磨パッド20を直接押圧するリテーナリング3とを備えている。ヘッド本体2は概略円盤状の部材からなり、リテーナリング3はヘッド本体2の外周部に取り付けられている。ヘッド本体2は、エンジニアリングプラスチック（例えば、PEEK）などの樹脂により形成されている。ヘッド本体2の下面には、ウェーハWの裏面に当接するメンブレン4が取り付けられている。メンブレン4は、エチレンプロピレンゴム（EPDM）、ポリウレタンゴム、シリコンゴム等の強度および耐久性に優れたゴム材によって形成されている。

【0039】

50

メンブレン 4 は同心状の複数の環状の隔壁 4 a を有し、これら隔壁 4 a によって、メンブレン 4 の上面とヘッド本体 2 の下面との間に複数の圧力室、すなわち、円形状のセンター室 5、環状のリプル室 6、環状のアウター室 7、環状のエッジ室 8 が形成されている。ヘッド本体 2 の中心部にセンター室 5 が形成され、中心から外周方向に向かって、同心状に、リプル室 6、アウター室 7、エッジ室 8 が形成されている。

【 0 0 4 0 】

ウェーハ W はメンブレン 4 で構成されたウェーハ保持面（基板保持面）4 b 上に保持される。メンブレン 4 は、リプル室 6 に対応する位置にウェーハ吸着用の複数の孔 4 h を有している。本実施例では孔 4 h はリプル室 6 の位置に設けられているが、リプル室 6 以外の位置に設けてもよい。ヘッド本体 2 内には、センター室 5 に連通する流路 1 1、リプル室 6 に連通する流路 1 2、アウター室 7 に連通する流路 1 3、エッジ室 8 に連通する流路 1 4 がそれぞれ形成されている。そして、流路 1 1、1 3、1 4 は、ロータリージョイント 8 2 を介して流路 2 1、2 3、2 4 にそれぞれ接続されている。そして、流路 2 1、2 3、2 4 は、それぞれバルブ V 1 - 1、V 3 - 1、V 4 - 1 および圧力レギュレータ R 1、R 3、R 4 を介して流体供給源 3 0 に接続されている。また、流路 2 1、2 3、2 4 は、それぞれバルブ V 1 - 2、V 3 - 2、V 4 - 2 を介して真空源 3 1 に接続されるとともに、バルブ V 1 - 3、V 3 - 3、V 4 - 3 を介して大気に連通可能になっている。流体供給源 3 0 は、例えば、研磨装置が設備される工場の流体供給ラインである。この流体供給ライン 3 0 には、例えば、0.4 MPa ~ 0.6 MPa 程度の圧力を有する窒素または空気が流れている。

【 0 0 4 1 】

リプル室 6 に連通する流路 1 2 は、ロータリージョイント 8 2 を介して流路 2 2 に接続されている。そして、流路 2 2 は、気水分離槽 3 5、バルブ V 2 - 1 および圧力レギュレータ R 2 を介して流体供給源 3 0 に接続されている。また、流路 2 2 は、気水分離槽 3 5 およびバルブ V 2 - 2 を介して真空源 8 7 に接続されるとともに、バルブ V 2 - 3 を介して大気に連通可能になっている。

【 0 0 4 2 】

リテーナリング 3 の直上には弾性膜から形成された環状のリテーナリング圧力室 9 が配置されている。このリテーナリング圧力室 9 は、ヘッド本体 2 内に形成された流路 1 5 およびロータリージョイント 8 2 を介して流路 2 6 に接続されている。そして、流路 2 6 は、バルブ V 5 - 1 および圧力レギュレータ R 5 を介して流体供給源 3 0 に接続されている。また、流路 2 6 は、バルブ V 5 - 2 を介して真空源 3 1 に接続されるとともに、バルブ V 5 - 3 を介して大気に連通可能になっている。

【 0 0 4 3 】

圧力レギュレータ R 1、R 2、R 3、R 4、R 5 は、それぞれ流体供給源 3 0 からセンター室 5、リプル室 6、アウター室 7、エッジ室 8、およびリテーナリング圧力室 9 に供給される流体（空気または窒素などの気体）の圧力を調整する圧力調整機能を有している。圧力レギュレータ R 1、R 2、R 3、R 4、R 5 および各バルブ V 1 - 1 ~ V 1 - 3、V 2 - 1 ~ V 2 - 3、V 3 - 1 ~ V 3 - 3、V 4 - 1 ~ V 4 - 3、V 5 - 1 ~ V 5 - 3 は、図示しない制御部に接続されていて、それらの動作が制御されるようになっている。

【 0 0 4 4 】

流路 2 1、2 2、2 3、2 4、2 6 にはそれぞれ圧力センサ P 1、P 2、P 3、P 4、P 5 および流量センサ F 1、F 2、F 3、F 4、F 5 が設置されている。センター室 5、リプル室 6、アウター室 7、エッジ室 8、およびリテーナリング圧力室 9 内の圧力は圧力センサ P 1、P 2、P 3、P 4、P 5 によってそれぞれ測定され、センター室 5、リプル室 6、アウター室 7、エッジ室 8、およびリテーナリング圧力室 9 に供給される加圧流体の流量は流量センサ F 1、F 2、F 3、F 4、F 5 によってそれぞれ測定される。

【 0 0 4 5 】

センター室 5、リプル室 6、アウター室 7、エッジ室 8、およびリテーナリング圧力室 9 に供給する流体の圧力は、圧力レギュレータ R 1、R 2、R 3、R 4、R 5 によってそ

10

20

30

40

50

れぞれ独立に調整することができる。このような構造により、ウェーハWを研磨パッド20に押圧する押圧力をウェーハの領域毎に調整でき、かつリテーナリング3が研磨パッド20を押圧する押圧力を調整できる。

【0046】

次に、図1および図2に示すように構成された研磨装置による一連の研磨工程について説明する。研磨ヘッド1は、プッシャ（後述する）からウェーハWを受け取り、真空吸引により保持する。ウェーハWの真空吸引は真空源87により複数の孔4h内に真空を形成することによって行われる。

【0047】

ウェーハWを保持した研磨ヘッド1は、予め設定した研磨位置まで下降する。この研磨位置では、リテーナリング3は研磨パッド20の研磨面20aに接触しているが、研磨前では研磨ヘッド1でウェーハWを保持しているので、ウェーハWの下面（被研磨面）と研磨パッド20の研磨面20aとの間には、わずかな間隙（例えば、約1mm）がある。このとき、研磨テーブル10および研磨ヘッド1は、ともに回転されている。この状態で、ウェーハWの裏面側にあるセンター室5、リプル室6、アウター室7、エッジ室8に加圧流体を供給してメンブレン4を膨らませ、ウェーハWの下面を研磨パッド20の研磨面20aに当接させる。研磨パッド20とウェーハWとを相対運動させることにより、ウェーハWの表面が研磨される。

【0048】

ウェーハWの研磨工程の終了後、ウェーハWは、研磨ヘッド1に再度保持される。ウェーハWを保持した研磨ヘッド1は、上下動機構81により上昇され、さらに研磨ヘッドアーム64の旋回動作によりプッシャの上方の所定位置に移動させられる。この所定位置で、ウェーハWは、研磨ヘッド1から離脱させられ、プッシャに渡される。

【0049】

図3は、ウェーハWをプッシャ50へ渡すために、研磨ヘッド1がプッシャ50の上方の所定位置へ移動してきた直後の状態を示す概略図である。図4は、ウェーハWを研磨ヘッド1からプッシャ50へ渡すために、プッシャ50を上昇させた状態を示す概略図である。プッシャ50は、研磨ヘッド1と搬送装置（図示せず）との間でウェーハWの受け渡しを行うためのウェーハ受け渡し装置（基板受け渡し装置）である。このプッシャ50は、研磨テーブル10の横に位置しており、ウェーハWは研磨ヘッド1に保持されたままプッシャ50の上方の所定位置に移動される。

【0050】

図3および図4に示すように、プッシャ50は、研磨ヘッド1の位置決めを行うためにリテーナリング3の外周面が嵌合可能な環状段部51aを有する研磨ヘッドガイド51と、研磨ヘッド1とプッシャ50との間でウェーハWを受け渡しする際に、ウェーハWを支持するためのプッシャステージ52と、プッシャステージ52を上下動させるためのエアシリンダ（図示せず）と、プッシャステージ52と研磨ヘッドガイド51とを上下動させるためのエアシリンダ（図示せず）とを備えている。

【0051】

プッシャ50には、研磨ヘッドガイド51内に形成され、流体（リリースシャワー）を噴射するためのリリースノズル53が設けられている。リリースノズル53は、研磨ヘッドガイド51の円周方向に沿って所定間隔を置いて複数個設けられている。各リリースノズル53は、加圧窒素と純水の混合流体からなるリリースシャワーを研磨ヘッドガイド51の半径方向内方に噴射するようになっている。

【0052】

次に、ウェーハWを研磨ヘッド1からプッシャ50に渡すウェーハリリース工程（基板リリース工程）を説明する。研磨ヘッド1がプッシャ50の上方の所定位置へ移動した後、プッシャ50が上昇し、図4に示すように、リテーナリング3の外周面が研磨ヘッドガイド51の環状段部51aに嵌合して研磨ヘッド1とプッシャ50とが一直線上に並ぶ。このとき、研磨ヘッドガイド51は、リテーナリング3を押し上げ、同時にリテーナリン

10

20

30

40

50

グ圧力室 9 を真空にすることにより、リテーナリング 3 の上昇を速やかに行うようにしている。

【 0 0 5 3 】

プッシャ 5 0 の上昇完了時、リテーナリング 3 の底面はメンブレン 4 の下面よりも上方に押し上げられているので、ウェーハ W とメンブレン 4 が露出された状態となっている。その後、研磨ヘッド 1 によるウェーハ W の真空吸引を止め、ウェーハリリース動作を行う。なお、プッシャ 5 0 が上昇する代わりに研磨ヘッド 1 が下降することによってプッシャ 5 0 に接触してもよい。

【 0 0 5 4 】

ウェーハリリース動作を行う際には、メンブレン 4 の圧力室（例えば、リプル室 6 ）内を低い圧力（例えば、1 0 0 h P a 程度）で加圧し、メンブレン 4 を膨らませる。これにより、ウェーハ W の外周縁とメンブレン 4 との間に隙間を形成させる。そして、この隙間に、加圧窒素と純水の混合流体からなるリリースシャワーをリリースノズル 5 3 から噴射し、メンブレン 4 からウェーハ W を離脱させる。ウェーハ W は、プッシャステージ 5 2 に受け止められ、該プッシャステージ 5 2 から、搬送ロボット等の搬送装置に渡される。本実施形態ではリリースシャワーとして加圧窒素と純水の混合流体が使用されるが、リリースシャワーは加圧気体のみ、または加圧液体のみであってもよいし、他の組合せの加圧流体であってもよい。

【 0 0 5 5 】

図 5 は、研磨装置に備えられた流体供給システムを示す模式図である。図 5 に示されるように、ウェーハリリース動作時に研磨ヘッド 1 の圧力室（例えば、図 2 に示すリプル室 6 ）に流体を供給するために、該圧力室に接続される流体供給流路 5 5 が設けられる。流体供給流路 5 5 は、流体供給源（例えば、工場の流体供給ライン）3 0 に接続された流体元管 5 4 から分岐している。流体元管 5 4 からは、図 2 に示される流路 2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 , 2 6 も分岐しており、流体供給流路 5 5 は、これら流路 2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 , 2 6 とは別に設けられている。

【 0 0 5 6 】

図 5 には、流体元管 5 4 から分岐される流路の例示として、図 2 で示した気水分離層 3 5 が配置される流路 2 2 と、リリースノズル 5 3 に接続される流路 5 8 とがさらに示されている。流路 5 8 には圧力レギュレータ 5 9 が配置され、該圧力レギュレータ 5 9 は、流体供給源 3 0 から供給される流体の圧力を所望の圧力に調整することができる。圧力レギュレータ 5 9 によって調整される圧力は、例えば、0 . 3 M P a である。流路 5 8 には純水供給流路 6 0 が接続されている。圧力レギュレータ 5 9 の二次側には、バルブ 5 4 が設けられており、該バルブ 5 4 を開くことで、リリースシャワーとして用いられる流体がリリースノズル 5 3 から噴射される。

【 0 0 5 7 】

流体供給流路 5 5 には、圧力レギュレータ 5 6 が配置され、該圧力レギュレータ 5 6 は、流体供給源 3 0 から供給される流体の圧力を所望の圧力に調整することができる。圧力レギュレータ 5 6 によって調整される所望の圧力は、例えば、1 0 0 h P a である。圧力レギュレータ 5 6 の二次側には、流体蓄積要素 5 7 が配置される。流体蓄積要素 5 7 は、例えば、バッファタンクであり、圧力レギュレータ 5 6 によって圧力が調整された流体をその内部に蓄積することができる。

【 0 0 5 8 】

流体蓄積要素 5 7 の一次側（上流側）には一次側バルブ 3 6 が配置され、流体蓄積要素 5 7 の二次側（下流側）には二次側バルブ 3 7 が配置される。一次側バルブ 3 6 は、圧力レギュレータ 5 6 の一次側に配置されている。一次側バルブ 3 6 および二次側バルブ 3 7 は、バルブ制御部 3 9 に接続される。バルブ制御部 3 9 は、一次側バルブ 3 6 および二次側バルブ 3 7 の開閉動作を制御するように構成されている。

【 0 0 5 9 】

バルブ制御部 3 9 は、ウェーハリリース動作を行う前の所定のタイミングで、二次側バ

10

20

30

40

50

ルブ 37 を閉じて、一次側バルブ 36 を開く。これにより、圧力レギュレータ 56 によって所望の圧力に調整された流体が流体蓄積要素 57 内に蓄積される。ウェーハリリース時には、バルブ制御部 39 は、一次側バルブ 36 を閉じて、二次側バルブ 37 を開く。これにより、流体蓄積要素 57 に蓄積された流体が研磨ヘッド 1 の圧力室に供給され、メンブレン 4 を膨らませることができる。

【0060】

バルブ制御部 39 が、二次側バルブ 37 を閉じて、一次側バルブ 36 を開く所定のタイミングは、圧力レギュレータ 56 の一次側の圧力が安定しているタイミングであるのが好ましい。すなわち、バルブ制御部 39 は、流路 21, 22, 23, 24, 26, 58 に流体が流れていないか、または少量の流体のみが流れているときに、二次側バルブ 37 を閉じて、一次側バルブ 36 を開く。流体蓄積要素 57 に流体が蓄積された後に、一次側バルブ 36 を閉じてよい。この場合、バルブ制御部 39 は、ウェーハリリース動作時に、一次側バルブ 36 を閉じたままにしておき、二次側バルブ 37 を開く。流体蓄積要素 57 に流体が蓄積された後であって、ウェーハリリース動作が開始される直前まで、一次側バルブ 36 を開いたままにしておいてもよい。

【0061】

流体蓄積要素 57 には、圧力レギュレータ 56 により所望の圧力に調整された流体が蓄積されている。研磨ヘッド 1 の圧力室に流体を供給するときは、一次側バルブ 36 が閉じられているので、一次側バルブ 36 の二次側と、流体供給源 30 から延びるその他の流路（例えば、流路 22, 58）との連通が遮断されている。したがって、一次側バルブ 36 の一次側圧力が変動しても、流体蓄積要素 57 から安定した圧力の流体を研磨ヘッド 1 の圧力室に供給することができる。その結果、メンブレン 4 を常に再現性良く膨らませることが可能となり、ウェーハ W とメンブレン 4 との間に適切な隙間を形成することが可能となる。したがって、リリースシャワーがこの隙間に適切に供給され、ウェーハ W を確実にリリースすることができる。

【0062】

ウェーハリリース動作時に研磨ヘッド 1 の圧力室に流体を供給する際には、一次側バルブ 36 が閉じられているので、流体供給源 30 から一次側バルブ 36 の二次側に流体が供給されない。この状態で、流体蓄積要素 57 から研磨ヘッド 1 の圧力室に流体を供給すると、一次側バルブ 36 の二次側の圧力がやや低下する。例えば、メンブレン 4 を膨らませるのに必要な圧力が 100 hPa である場合に、圧力レギュレータ 56 の二次側圧力の設定値が 100 hPa であると、メンブレン 4 を膨らませるときの圧力室内の実際の圧力は、100 hPa よりも若干低くなってしまふ。そこで、圧力レギュレータ 56 の二次側圧力の設定値は、メンブレン 4 を膨らませるのに必要な圧力よりも若干大きな値であることが好ましい。例えば、圧力レギュレータ 56 の二次側圧力の設定値は、一次側バルブ 36 を閉じて、二次側バルブ 37 を開いたとき（すなわち、圧力室に流体を供給したとき）に、圧力レギュレータ 56 の二次側圧力がメンブレン 4 を膨らませるために必要な圧力となるような値とされる。

【0063】

図 5 に示されるように、一次側バルブ 36 が圧力レギュレータ 56 の一次側に配置されているので、圧力レギュレータ 56 に内蔵されている圧力センサまたは圧力計（図示せず）により、圧力レギュレータ 56 の二次側圧力を測定することができる。したがって、研磨ヘッド 1 の圧力室を膨らませるために、一次側バルブ 36 を閉じた状態で圧力室に供給される流体の圧力を測定することができる。さらに、圧力室に供給される流体の実際の圧力を測定しながら、圧力レギュレータ 56 の二次側圧力の上記設定値を調整することができる。

【0064】

図 6 は、図 5 に示した流体供給システムの他の実施形態を説明するための模式図である。図 6 に示される流体供給システムでは、一次側バルブ 36 が圧力レギュレータ 56 の二次側（下流側）に配置されている。本実施形態のその他の構成は、図 5 に示した実施形態

と同様であるため、対応する構成要素には同じ符号を付すことで、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 5 】

図 6 に示されるように、一次側バルブ 3 6 が圧力レギュレータ 5 6 の二次側に配置されているので、流体蓄積要素 5 7 から研磨ヘッド 1 の圧力室に供給される流体の圧力は、圧力レギュレータ 5 6 の動作による圧力変動の影響を受けない。したがって、より安定した圧力の流体を研磨ヘッド 1 の圧力室に供給することができる。

【 0 0 6 6 】

図 7 は、複数の流体供給流路を備えた流体供給システムの一実施形態を説明するための模式図である。図 7 に示される実施形態では、研磨ヘッド 1 の複数の圧力室（すなわち、センター室 5、リプル室 6、アウター室 7、およびエッジ室 8）に、複数の流体供給流路 5 5 がそれぞれ接続される。

10

【 0 0 6 7 】

各流体供給流路 5 5 には、一次側バルブ 3 6、二次側バルブ 3 7、圧力レギュレータ 5 6、および流体蓄積要素 5 7 が設けられている。これら一次側バルブ 3 6、二次側バルブ 3 7、圧力レギュレータ 5 6、および流体蓄積要素 5 7 の配置は、図 6 に示される配置と同じである。すなわち、一次側バルブ 3 6 が流体蓄積要素 5 7 の一次側（上流側）であって、かつ圧力レギュレータ 5 6 の二次側（下流側）に配置され、二次側バルブ 3 7 が流体蓄積要素 5 7 の二次側に配置される。一次側バルブ 3 6 は、図 5 に示される実施形態のように、圧力レギュレータ 5 6 の一次側に配置されていてもよい。一次側バルブ 3 6 が圧力レギュレータ 5 6 の一次側または二次側のいずれに配置される場合でも、上述したように、研磨ヘッド 1 の複数の圧力室（すなわち、センター室 5、リプル室 6、アウター室 7、およびエッジ室 8）に安定した圧力の流体をそれぞれ供給することができる。

20

【 0 0 6 8 】

全ての一次側バルブ 3 6 および二次側バルブ 3 7 は、バルブ制御部 3 9 に接続されている。バルブ制御部 3 9 は、ウェーハリリース動作を行う前の所定のタイミングで、二次側バルブ 3 7 を閉じて、一次側バルブ 3 6 を開く。これにより、複数の圧力レギュレータ 5 6 によって所望の圧力に調整された流体が複数の流体蓄積要素 5 7 にそれぞれ蓄積される。ウェーハリリース時には、バルブ制御部 3 9 は、一次側バルブ 3 6 を閉じて、二次側バルブ 3 7 を開く。これにより、複数の流体蓄積要素 5 7 に蓄積された流体が研磨ヘッド 1 の圧力室にそれぞれ供給され、メンブレン 4 を膨らませることができる。

30

【 0 0 6 9 】

複数の流体蓄積要素 5 7 には、複数の圧力レギュレータ 5 6 により所望の圧力に調整された流体がそれぞれ蓄積されている。研磨ヘッド 1 の圧力室に流体を供給するときは、全ての一次側バルブ 3 6 が閉じられているので、一次側バルブ 3 6 の二次側と、流体供給源 3 0 から延びるその他の流路（例えば、流路 2 2、5 8）との連通は遮断されている。したがって、一次側バルブ 3 6 の一次側圧力が変動しても、複数の流体蓄積要素 5 7 から安定した圧力の流体を研磨ヘッド 1 の複数の圧力室にそれぞれ供給することができる。その結果、メンブレン 4 を常に再現性良く膨らませることが可能となり、ウェーハ W とメンブレン 4 との間に適切な隙間を形成することが可能となる。したがって、リリースシャワーがこの隙間に適切に供給され、ウェーハ W を確実にリリースすることができる。

40

【 0 0 7 0 】

ウェーハリリース動作時に、バルブ制御部 3 9 は、全ての一次側バルブ 3 6 を閉じた状態で、全ての二次側バルブ 3 7 を同時に開いてもよい。あるいは、バルブ制御部 3 9 は、全ての一次側バルブ 3 6 を閉じた状態で、複数の二次側バルブ 3 7 を予め定められた順序で開いてもよい。例えば、センター室 5 に接続される流体供給流路 5 5 の二次側バルブ 3 7 を最初に開き、その後、リプル室 6、アウター室 7、およびエッジ室 8 に接続される流体供給流路 5 5 の二次側バルブ 3 7 をこの順に開いてもよい。この場合、メンブレン 4 の中央部分からメンブレン 4 が膨らんでいく。あるいは、エッジ室 8 に接続される流体供給流路 5 5 の二次側バルブ 3 7 を最初に開き、その後、アウター室 7、リプル室 6、および

50

センター室 5 に接続される流体供給流路 5 5 の二次側バルブ 3 7 をこの順に開いてもよい。この場合、メンブレン 4 の外周部からメンブレン 4 は膨らんでいく。

【 0 0 7 1 】

二次側バルブ 3 7 を開くタイミングは、バルブ制御部 3 9 によって制御される。バルブ制御部 3 9 は、二次側バルブ 3 7 を所定のタイミングかつ所定の順序で開き、メンブレン 4 を膨らませる。このように、本実施形態では、バルブ制御部 3 9 が二次側バルブ 3 7 を開く順序を制御することにより、ウェーハ W がメンブレン 4 から離れるときにウェーハ W に発生する応力を小さくすることができる。

【 0 0 7 2 】

センター室 5、リプル室 6、アウター室 7、およびエッジ室 8 にそれぞれ接続される複数の流体供給流路 5 5 に配置される複数の圧力レギュレータ 5 6 が調整する二次側圧力を、それぞれ異なる圧力に設定することができる。これにより、メンブレン 4 のより細やかな膨張制御が可能になるので、ウェーハ W とメンブレン 4 との間に適切な隙間を形成することが可能となる。異なる圧力の流体をセンター室 5、リプル室 6、アウター室 7、およびエッジ室 8 に同時に供給してもよい。

【 0 0 7 3 】

図 8 は、流体供給システムのさらに他の実施形態を説明するための模式図である。流体供給流路 5 5 には、流体供給源 3 0 から供給される流体の圧力を所望の圧力に調整することができる圧力レギュレータ 5 6 が配置される。圧力レギュレータ 5 6 の二次側に流体蓄積要素 5 7 が配置される。流体蓄積要素 5 7 は、例えば、バッファタンクであり、圧力レギュレータ 5 6 によって圧力が調整された流体を蓄積することができる。

【 0 0 7 4 】

流体蓄積要素 5 7 の二次側には、二次側バルブ 3 8 が配置される。二次側バルブ 3 8 は、バルブ制御部 3 9 に接続され、バルブ制御部 3 9 は、二次側バルブ 3 8 の開閉動作を制御するように構成されている。本実施形態では、流体蓄積要素 5 7 の一次側には一次側バルブは設けられていない。

【 0 0 7 5 】

本実施形態では、圧力レギュレータ 5 6 から二次側バルブ 3 8 までの流路体積が、二次側バルブ 3 8 から研磨ヘッド 1 の圧力室までの流路体積以上であるように、流体供給流路 5 5 が構成される。圧力レギュレータ 5 6 から二次側バルブ 3 8 までの流路体積は、好ましくは、二次側バルブ 3 8 から研磨ヘッド 1 の圧力室までの流路体積の 2 倍以上である。圧力レギュレータ 5 6 から二次側バルブ 3 8 までの流路体積には、流体蓄積要素 5 7 の内容積も含まれており、さらには、流体供給流路 5 5 の内容積も含まれる。同様に、二次側バルブ 3 8 から研磨ヘッド 1 の圧力室までの流路体積には、流体供給流路 5 5 の内容積が含まれる。

【 0 0 7 6 】

ウェーハリリース動作を行う前は、二次側バルブ 3 8 はバルブ制御部 3 9 により閉じられている。これにより、圧力レギュレータ 5 6 によって所望の圧力に調整された流体が流体蓄積要素 5 7 に蓄積される。ウェーハリリース時には、バルブ制御部 3 9 は、二次側バルブ 3 8 を開く。これにより、流体が研磨ヘッド 1 の圧力室に供給され、メンブレン 4 を膨らませることができる。

【 0 0 7 7 】

流体蓄積要素 5 7 を含む、圧力レギュレータ 5 6 から二次側バルブ 3 8 までの流路には、圧力レギュレータ 5 6 により所望の圧力に調整された流体が蓄積されている。この圧力レギュレータ 5 6 から二次側バルブ 3 8 までの流路体積は、二次側バルブ 3 8 から研磨ヘッド 1 の圧力室までの流路体積以上である。したがって、圧力レギュレータ 5 6 から二次側バルブ 3 8 までの流路には、研磨ヘッド 1 の圧力室に所望の圧力で流体を供給するのに十分な量の流体が蓄積されている。したがって、圧力レギュレータ 5 6 の一次側の圧力が変動しても、圧力室に安定した圧力の流体を流体蓄積要素 5 7 から研磨ヘッド 1 の供給することができる。その結果、メンブレン 4 を常に再現性良く膨らませることが可能となり

、ウェーハWとメンブレン4との間に適切な隙間を形成することが可能となる。したがって、リリースシャワーがこの隙間に適切に供給され、ウェーハWを確実にリリースすることができる。

【0078】

図9は、基板受け渡し装置として、プッシャの代わりに、リテーナリングステーションと搬送ステージが設けられた研磨装置の一実施形態を説明するための模式図である。本実施形態のその他の構成は、図5に示した実施形態と同様であるため、対応する構成要素には同じ符号を付すことで、その詳細な説明は省略する。

【0079】

リテーナリングステーション75の位置は固定であるが、搬送ステージ76は上下方向に移動可能となっている。リテーナリングステーション75は、研磨ヘッド1のリテーナリング3を押し上げる複数の押し上げ機構77を備えている。押し上げ機構77の鉛直方向の位置は、研磨ヘッド1と搬送ステージ76との間にある。また、押し上げ機構77と搬送ステージ76とは、互いに接触しないように配置されている。

【0080】

押し上げ機構77は、リテーナリング3に接触する押し上げピン78と、押し上げピン78を上方に押す押圧機構としてのばね（図示せず）と、押し上げピン78およびばねを収容するケーシング79とを備えている。押し上げ機構77は、押し上げピン78がリテーナリング3の下面に対向する位置に配置される。研磨ヘッド1が下降すると、リテーナリング3の下面が押し上げピン78に接触する。ばねは、リテーナリング3を押し上げるのに十分な押圧力を有している。したがって、図9に示すように、リテーナリング3は押し上げピン78に押し上げられ、ウェーハWよりも上方の位置まで移動される。

【0081】

リテーナリングステーション75には、複数のリリースノズル89が設けられている。リリースノズル89は、リテーナリングステーション75の円周方向に沿って所定間隔を置いて複数個設けられており、加圧窒素と純水の混合流体（リリースシャワー）をリテーナリングステーション75の半径方向内方に噴射するようになっている。

【0082】

次に、リテーナリングステーション75と搬送ステージ76を用いたウェーハリリース動作について説明する。研磨されたウェーハWを保持している研磨ヘッド1は、リテーナリングステーション75の上方の所定位置に移動する。次いで、研磨ヘッド1が下降し、図9に示すようにリテーナリング3がリテーナリングステーション75の押し上げ機構77により押し上げられる。研磨ヘッド1が下降しているとき、搬送ステージ76が上昇し、リテーナリング3に接触することなく研磨ヘッド1の真下まで移動する。

【0083】

この状態で、研磨ヘッド1の圧力室内を低い圧力（例えば、100hPa程度）で加圧し、メンブレン4を膨らませる。これにより、ウェーハWの外周縁とメンブレン4との間に隙間を形成させる。そして、この隙間に、加圧窒素と純水の混合流体からなるリリースシャワーをリリースノズル89から噴射し、メンブレン4からウェーハWを離脱させる。ウェーハWは、搬送ステージ76に受け止められ、搬送ステージ76はウェーハWとともに下降される。本実施形態ではリリースシャワーとして加圧窒素と純水の混合流体が使用されるが、リリースシャワーは加圧気体のみ、または加圧液体のみであってもよい、他の組合せの加圧流体であってもよい。

【0084】

図9に示されるリテーナリングステーション75を用いた実施形態では、図5に示される流体供給システムと同一の流体供給システムが設けられている。すなわち、流体供給回路55には、圧力レギュレータ56が配置され、該圧力レギュレータ56の二次側に流体蓄積要素57が配置される。一次側バルブ36が流体蓄積要素57の一次側であって、かつ圧力レギュレータ56の一次側に配置され、二次側バルブ37が流体蓄積要素57の二次側に配置される。一次側バルブ36および二次側バルブ37は、バルブ制御部39に接

続される。バルブ制御部 39 は、一次側バルブ 36 および二次側バルブ 37 の開閉動作を制御するように構成されている。

【0085】

本実施形態において、バルブ制御部 39 は、ウェーハリリース動作を行う前の所定のタイミングで、二次側バルブ 37 を閉じて、一次側バルブ 36 を開く。これにより、圧力レギュレータ 56 によって所望の圧力に調整された流体が流体蓄積要素 57 に蓄積される。ウェーハリリース時には、バルブ制御部 39 は、一次側バルブ 36 を閉じて、二次側バルブ 37 を開く。これにより、流体蓄積要素 57 に蓄積された流体が研磨ヘッド 1 の圧力室に供給され、メンブレン 4 を膨らませることができる。したがって、一次側バルブ 36 の一次側の圧力が変動しても、安定した圧力の流体を流体蓄積要素 57 から研磨ヘッド 1 の圧力室に供給することができる。その結果、メンブレン 4 を常に再現性良く膨らませることが可能となり、ウェーハ W とメンブレン 4 との間に適切な隙間を形成することが可能となる。したがって、リリースシャワーがこの隙間に適切に供給され、ウェーハ W を確実にリリースすることができる。

10

【0086】

図 9 に示した実施形態における流体供給システムは、図 5 に示した流体供給システムと同一であるが、図 6 または図 8 に示した流体供給システムを図 9 に示した実施形態に用いてもよい。あるいは、図 7 に示したように、研磨ヘッド 1 の複数の圧力室にそれぞれ接続される複数の流体供給流路 55 を設けてもよい。

【0087】

20

以上本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。

【符号の説明】

【0088】

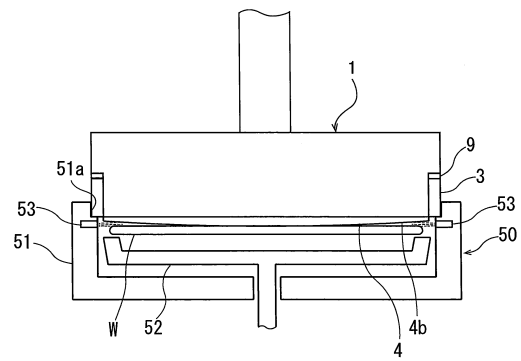
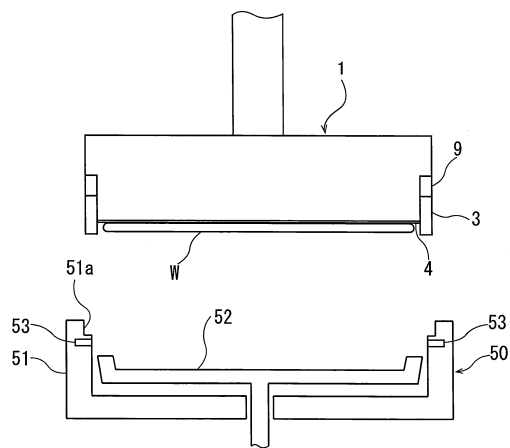
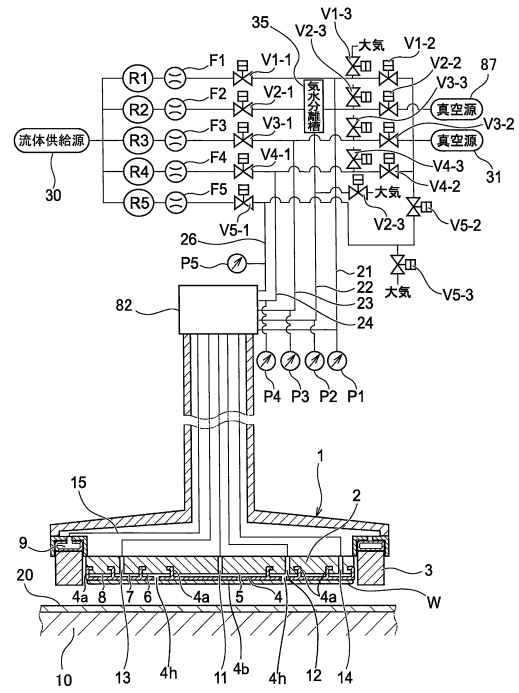
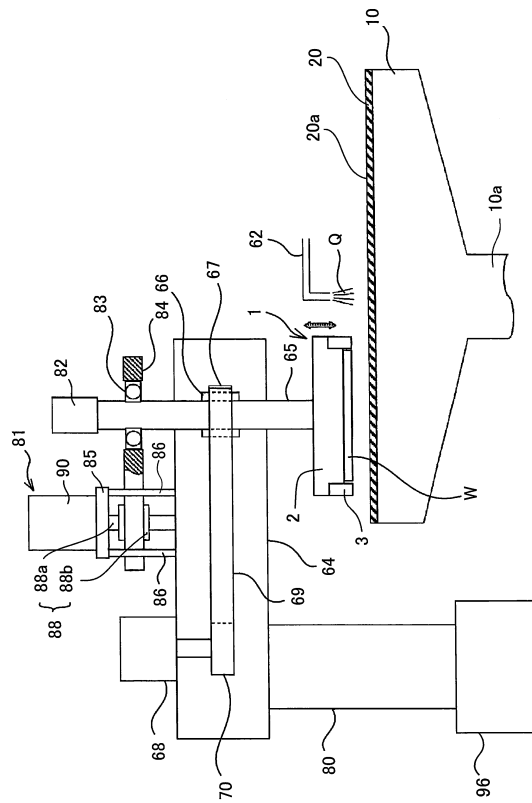
- 1 研磨ヘッド（基板保持装置）
- 2 ヘッド本体
- 3 リテーナリング
- 4 弾性膜（メンブレン）
- 4 a 隔壁
- 4 b ウェーハ保持面（基板保持面）
- 4 h 孔
- 5 センター室
- 6 リプル室
- 7 アウター室
- 8 エッジ室
- 9 リテーナリング圧力室
- 10 研磨テーブル
- 10 a テーブル軸
- 11, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 26, 58 流路
- 20 研磨パッド
- 20 a 研磨面
- 30 流体供給源
- 31, 87 真空源
- 35 気水分離槽
- 36 一次側バルブ
- 37 二次側バルブ
- 39 バルブ制御部
- 50 基板受け渡し装置（プッシャ）
- 51 研磨ヘッドガイド

30

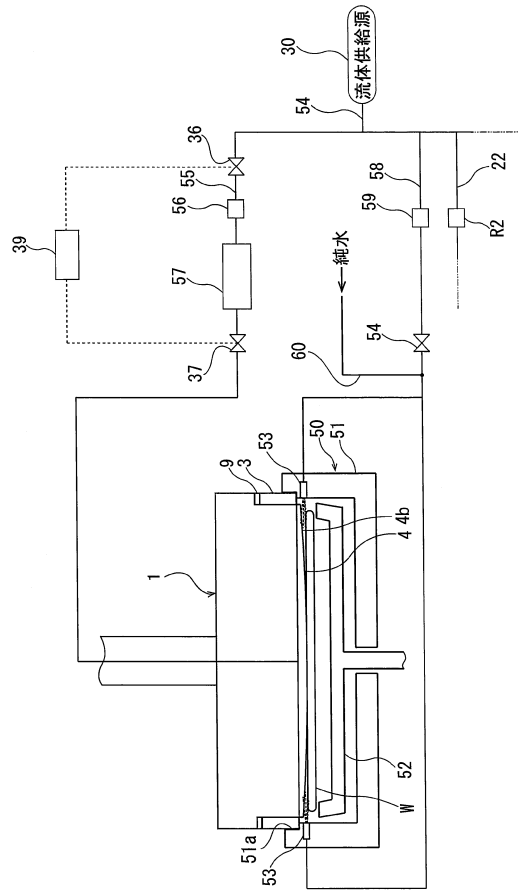
40

50

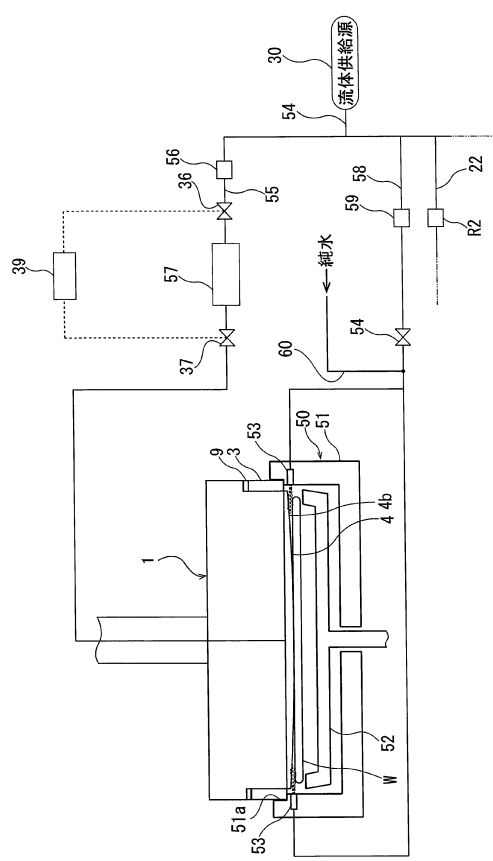
5 2	プッシュステージ	
5 3 , 8 9	リリースノズル	
5 4	バルブ	
5 5	流体供給流路	
5 6	圧力レギュレータ	
5 7	流体蓄積要素	
5 9	圧力レギュレータ	
6 0	純水供給流路	
6 2	研磨液供給ノズル	
6 4	研磨ヘッドアーム	10
6 5	研磨ヘッドシャフト	
6 6	回転筒	
6 7	タイミングプーリ	
6 8	研磨ヘッド回転モータ	
6 9	タイミングベルト	
7 0	タイミングプーリ	
7 5	リテーナリングステーション	
7 6	搬送ステージ	
7 7	押し上げ機構	
7 8	押し上げピン	20
7 9	ケーシング	
8 0	アームシャフト	
8 1	上下動機構	
8 2	ロータリージョイント	
8 3	軸受	
8 4	ブリッジ	
8 5	支持台	
8 6	支柱	
8 8	ボールねじ	
8 8 a	ねじ軸	30
8 8 b	ナット	
9 0	サーボモータ	
9 6	アームモータ	
F 1 ~ F 5	流量センサ	
R 1 ~ R 5	圧力レギュレータ	
P 1 ~ P 5	圧力センサ	
V 1 - 1 ~ V 1 - 3 , V 2 - 1 ~ V 2 - 3 , V 3 - 1 ~ V 3 - 3 , V 4 - 1 ~ V 4 - 3		
, V 5 - 1 ~ V 5 - 3	バルブ	



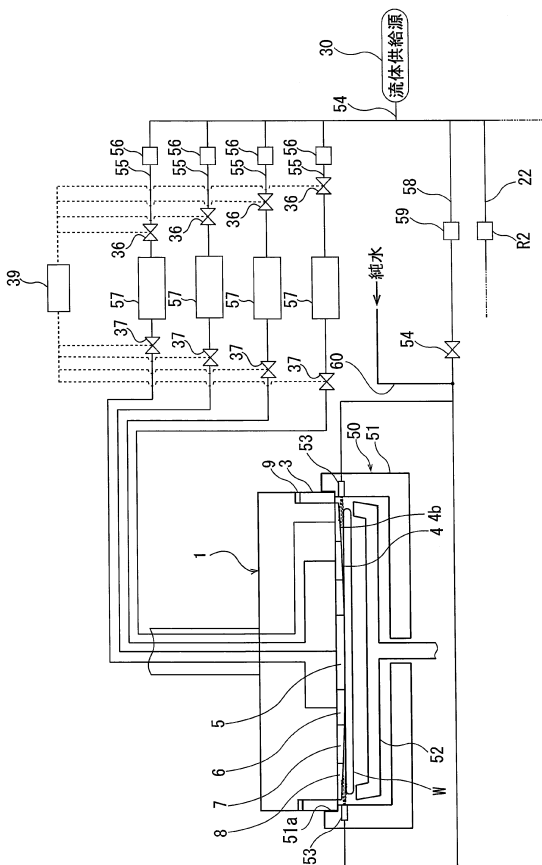
【図 5】



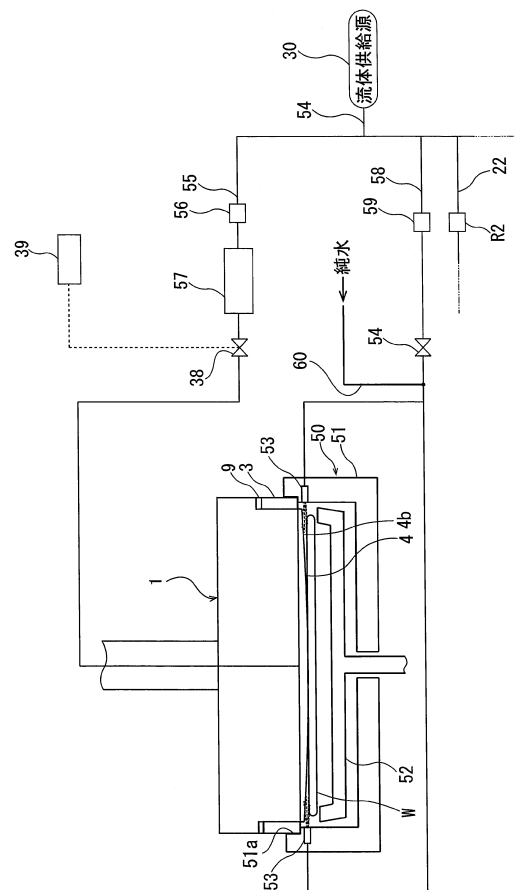
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 0 0 4 6 8 3 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 2 5 8 6 3 9 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 3 1 3 6 0 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 0 4 7 9 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 4 B 3 7 / 0 0 - 3 7 / 3 4
H 0 1 L 2 1 / 3 0 4
H 0 1 L 2 1 / 6 8 3