

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6771080号
(P6771080)

(45) 発行日 令和2年10月21日(2020.10.21)

(24) 登録日 令和2年9月30日(2020.9.30)

(51) Int. Cl.	F I		
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L	21/304	6 5 1 B
GO 2 F 1/13 (2006.01)	HO 1 L	21/304	6 5 1 L
G 1 1 B 5/84 (2006.01)	HO 1 L	21/304	6 5 1 M
	HO 1 L	21/304	6 4 8 G
	HO 1 L	21/304	6 4 3 A
請求項の数 11 (全 29 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2019-167572 (P2019-167572)	(73) 特許権者	000207551
(22) 出願日	令和1年9月13日(2019.9.13)		株式会社 S C R E E Nホールディングス
(62) 分割の表示	特願2015-252297 (P2015-252297) の分割		京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1
原出願日	平成27年12月24日(2015.12.24)	(74) 代理人	110002310
(65) 公開番号	特開2020-21945 (P2020-21945A)		特許業務法人あい特許事務所
(43) 公開日	令和2年2月6日(2020.2.6)	(72) 発明者	高橋 弘明
審査請求日	令和1年9月17日(2019.9.17)		京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社 S C R E E Nセミコンダクターソリューションズ内
		(72) 発明者	藤川 和憲
			京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社 S C R E E Nセミコンダクターソリューションズ内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 基板処理装置および基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を水平に保持する基板保持手段と、
 前記基板保持手段に保持された基板を鉛直方向に沿う所定の回転軸線まわりに回転させる基板回転手段と、
 前記基板保持手段に保持された基板の表面に水を含む処理液を供給する処理液供給手段と、
 前記基板保持手段に保持された基板の表面に向けて、水よりも表面張力が小さい低表面張力液体を吐出する低表面張力液体ノズルと、
 前記低表面張力液体ノズルに連結されたアームと、
 前記アームを駆動することにより、前記基板保持手段に保持された基板の表面に沿う方向に前記低表面張力液体ノズルを移動させるアーム駆動手段と、
 前記基板の表面の前記回転軸線上の位置である回転中心位置に向けて不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段と、
 前記基板保持手段に保持された基板の表面に対向する対向面を有する対向部材と、
 前記基板保持手段に保持された基板に近接する下位置と、前記下位置よりも上方の上位置との間で、前記対向部材を前記鉛直方向に昇降させる昇降駆動手段と、
 前記基板回転手段、前記処理液供給手段、前記低表面張力液体ノズル、前記アーム駆動手段、前記不活性ガス供給手段および前記昇降駆動手段を制御する制御手段とを含み、
 前記制御手段が、前記処理液供給手段から基板の表面に処理液を供給させる処理液供給

工程と、前記昇降駆動手段によって前記下位置と前記上位置との間の低表面張力液体処理位置に前記対向部材を位置させることによって前記対向面と前記基板の表面との間の空間を周囲の雰囲気から遮断させた状態で、かつ、前記アーム駆動手段によって前記低表面張力液体ノズルを前記対向面と前記基板との間に位置させた状態で前記低表面張力液体ノズルから前記基板の表面に向けて低表面張力液体を吐出させて前記処理液を低表面張力液体に置換して前記基板の表面に低表面張力液体の液膜を形成する液膜形成工程と、前記対向部材が前記低表面張力液体処理位置に位置する状態で、前記基板回転手段によって前記基板を回転させながら前記不活性ガス供給手段から前記回転中心位置に向けて不活性ガスを供給させることにより、前記低表面張力液体の液膜に前記回転中心位置から広がる開口を形成する開口形成工程と、前記対向部材が前記低表面張力液体処理位置に位置する状態で前記基板回転手段によって前記基板を回転させながら前記不活性ガス供給手段から前記回転中心位置に向けて不活性ガスを供給させることにより、前記開口を前記回転中心位置から離れる方向に拡大させる開口拡大工程と、前記開口の周縁よりも外側に、前記基板の表面上での低表面張力液体の着液位置が位置するように、前記着液位置を前記開口の拡大に応じて前記回転中心位置以外の少なくとも2箇所に変更されるように前記アーム駆動手段によって前記低表面張力液体ノズルを移動させる着液位置変更工程とを執行し、

10

前記制御手段が、前記低表面張力液体ノズルからの低表面張力液体の吐出が開始されてから、前記開口が拡大されて前記基板の表面から前記低表面張力液体の液膜が排除されるまでの間、前記低表面張力液体ノズルを前記対向面と前記基板の表面との間に維持し、かつ、前記対向部材を前記低表面張力液体処理位置に維持する、基板処理装置。

20

【請求項2】

前記制御手段は、前記開口の周縁と前記着液位置との距離が一定に保たれるように、前記着液位置を移動させる、請求項1に記載の基板処理装置。

【請求項3】

前記対向部材を前記回転軸線まわりに回転させる対向部材回転手段をさらに含む、請求項1または2に記載の基板処理装置。

【請求項4】

前記不活性ガス供給手段が、前記回転中心位置に向けて不活性ガスを吐出する単一の吐出口を有する不活性ガスノズルを含み、

前記制御手段が、前記液膜形成工程において、前記基板の表面に前記低表面張力液体の液膜を形成するために前記低表面張力液体ノズルから前記基板の表面に向けて低表面張力液体を吐出している間に、前記不活性ガスノズルの前記吐出口からの前記不活性ガスの吐出を開始する工程を執行し、前記開口形成工程において、前記不活性ガスノズルから吐出される不活性ガスの流量を増大させることによって前記低表面張力液体の液膜に前記開口を形成させる工程を執行する、請求項1～3のいずれか一項に記載の基板処理装置。

30

【請求項5】

前記下位置は、前記対向面が前記基板の表面から0.5mm～2.5mm上方に配置されるときの前記対向部材の位置であり、

前記上位置は、前記対向面が前記基板の表面から150mm上方に配置されるときの前記対向部材の位置であり、

40

前記低表面張力液体処理位置は、前記対向面が前記基板の表面から15mm上方に配置されるときの前記対向部材の位置である、請求項1～4のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項6】

前記基板保持手段に保持された基板を加熱する基板加熱手段をさらに含む、

前記制御手段は、前記基板加熱手段を制御し、少なくとも前記低表面張力液体ノズルから前記基板の表面に低表面張力液体を供給する期間中には、前記基板加熱手段によって基板を加熱させる、請求項1～5のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項7】

水平に保持された基板に水を含む処理液を供給する処理液供給工程と、

50

水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を低表面張力液体ノズルから前記基板に向けて吐出することにより前記処理液を置換する置換工程と、

前記基板の表面に対向する対向面を有する対向部材を昇降させる昇降駆動手段によって前記基板に近接する下位置と前記下位置よりも上方の上位置との間の低表面張力液体処理位置に前記対向部材を位置させることによって、前記対向部材の前記対向面と前記基板の表面との間の空間を周囲の雰囲気から遮断する雰囲気遮断工程と、

前記対向部材を前記低表面張力液体処理位置に位置させ、かつ、前記低表面張力液体ノズルに連結されたアームをアーム駆動手段によって駆動して前記低表面張力液体ノズルを前記対向面と前記基板との間に位置させた状態で、前記基板に低表面張力液体を前記低表面張力液体ノズルから吐出させることにより前記基板の表面に低表面張力液体の液膜を形成する液膜形成工程と、

10

前記対向部材が前記低表面張力液体処理位置に位置する状態で、鉛直方向に沿う所定の回転軸線まわりに前記基板を回転させながら、前記基板の表面の前記回転軸線上の位置である回転中心位置に向けて不活性ガスを供給することにより、前記低表面張力液体の液膜に前記回転中心位置から広がる開口を形成する開口形成工程と、

前記対向部材が前記低表面張力液体処理位置に位置する状態で前記基板を前記回転軸線まわりに回転させながら、前記回転中心位置に向けて不活性ガスを供給することにより前記開口を前記回転中心位置から離れる方向に拡大させる開口拡大工程と、

前記基板の表面での低表面張力液体の着液位置が前記開口の周縁よりも外側に位置するように、前記アーム駆動手段によって前記低表面張力液体ノズルを移動させた状態で、低表面張力液体を前記低表面張力液体ノズルから前記基板の表面に向けて吐出し、かつ、前記開口の拡大に応じて前記回転中心位置以外の少なくとも2箇所に前記着液位置を変更させる着液位置変更工程とを含み、

20

前記液膜形成工程において前記低表面張力液体ノズルからの低表面張力液体の吐出が開始されてから、前記開口拡大工程において前記開口が拡大されて前記基板の表面から前記低表面張力液体の液膜が排除されるまでの間、前記低表面張力液体ノズルが前記対向面と前記基板の表面との間に維持され、かつ、前記対向部材が前記低表面張力液体処理位置に維持される、基板処理方法。

【請求項8】

前記着液位置変更工程は、前記開口の周縁と前記着液位置との距離が一定に保たれるように、前記着液位置を移動させる工程を含む、請求項7に記載の基板処理方法。

30

【請求項9】

少なくとも前記置換工程、前記液膜形成工程および前記着液位置変更工程が、前記基板を加熱する工程を含む、請求項7または8に記載の基板処理方法。

【請求項10】

前記液膜形成工程において、前記低表面張力液体ノズルから前記基板の表面へ向けて低表面張力液体を吐出している間に、前記回転中心位置に向けて不活性ガスを吐出する単一の吐出口を有する不活性ガスノズルの前記吐出口からの不活性ガスの吐出を開始する不活性ガス供給開始工程をさらに含み、

前記開口形成工程が、前記不活性ガスノズルから吐出される不活性ガスの流量を増大させることによって、前記低表面張力液体の液膜に前記開口を形成させる工程を含む、請求項7～9のいずれか一項に記載の基板処理方法。

40

【請求項11】

前記下位置は、前記対向面が前記基板の表面から0.5mm～2.5mm上方に配置されるときの前記対向部材の位置であり、

前記上位置は、前記対向面が前記基板の表面から150mm上方に配置されるときの前記対向部材の位置であり、

前記低表面張力液体処理位置は、前記対向面が前記基板の表面から15mm上方に配置されるときの前記対向部材の位置である、請求項7～10のいずれか一項に記載の基板処理方法。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、液体で基板を処理する基板処理装置および基板処理方法に関する。処理対象になる基板には、たとえば、半導体ウエハ、液晶表示装置用基板、プラズマディスプレイ用基板、FED (Field Emission Display) 用基板、光ディスク用基板、磁気ディスク用基板、光磁気ディスク用基板、フォトマスク用基板、セラミック基板、太陽電池用基板等の基板が含まれる。

【背景技術】**【0002】**

基板を1枚ずつ処理する枚葉式の基板処理では、例えば、スピンドラックによってほぼ水平に保持された基板に対して薬液が供給される。その後、リンス液が基板に供給され、それによって、基板上の薬液がリンス液に置換される。その後、基板上のリンス液を排除するためのスピンドライ工程が行われる。

図14に示すように、基板の表面に微細なパターンが形成されている場合、スピンドライ工程では、液面(空気と液体との界面)がパターン内に形成される。この場合、液面とパターンとの接触位置に、液体の表面張力が働く。この表面張力が大きい場合には、パターンの倒壊が起こりやすくなる。典型的なリンス液である水は、表面張力が大きいために、スピンドライ工程におけるパターンの倒壊が無視できない。

【0003】

そこで、水よりも表面張力が低い低表面張力液体であるイソプロピルアルコール(Isopropyl Alcohol: IPA)を供給して、パターンの内部に入り込んだ水をIPA置換し、その後IPAを除去することで基板の表面を乾燥させる手法が提案されている。

例えば、特許文献1では、基板の上面にIPAを供給してIPAの液膜を形成させ、基板の中央部を通る回転中心まわりに基板を回転させながら基板の上面中央部に窒素ガスを吹き付けることによって基板の上面中央部からIPAを除去して穴を形成する。その後、基板の回転による遠心力や窒素ガスの吹き付け力によって環状の液膜の内径を大きくすることによって液膜を基板外に排除して、基板の表面を乾燥させる。

【0004】

一方、特許文献2では、IPA吐出ノズルおよび窒素ガス吐出ノズルを有するノズルヘッドを基板中心から周縁に向けてスキャンしながらIPA吐出ノズルからIPAを吐出させる。それにより、基板に供給されるIPAの液膜を遠心力および窒素ガスの吹き付け力により基板の外側へ押し出して、基板の表面を乾燥させる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2010-177371号公報

【特許文献2】特開2009-218563号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

特許文献1の基板処理装置では、IPAの液膜を除去する際に、基板の回転中心から一定距離だけ離れた所定位置にIPAを着液させ、IPAの液膜の内周が当該所定位置に達するとIPAの供給を停止する。そのため、IPAの供給を停止した後に、IPAの液膜が分裂し、基板上にIPAの液滴が残留する虞がある。具体的には、IPAの液膜からのIPAの蒸発が均一に生じず、IPAの液膜の一部が蒸発し尽くして基板が露出し、それによって液膜が分裂する虞がある。また、液膜に対する遠心力は、基板の周縁部において大きく、回転中心に近い領域では小さい。しかも、基板の周縁部においては、回転方向への液膜の線速度が大きいので、液膜と雰囲気との間の相対速度が大きく、蒸発が速やかに進行する。そのため、基板の周縁部上の液膜部分がそれよりも内方の液膜部分から分離

10

20

30

40

50

して基板外へと排除される虞がある。

【 0 0 0 7 】

一方、特許文献2の基板処理装置では、ノズルヘッドを基板中心から周縁に向けてスキャンする際、窒素ガス吐出ノズルから窒素ガスを吐出させてIPAの乾燥を補助している。そのため、IPAの環状の液膜は、基板の回転中心から離れた位置で吐出される窒素ガスによって基板の回転半径方向に押し出される。そのため、窒素ガスの吹き付け力は、IPAの環状液膜の内周の一部に対して局所的に作用するので、基板の回転中心まわりの周方向に関して不均一になる。これにより、IPAの液膜が分裂し、基板上にIPAの液滴が残留する虞がある。

【 0 0 0 8 】

基板上に残留したIPAの液滴は、基板上の微小なパターンの中に入り込み、そのIPAの液滴に溶け込んだ水とともに、長時間にわたって当該微小なパターンに対して表面張力を及ぼし続ける。したがって、当該液滴が最終的に乾燥するまでに表面張力がパターンに与えるエネルギーが大きくなり、パターン倒壊が生じる虞がある。

そこで、この発明の目的は、基板上に低表面張力液体が残留することを抑制しつつ基板の表面を速やかに乾燥させることができる基板処理装置および基板処理方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

この発明は、基板を水平に保持する基板保持手段と、前記基板保持手段に保持された基板を鉛直方向に沿う所定の回転軸線まわりに回転させる基板回転手段と、前記基板保持手段に保持された基板の表面に水を含む処理液を供給する処理液供給手段と、前記基板保持手段に保持された基板の表面に、水よりも表面張力が小さい低表面張力液体を供給する低表面張力液体供給手段と、前記低表面張力液体供給手段から供給される低表面張力液体の前記基板の表面上での着液位置を変更する着液位置変更手段と、前記基板表面の前記回転軸線上の位置である回転中心位置に向けて不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段と、前記基板回転手段、前記処理液供給手段、前記低表面張力液体供給手段、前記着液位置変更手段および前記不活性ガス供給手段を制御する制御手段とを含む基板処理装置を提供する。前記制御手段は、前記処理液供給手段から基板の表面に処理液を供給させ、前記低表面張力液体供給手段から前記基板の表面に低表面張力液体を供給させて前記処理液を低表面張力液体に置換して前記基板の表面に低表面張力液体の液膜を形成し、前記基板回転手段によって前記基板を回転させながら前記不活性ガス供給手段から前記回転中心位置に向けて不活性ガスを供給させることにより、前記低表面張力液体の液膜に前記回転中心位置から広がる開口を形成させ、かつ当該開口を前記回転中心位置から離れる方向に拡大させ、前記開口の周縁よりも外側に前記着液位置が位置するように、前記低表面張力液体の前記着液位置を前記開口の拡大に応じて前記回転中心位置以外の少なくとも2箇所に変更させる。

【 0 0 1 0 】

この構成によれば、開口を回転中心位置から離れる方向に拡大させる際には不活性ガスが回転中心位置に向けて供給されるため、開口の周縁の低表面張力液体を素早く乾燥させながら、開口を回転中心位置から均一に広げることができる。また、開口の周縁よりも外側に低表面張力液体の着液位置が位置するように開口の拡大に応じて着液位置を少なくとも2箇所に変更させることによって、開口の周縁よりも外側には低表面張力液体が十分に供給される。そのため、蒸発または遠心力によって開口の周縁よりも外側の低表面張力液体が局所的になくなることを抑制できる。したがって、液膜の分裂を抑制または防止しながら基板外へと液膜を排除できるので、低表面張力液体またはそこに溶け込んだ処理液が液滴となって基板上に残ることを抑制または防止できる。こうして、基板の表面上に低表面張力液体等が残留することを抑制しつつ基板の表面を速やかに乾燥させることができる。それにより、低表面張力液体またはそこに溶け込んだ処理液による表面張力が作用する時間を短縮できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

この発明の一実施形態では、前記制御手段は、前記開口の周縁と前記着液位置との距離が一定に保たれるように、前記着液位置を移動させる。この構成によれば、開口の拡大過程において、開口の周縁から着液位置までの距離が一定に保たれる。したがって、開口が形成されて環状になった低表面張力液体の液膜が局部的に乾燥して分裂することを一層確実に抑制または防止できる。

【 0 0 1 2 】

この発明の一実施形態では、前記低表面張力液体供給手段は、前記基板の表面に向けて低表面張力液体を供給するノズルを含み、前記着液位置変更手段は、前記ノズルを基板の表面に沿う方向に移動させるノズル移動手段を含む。この構成によれば、ノズル移動手段が基板の表面に沿う方向にノズルを移動させることによって、着液位置を任意に設定して変更することができる。ノズルの移動を無段階に行えば、着液位置を無段階に変更できるので、好ましい。それにより、液膜の開口の拡大に対して、着液位置を忠実に追従させることができる。

10

【 0 0 1 3 】

この発明の一実施形態では、前記低表面張力液体供給手段は、前記回転中心位置からの距離が異なる複数の位置にそれぞれ配置された複数のノズルを含み、前記着液位置変更手段は、前記複数のノズルへの低表面張力液体の供給の有無をそれぞれ切り替える供給切替手段を含む。

この構成によれば、供給切替手段によって、複数のノズルへの低表面張力液体の供給の有無をそれぞれ切り替えるという簡易な構造で着液位置を変更することができる。

20

【 0 0 1 4 】

前記複数のノズルは、基板の回転半径方向に沿って並んで配置されていてもよい。

この発明の一実施形態では、前記基板処理装置が、前記基板保持手段に保持された基板の表面に対向する対向面を有し、前記対向面と前記基板の表面との間を周囲の雰囲気から離隔する対向部材をさらに含む。この構成によれば、対向部材の対向面と基板の表面との間が周囲の雰囲気から離隔されているため、開口よりも外側において低表面張力液体を蒸発しにくくすることができる。それにより、低表面張力液体の液膜の分裂を一層抑制することができる。

30

【 0 0 1 5 】

この発明の一実施形態では、前記基板処理装置が、前記基板保持手段に保持された基板の表面に対向する対向面を有し、前記対向面と前記基板の表面との間を周囲の雰囲気から離隔する対向部材をさらに含む。そして、前記対向面に、前記複数のノズルに対応した複数の供給口が形成されており、前記複数の供給口から低表面張力液体が前記基板の表面に供給される。

【 0 0 1 6 】

この構成によれば、対向部材の対向面に形成された供給口から低表面張力液体が基板の表面に供給されるので、ノズルから低表面張力液体を基板に供給する際に、対向部材と基板との間に複数のノズルを配置するための間隔を確保する必要がない。したがって、対向部材を基板に近づけることができるので、開口の周縁よりも外側の低表面張力液体の蒸発を一層抑制することができる。

40

【 0 0 1 7 】

この発明の一実施形態では、前記基板処理装置が、前記対向部材を前記回転軸線まわりに回転させる対向部材回転手段をさらに含む。

この構成によれば、対向部材回転手段が対向部材を回転軸線まわりに回転させることによって、対向面に付着した液滴を回転中心位置から離れる方向に遠心力で飛ばすことができる。これにより、対向面に付着した液滴が開口の周縁よりも回転中心位置側の基板の表面に落下することを抑制することができる。したがって、基板上での液滴の残留を一層確実に抑制できる。

【 0 0 1 8 】

50

この発明の一実施形態では、前記基板処理装置が、前記基板保持手段に保持された基板を加熱する基板加熱手段をさらに含む。そして、前記制御手段は、前記基板加熱手段を制御し、少なくとも前記低表面張力液体供給手段から前記基板表面に低表面張力液体を供給する期間中には、前記基板加熱手段によって基板を加熱させる。

この構成によれば、基板が加熱されることによって、開口の周縁の低表面張力液体の蒸発を促進して開口が拡大する速度を向上させることができる。これにより、基板の表面を一層速やかに乾燥させることができる。それにより、低表面張力液体またはそこに溶け込んだ処理液による表面張力が作用する時間を一層短縮できる。

【0019】

この発明の一実施形態は、水平に保持された基板に水を含む処理液を供給する処理液供給工程と、水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を前記基板に供給することにより前記処理液を置換する置換工程と、前記基板に水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を供給することにより前記基板の表面に前記低表面張力液体の液膜を形成する液膜形成工程と、鉛直方向に沿う所定の回転軸線まわりに前記基板を回転させながら、前記基板の表面の前記回転軸線上の位置である回転中心位置に向けて不活性ガスを供給することにより、前記低表面張力液体の液膜に前記回転中心位置から広がる開口を形成する開口形成工程と、前記回転中心位置に向けて不活性ガスを供給することにより前記開口を前記回転中心位置から離れる方向に拡大させる開口拡大工程と、前記基板の表面での着液位置が前記開口の周縁よりも外側に位置するように、水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を前記基板の表面に供給し、かつ、前記開口の拡大に応じて前記回転中心位置以外の少なくとも2箇所に前記着液位置を変更させる着液位置変更工程とを含む、基板処理方法を提供する。

【0020】

この方法によれば、開口を回転中心位置から離れる方向に拡大させる際には不活性ガスが回転中心位置に向けて供給されるため、開口の周縁の低表面張力液体を素早く乾燥させながら、開口を回転中心位置から均一に広げることができる。また、開口の周縁よりも外側に低表面張力液体の着液位置が位置するように開口の拡大に応じて着液位置を少なくとも2箇所に変更させることによって、開口の周縁よりも外側には低表面張力液体が十分に供給される。そのため、蒸発または遠心力によって開口の周縁よりも外側の低表面張力液体が基板の表面上から局所的になくなることを抑制できる。したがって、液膜の分裂を抑制または防止しながら基板外へと液膜を排除できるので、低表面張力液体またはそこに溶け込んだ処理液が液滴となって基板上に残ることを抑制または防止できる。こうして、基板の表面上に低表面張力液体等が残留することを抑制しつつ基板の表面を速やかに乾燥させることができる。それにより、低表面張力液体またはそこに溶け込んだ処理液による表面張力が作用する時間を短縮できる。

【0021】

この発明の一実施形態では、前記着液位置変更工程は、前記開口の周縁と前記着液位置との距離が一定に保たれるように、前記着液位置を移動させる工程を含む。この方法によれば、開口の拡大過程において、開口の周縁から着液位置までの距離が一定に保たれる。したがって、開口が形成されて環状になった低表面張力液体の液膜が局所的に乾燥して分裂することを一層確実に抑制または防止できる。

【0022】

この発明の一実施形態では、前記着液位置変更工程は、前記基板の表面に向けて低表面張力液体を供給するノズルを前記基板の表面に沿う方向に移動させる工程を含む。この方法によれば、ノズルを移動させることによって、着液位置を任意に設定して変更することができる。ノズルの移動を無段階に行えば、着液位置を無段階に変更できるので、好ましい。それにより、液膜の開口の拡大に対して、着液位置を忠実に追従させることができる。

【0023】

この発明の一実施形態では、少なくとも前記置換工程、前記液膜形成工程および前記着

10

20

30

40

50

液位置変更工程が、前記基板を加熱する工程を含む。この方法によれば、基板が加熱されることによって、開口の周縁の低表面張力液体の蒸発を促進して開口が拡大する速度を向上させることができる。これにより、基板の表面を一層速やかに乾燥させることができる。それにより、低表面張力液体またはそこに溶け込んだ処理液による表面張力が作用する時間を一層短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1は、この発明の第1実施形態に係る基板処理装置に備えられた処理ユニットの構成例を説明するための図解的な断面図である。

【図2】図2は、第1実施形態に係る処理ユニットの模式的な平面図である。

10

【図3】図3は、基板処理装置の主要部の電気的構成を説明するためのブロック図である。

【図4】図4は、前記処理ユニットによる基板処理の一例を説明するための流れ図である。

【図5】図5は、前記処理ユニットによる基板処理の一例を説明するためのタイムチャートである。

【図6A】図6Aは、前記処理ユニットが有機溶剤によって基板を処理する様子を説明するための図解的な断面図である。

【図6B】図6Bは、前記処理ユニットが有機溶剤によって基板を処理する様子を説明するための図解的な断面図である。

20

【図6C】図6Cは、前記処理ユニットが有機溶剤によって基板を処理する様子を説明するための図解的な断面図である。

【図7】図7Aは、開口形成工程における液膜の状態を示す平面図である。図7Bは、開口拡大工程における液膜の状態を示す平面図である。

【図8】図8は、この発明の第2実施形態に係る基板処理装置に備えられた処理ユニットの構成例を説明するための図解的な断面図である。

【図9】図9は、この発明の第3実施形態に係る基板処理装置に備えられた処理ユニットの構成例を説明するための図解的な断面図である。

【図10A】図10Aは、第3実施形態に係る処理ユニットが有機溶剤によって基板を処理する様子を説明するための図解的な断面図である。

30

【図10B】図10Bは、第3実施形態に係る処理ユニットが有機溶剤によって基板を処理する様子を説明するための図解的な断面図である。

【図10C】図10Cは、第3実施形態に係る処理ユニットが有機溶剤によって基板を処理する様子を説明するための図解的な断面図である。

【図11】図11は、この発明の第4実施形態に係る基板処理装置に備えられた処理ユニットの構成例を説明するための図解的な断面図である。

【図12】図12は、第1実施形態の処理ユニットの変形例を説明するための図解的な断面図である。

【図13】図13は、図12の処理ユニットに備えられた遮断板付近の構成を示す模式的な底面図である。

40

【図14】図14は、表面張力によるパターン倒壊の原理を説明するための図解的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下では、この発明の実施の形態を添付図面を参照して詳細に説明する。

<第1実施形態>

図1は、この発明の第1実施形態に係る基板処理装置1に備えられた処理ユニット2の構成例を説明するための図解的な断面図である。基板処理装置1は、シリコンウエハ等の基板Wを一枚ずつ処理する枚葉式の装置である。この実施形態では、基板Wは、円形状の基板である。基板Wの表面には、微細なパターン(図14参照)が形成されている。基板

50

処理装置 1 は、液体で基板 W を処理する処理ユニット 2 を含む。例えば、基板処理装置 1 は、処理ユニット 2 のほかに、処理ユニット 2 に対して基板 W を搬入 / 搬出するための搬送ロボットを含んでいてもよい。また、基板処理装置 1 は、複数の処理ユニット 2 を含んでいてもよい。

【 0 0 2 6 】

処理ユニット 2 は、一枚の基板 W を水平な姿勢で保持して、基板 W の中心を通る鉛直な回転軸線 A 1 まわりに基板 W を回転させるスピンチャック 5 と、基板 W に対向し基板 W との間の雰囲気周囲を周囲の雰囲気から遮断（離隔）するための対向部材としての遮断板 6 とを含む。処理ユニット 2 は、スピンチャック 5 に保持された基板 W の表面（上方側の主面）にフッ酸等の薬液を供給する薬液供給ノズル 7 と、スピンチャック 5 に保持された基板 W の表面に、リンス液を供給するリンス液供給ノズル 8 とをさらに含む。リンス液供給ノズル 8 は、水を含む処理液を供給する処理液供給手段の一例である。

10

【 0 0 2 7 】

スピンチャック 5 は、チャックピン 2 0 と、スピンベース 2 1 と、回転軸 2 2 と、基板 W を回転軸線 A 1 まわりに回転させる基板回転駆動機構 2 3 とを含む。チャックピン 2 0 およびスピンベース 2 1 は、基板 W を水平に保持する基板保持手段の一例である。回転軸 2 2 および基板回転駆動機構 2 3 は、基板 W を回転軸線 A 1 まわりに回転させる基板回転手段の一例である。

【 0 0 2 8 】

回転軸 2 2 は、回転軸線 A 1 に沿って鉛直方向に延びており、この実施形態では、中空軸である。回転軸 2 2 の上端は、スピンベース 2 1 の下面の中央に結合されている。スピンベース 2 1 は、水平方向に沿う円盤形状を有している。スピンベース 2 1 の上面の周縁部には、基板 W を把持するための複数のチャックピン 2 0 が周方向に間隔を空けて配置されている。基板回転駆動機構 2 3 は、例えば、回転軸 2 2 に回転力を与えることによって、基板 W、チャックピン 2 0、スピンベース 2 1 および回転軸 2 2 を回転軸線 A 1 まわりに一体回転させる電動モータを含む。

20

【 0 0 2 9 】

遮断板 6 は、基板 W とほぼ同じ径またはそれ以上の径を有する円板状に形成され、スピンチャック 5 の上方でほぼ水平に配置されている。遮断板 6 は、スピンチャック 5 に保持された基板 W に対向する対向面 6 a を有する。遮断板 6 の対向面 6 a とは反対側の面には、スピンチャック 5 の回転軸 2 2 と共通の回転軸線 A 1 を中心とする回転軸 3 0 が固定されている。回転軸 3 0 は、中空に形成されている。

30

【 0 0 3 0 】

回転軸 3 0 には、回転軸 3 0 に回転力を与えて遮断板 6 を回転軸線 A 1 まわりに回転させる対向部材回転手段としての遮断板回転駆動機構 3 1 が結合されている。また、回転軸 3 0 には、鉛直方向に沿って回転軸 3 0 を昇降させることによって、回転軸 3 0 に固定された遮断板 6 を昇降させる遮断板昇降駆動機構 3 2 が結合されている。遮断板昇降駆動機構 3 2 は、下位置から上位置までの任意の位置（高さ）に遮断板 6 を位置させることができる。下位置は、例えば、基板 W の表面から 0 . 5 mm ~ 2 . 5 mm 上方に対向面 6 a が配置される位置である。また、上位置は、例えば、基板 W の表面から 1 5 0 mm 上方に対向面 6 a が配置される位置である。遮断板 6 が基板 W の表面に十分に接近した位置にあるとき、対向面 6 a と基板 W の表面との間は、遮断板 6 によって周囲（対向面 6 a と基板 W との表面との間の空間の外部）の雰囲気から離隔される。

40

【 0 0 3 1 】

薬液供給ノズル 7 は、薬液供給ノズル移動機構 4 0 によって、例えば水平方向（回転軸線 A 1 に垂直な方向）に移動される。薬液供給ノズル 7 は、水平方向への移動によって、基板 W の表面の回転中心位置に対向する中央位置と、基板 W の表面に対向しない退避位置との間で移動させることができる。基板 W の表面の回転中心位置とは、基板 W の表面における回転軸線 A 1 との交差位置である。基板 W の表面に対向しない退避位置とは、平面視においてスピンベース 2 1 の外方の位置である。薬液供給ノズル 7 には、薬液供給管 4 1

50

が結合されている。薬液供給管 4 1 には、その流路を開閉する薬液バルブ 4 2 が介装されている。

【 0 0 3 2 】

薬液供給ノズル 7 に供給される薬液は、フッ酸に限らず、硫酸、酢酸、硝酸、塩酸、フッ酸、アンモニア水、過酸化水素水、有機酸（例えばクエン酸、蔞酸など）、有機アルカリ（例えば、TMAH：テトラメチルアンモニウムヒドロオキシドなど）、界面活性剤、腐食防止剤のうちの少なくとも 1 つを含む液であってもよい。

リンス液供給ノズル 8 は、リンス液供給ノズル移動機構 5 0 によって、例えば水平方向（回転軸線 A 1 に垂直な方向）に移動される。リンス液供給ノズル 8 は、水平方向への移動によって、基板 W の表面の回転中心位置に対向する中央位置と、基板 W の表面に対向しない退避位置との間で移動させることができる。リンス液供給ノズル 8 には、リンス液供給管 5 1 が結合されている。リンス液供給管 5 1 には、その流路を開閉するリンス液バルブ 5 2 が介装されている。

【 0 0 3 3 】

リンス液供給ノズル 8 に供給されるリンス液は、例えば脱イオン水（DIW）である。しかし、リンス液は、脱イオン水に限らず、炭酸水、電解イオン水、水素水、オゾン水、および希釈濃度（例えば、10 ppm ~ 100 ppm 程度）の塩酸水のいずれであってもよい。

処理ユニット 2 は、スピンチャック 5 に保持された基板 W の表面に、水よりも表面張力が低い低表面張力液体の一例である有機溶剤を供給する有機溶剤供給ノズル 9 と、回転中心位置に向けて窒素ガス（N₂）等の不活性ガスを供給する不活性ガス供給ノズル 1 0 と、スピンチャック 5 に保持された基板 W を加熱するための流体供給ノズル 1 1 とをさらに含む。有機溶剤供給ノズル 9 は、基板 W の表面に低表面張力液体を供給する低表面張力液体供給手段の一例である。不活性ガス供給ノズル 1 0 は、不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段の一例である。流体供給ノズル 1 1 は、基板 W を加熱する基板加熱手段の一例である。

【 0 0 3 4 】

有機溶剤の一例としては、IPA が挙げられる。低表面張力液体としては、IPA に限らず、水よりも表面張力が小さく、かつ、基板 W の表面および基板 W に形成されたパターン（図 1 4 参照）と化学反応しない、IPA 以外の有機溶剤を用いることができる。より具体的には、IPA、HFE（ハイドロフルオロエーテル）、メタノール、エタノール、アセトンおよび Trans-1,2ジクロロエチレンのうちの少なくとも 1 つを含む液を低表面張力液体として用いることができる。また、低表面張力液体は、単体成分のみからなる必要はなく、他の成分と混合した液体であってもよい。例えば、IPA 液と純水との混合液であってもよいし、IPA 液と HFE 液との混合液であってもよい。

【 0 0 3 5 】

不活性ガスは、窒素ガスに限らず、基板 W の表面およびパターンに対して不活性なガスであればよく、例えばアルゴン等の希ガス類であってもよい。

有機溶剤供給ノズル 9 は、有機溶剤供給ノズル移動機構 6 0 によって、水平方向および鉛直方向に移動される。有機溶剤供給ノズル 9 は、水平方向への移動によって、基板 W の表面の回転中心位置に対向する中央位置と、基板 W の表面に対向しない退避位置との間で移動させることができる。有機溶剤供給ノズル移動機構 6 0 は、有機溶剤供給ノズル 9 を鉛直方向に移動させて、基板 W の表面に接近させたり基板 W の表面から上方に退避させたりすることができる。

【 0 0 3 6 】

有機溶剤供給ノズル移動機構 6 0 は、例えば、鉛直方向に沿う回動軸 6 1 と、回動軸 6 1 に結合されて水平に延びるアーム 6 2 と、アーム 6 2 を駆動して基板 W の表面に沿う方向（回動軸 6 1 の中心軸線まわりの回動方向）に有機溶剤供給ノズル 9 を移動させるノズル移動手段としてのアーム駆動機構 6 3 とを含む。アーム駆動機構 6 3 は、回動軸 6 1 を鉛直方向に沿って昇降させることによって有機溶剤供給ノズル 9 を上下動させることがで

10

20

30

40

50

きる。また、処理ユニット 2 の模式的な平面図である図 2 に示すように、アーム駆動機構 6 3 が回転軸 6 1 の中心軸線まわりにアーム 6 2 を回転させることによって、有機溶剤供給ノズル 9 は、退避位置と中央位置との間で移動することができる。

【 0 0 3 7 】

有機溶剤供給ノズル 9 には、有機溶剤供給管 6 4 が結合されている。有機溶剤供給管 6 4 には、その流路を開閉する有機溶剤バルブ 6 5 が介装されている。

不活性ガス供給ノズル 1 0 は、遮断板 6 に結合された中空の回転軸 3 0 に挿通されており、基板 W の表面の中央に臨む吐出口 1 0 a を下端に有している。不活性ガス供給ノズル 1 0 は、遮断板 6 と共に鉛直方向に沿って昇降可能で、かつ、水平方向に移動しないように設けられている。不活性ガス供給ノズル 1 0 は、例えば、回転軸 3 0 に対して軸受（図示せず）等を介して連結されていてもよい。

10

【 0 0 3 8 】

不活性ガス供給ノズル 1 0 には、不活性ガス供給管 7 0 が結合されている。不活性ガス供給管 7 0 には、その流路を開閉する不活性ガスバルブ 7 1 が介装されている。

流体供給ノズル 1 1 は、基板 W の裏面（下方側の主面）に向けて加熱流体を供給することで基板 W を加熱する。流体供給ノズル 1 1 は、回転軸 2 2 を挿通しており、基板 W の裏面の回転中心位置を含む中央領域に臨む吐出口 1 1 a を上端に有している。基板 W の裏面の回転中心位置とは、基板 W の裏面における回転軸線 A 1 との交差位置である。流体供給ノズル 1 1 には、流体供給源から流体供給管 8 0 を介して加熱流体が供給される。供給される加熱流体は、例えば、温水（室温よりも高温の水であって、かつ、有機溶剤の沸点よりも低温の水）であるが、温水に限らず、高温の窒素ガス等の気体であってもよく、基板 W を加熱することができる流体であればよい。流体供給管 8 0 には、その流路を開閉するための流体バルブ 8 1 が介装されている。

20

【 0 0 3 9 】

図 3 は、基板処理装置 1 の主要部の電氣的構成を説明するためのブロック図である。基板処理装置 1 は、制御手段としての制御ユニット 1 2 を含む。制御ユニット 1 2 は、マイクロコンピュータを備え、所定の制御プログラムに従って基板処理装置 1 に備えられた制御対象を制御する。より具体的には、制御ユニット 1 2 は、プロセッサ（CPU）1 2 A と、制御プログラムが格納されたメモリ 1 2 B とを含み、プロセッサ 1 2 A が制御プログラムを実行することによって、基板処理のための様々な制御を実行するように構成されている。特に、制御ユニット 1 2 は、基板回転駆動機構 2 3、遮断板回転駆動機構 3 1、遮断板昇降駆動機構 3 2、薬液供給ノズル移動機構 4 0、リンス液供給ノズル移動機構 5 0、アーム駆動機構 6 3、バルブ類 4 2、5 2、6 5、7 1、8 1 を制御するようにプログラムされている。

30

【 0 0 4 0 】

図 4 は、処理ユニット 2 による基板処理の一例を説明するための流れ図である。図 5 は、処理ユニット 2 による基板処理の一例を説明するためのタイムチャートである。図 5 において「流体供給」は、流体供給ノズル 1 1 からの温水の吐出状況を示す項目である。処理ユニット 2 による基板処理では、まず、薬液処理工程が行われる（ステップ S 1）。薬液処理工程では、まず、不活性ガスの供給が開始される。具体的には、制御ユニット 1 2 は、不活性ガスバルブ 7 1 を開き、スピンチャック 5 によって基板 W が保持された状態で不活性ガス供給ノズル 1 0 に不活性ガスを供給させる。このときの不活性ガスの流量は例えば 1 0 リットル / m i n である。

40

【 0 0 4 1 】

また、制御ユニット 1 2 は、基板回転駆動機構 2 3 を駆動してスピンベース 2 1 を回転させて基板 W の回転を開始する。薬液処理工程では、スピンベース 2 1 は、所定の薬液回転速度で回転される。薬液回転速度は、例えば、8 0 0 r p m ~ 1 0 0 0 r p m である。また、制御ユニット 1 2 は、遮断板回転駆動機構 3 1 を駆動させて所定の遮断板回転速度で遮断板 6 の回転を開始する。遮断板 6 は、基板 W の回転方向と同じ方向に基板 W と同じ速度で回転されてもよい。

50

【 0 0 4 2 】

そして、制御ユニット12は、薬液供給ノズル移動機構40を制御して、薬液供給ノズル7を基板Wの上方の薬液処理位置に配置する。薬液処理位置は、薬液供給ノズル7から吐出される薬液が基板Wの表面の回転中心位置に着液可能な位置であってもよい。そして、制御ユニット12は、薬液バルブ42を開く。これにより、回転状態の基板Wの表面に向けて、薬液供給ノズル7から薬液が供給される。供給された薬液は遠心力によって基板Wの表面全体に行き渡る。一定時間の薬液処理の後、制御ユニット12は、薬液バルブ42を閉じた後、薬液供給ノズル移動機構40を制御して薬液供給ノズル7を薬液処理位置から退避位置に移動させて薬液処理工程を終了する。

【 0 0 4 3 】

次に、基板Wの表面上の薬液をリンス液に置換することによって基板Wの表面上から薬液を排除するリンス処理工程が実行される(ステップS2)。具体的には、制御ユニット12は、リンス液供給ノズル移動機構50を制御してリンス液供給ノズル8を基板Wの上方のリンス液処理位置に配置する。リンス液処理位置は、リンス液供給ノズル8から吐出されるリンス液が基板Wの表面の回転中心位置に着液する位置であってもよい。また、制御ユニット12は、リンス液バルブ52を開き、リンス液供給ノズル8に回転状態の基板Wの表面に向けてリンス液等の処理液を供給させる(処理液供給工程)。供給されたリンス液は遠心力によって基板Wの表面全体に行き渡り、薬液を置換する。リンス処理工程では、制御ユニット12は、基板回転駆動機構23を制御してスピンベース21を所定のリンス液回転速度で回転させる。リンス液回転速度は、例えば、800rpm~1200rpmである。

【 0 0 4 4 】

そして、基板Wの表面にリンス液を供給し続けることで、基板Wの表面上にリンス液の液膜が形成される。制御ユニット12は、基板回転駆動機構23を制御してスピンベース21を所定のリンス液膜形成速度で回転させる。リンス液膜形成速度は、例えば、10rpmである。基板Wの表面にリンス液の液膜が形成されると、制御ユニット12はリンス液バルブ52を閉じた後、リンス液供給ノズル移動機構50を制御してリンス液供給ノズル8をリンス液処理位置から退避位置に移動させてリンス処理工程を終了する。

【 0 0 4 5 】

次に、リンス液よりも表面張力が低い低表面張力液である有機溶剤によって基板Wを処理する有機溶剤処理工程が実行される(ステップS3)。有機溶剤処理工程では、基板加熱工程が並行して実施される。基板加熱工程では、制御ユニット12は、流体バルブ81を開き、回転状態の基板Wの裏面の回転中心位置を含む中央領域に向けて加熱流体(例えば温水)を供給する。供給された加熱流体は遠心力によって基板Wの裏面全体に行き渡り、基板W全体が加熱される。

【 0 0 4 6 】

有機溶剤処理工程では、制御ユニット12は、遮断板昇降駆動機構32を駆動させて遮断板6を上位置と下位置との間の有機溶剤処理位置に位置させる。有機溶剤処理位置は、例えば、基板Wの表面から15mm上方に対向面6aが配置される位置である。この有機溶剤処理位置にある遮断板6は、対向面6aと基板Wの表面との間の空間を外部雰囲気から隔離することができる。

【 0 0 4 7 】

次に、図6A~図6Cを用いて、有機溶剤処理工程をより詳細に説明する。図6A~図6Cは、第1実施形態に係る処理ユニット2が有機溶剤によって基板Wを処理する様子を説明するための図解的な断面図である。図6Aは後述する置換工程T1および液膜形成工程T2に対応し、図6Bは後述する開口形成工程T3に対応し、図6Cは後述する開口拡大工程T4および着液位置変更工程T5に対応する。

【 0 0 4 8 】

制御ユニット12は、有機溶剤供給ノズル移動機構60を制御して、有機溶剤供給ノズル9を退避位置から基板Wの上方の有機溶剤供給位置に移動させる。有機溶剤供給位置は

10

20

30

40

50

、有機溶剤供給ノズル9から吐出される有機溶剤が基板Wの回転中心位置に着液する位置であって、本実施形態のように中央位置と一致していてもよい。有機溶剤供給ノズル9が有機溶剤供給位置に移動すると、制御ユニット12は、有機溶剤バルブ65を開く。これにより、図6Aに示すように、回転状態の基板Wの表面に向けて、有機溶剤供給ノズル9から有機溶剤が供給される。

【0049】

回転状態の基板Wの表面に有機溶剤が供給されることによって、供給された有機溶剤は遠心力によって基板Wの表面全体に行き渡り、基板Wの表面上のリンス液が有機溶剤によって置換される(置換工程T1)。制御ユニット12は、所定の置換速度でスピンドル21が回転するように基板回転駆動機構23を制御する。置換速度は、例えば、10rpm 10
mである。置換速度は、300rpm程度であってもよい。

【0050】

基板Wの表面上のリンス液が有機溶剤に完全に置換されると、制御ユニット12は、所定の有機溶剤液膜形成速度でスピンドル21が回転するように基板回転駆動機構23を制御する。有機溶剤液膜形成速度は、例えば、10rpmである。基板Wの回転速度が低速であるため、基板Wの表面に供給される有機溶剤は遠心力によって基板Wから落下せず、表面張力により基板Wの表面の上に溜まっていく。こうして、基板Wの表面上に有機溶剤の液膜66が形成される(液膜形成工程T2)。

【0051】

次に、有機溶剤の液膜66に開口67を形成する開口形成工程T3が開始される。開口形成工程T3に入ると、制御ユニット12は、アーム駆動機構63を制御して有機溶剤供給ノズル9の有機溶剤供給位置(例えば中央位置)からの移動を開始する。有機溶剤供給ノズル9は有機溶剤の供給を継続している。有機溶剤供給ノズル9が中央位置から移動すると同時に、制御ユニット12は、不活性ガスバルブ71を調整して、不活性ガスの流量を所定の液膜排除流量まで増加させる。液膜排除流量は、例えば、200リットル/分 20
nである。有機溶剤供給ノズル9が有機溶剤供給位置から移動すると基板Wの回転中心位置の液膜66に有機溶剤が供給されなくなる。この状態で、大流量の不活性ガスが回転状態の基板Wの表面の回転中心位置の液膜66に吹き付けられることで、図6Bおよび図7Aに示すように、基板Wの回転中心位置で円形状に広がる開口67が液膜66に形成される。図7Aは、開口形成工程T3における液膜の状態を示す平面図である。明瞭化のため 30
に、図7A(および後述する図7B)において、有機溶剤の液膜66に斜線を付してある。

【0052】

不活性ガスをさらに供給し続けることで、不活性ガスの吹き付け力が回転中心から放射状に作用することによって、図7Bに示すように開口67が回転中心位置から離れる方向に拡大される(開口拡大工程T4)。図7Bは、開口拡大工程T4における液膜66の状態を示す平面図である。

開口形成工程T3および開口拡大工程T4では、制御ユニット12は、基板回転駆動機構23を制御して、スピンドル21の回転を徐々に加速させる。具体的には、スピンドル21の回転は、速度が300rpmになるまで加速された後、300rpmの速度で 40
一定期間維持される。

【0053】

そして、開口67の周縁67aよりも外側に着液位置が位置するように、開口67の拡大に応じて着液位置を変更する着液位置変更工程T5が実行される。開口67の周縁67aよりも外側とは、周縁67aに対して回転中心位置とは反対側をいう。また、着液位置とは、基板Wの表面上において、有機溶剤供給ノズル9から供給される有機溶剤が着液する位置をいう。

【0054】

図6Cに示すように、着液位置変更工程T5では、制御ユニット12は、有機溶剤供給ノズル移動機構60のアーム駆動機構63を制御して有機溶剤供給ノズル9を基板Wの表 50

面に沿う方向に移動させることによって、有機溶剤の基板Wの表面上での着液位置を変更させる（ノズル移動工程）。このように、アーム駆動機構63は、着液位置変更手段として機能する。このとき、アーム駆動機構63は、開口67の周縁67aと着液位置との距離が一定に保たれるように開口67の拡大に合わせて連続的に有機溶剤供給ノズル9を所定の範囲内で移動させることが好ましい。所定の範囲とは、中央位置から基板Wの外周よりも僅かに内側の位置（外周位置）までの範囲であってもよい。この場合、着液位置は、回転中心位置以外の2箇所以上の複数箇所に変更されることになる。また、アーム駆動機構63は、着液位置を開口67の拡大に応じて回転中心位置以外の少なくとも2箇所に段階的に（不連続に）変更してもよい。開口67が拡大し、基板Wの表面から液膜66が排除されることで有機溶剤による基板Wの処理が終了する。

10

【0055】

少なくとも基板Wに有機溶剤を供給する期間中、すなわち、少なくとも有機溶剤処理工程S3（置換工程T1、液膜形成工程T2、開口形成工程T3、開口拡大工程T4および着液位置変更工程T5）では、制御ユニット12は、流体バルブ81を開いて基板Wの裏面に流体供給ノズル11から加熱流体（例えば温水）を供給させて基板Wを加熱させる。

こうして、有機溶剤による処理を終えた後、制御ユニット12は、基板回転駆動機構23を制御して、基板Wを所定の乾燥回転速度で高速回転させる。乾燥回転速度は、例えば、2000rpmである。これにより、基板W上の液成分を遠心力によって振り切るための乾燥処理工程（ステップS4）が行われる。乾燥処理工程では、制御ユニット12は、遮断板昇降駆動機構32を制御して、遮断板6を下位置へ移動させる。乾燥処理工程は、スピンドライ工程ともいう。

20

【0056】

以上により、処理ユニット2による基板処理が終了する。

第1実施形態によれば、開口67を回転中心位置から離れる方向に拡大させる際には不活性ガスが回転中心位置に向けて供給されるため、開口67の周縁67aの有機溶剤を素早く乾燥させながら、開口67を回転中心位置から均一に広げることができる。また、開口67の周縁67aよりも外側に有機溶剤の着液位置が位置するように開口67の拡大に応じて着液位置を少なくとも2箇所に変更させることによって、開口67の周縁67aよりも外側には有機溶剤が十分に供給される。そのため、蒸発または遠心力によって開口67の周縁67aよりも外側の有機溶剤が局所的になくなることを抑制できる。したがって、有機溶剤の液膜66の分裂を抑制または防止しながら基板W外へと有機溶剤の液膜66を排除できるので、有機溶剤またはそこに溶け込んだ水分が液滴となって基板W上に残ることを抑制または防止できる。こうして、基板Wの表面上に有機溶剤等が残留することを抑制しつつ基板Wの表面を速やかに乾燥させることができる。それにより、有機溶剤等による表面張力が基板W上の微細パターンに作用する時間を短縮できるので、パターン倒壊を抑制または防止できる。

30

【0057】

また、開口67が拡大する過程において、開口67の周縁67aと着液位置との距離が一定に保たれる。それによって、開口67が形成されて環状になった有機溶剤の液膜66が局所的に乾燥して分裂することを一層確実に抑制または防止できる。

40

また、有機溶剤供給ノズル移動機構60が基板Wの表面に沿う方向に有機溶剤供給ノズル9を移動させる構成であるので、着液位置を任意に設定して変更することができる。有機溶剤供給ノズル9の移動を無段階に行えば、着液位置を無段階に変更することができる。それにより、開口67の拡大に伴う周縁67aの移動に対して、着液位置を忠実に追従させることができるので、液膜66の分裂を確実に抑制できる。

【0058】

また、開口67が拡大していく過程において、遮断板6の対向面6aと基板Wの表面との間が十分に近づけられ、それらの間の空間が周囲の雰囲気から隔離されている。そのため、基板Wの上方の雰囲気および気流を適正に制御することができる。より具体的には、遮断板6の対向面6aと基板Wの表面との間が周囲の雰囲気から隔離されているため、液

50

膜 6 6 の上方の雰囲気中の有機溶剤の濃度を高く維持できる。それによって、開口 6 7 の周縁 6 7 a よりも外側において有機溶剤を蒸発しにくくすることができる。これにより、液膜 6 6 の分裂を一層抑制することができる。

【 0 0 5 9 】

また、遮断板回転駆動機構 3 1 が遮断板 6 を回転軸線 A 1 まわりに回転させることによって、対向面 6 a に付着した有機溶剤等の液滴を回転中心位置から離れる方向に遠心力で飛ばすことができる。これにより、対向面 6 a に付着した液滴が開口 6 7 の周縁 6 7 a よりも基板 W の回転中心位置側の表面に落下することを抑制することができる。したがって、基板 W 上に液滴が残留することをより確実に抑制できる。

【 0 0 6 0 】

また、流体供給ノズル 1 1 からの加熱流体の供給により基板 W が加熱されることによって、開口 6 7 の周縁 6 7 a の有機溶剤の蒸発を促進して開口 6 7 が拡大する速度を向上させることができる。これにより、基板 W の表面をより一層速やかに乾燥させることができる。これにより、有機溶剤またはそれに溶け込んだ水分による表面張力が基板 W 上のパターンに作用する時間を一層短縮できる。

【 0 0 6 1 】

また、不活性ガス供給ノズル 1 0 は、開口 6 7 が形成されて拡大される間、不活性ガスを供給する位置を変えないことなく、基板 W の表面の回転中心位置に向けて不活性ガスを供給し続ける。そのため、基板 W の回転中心位置の上方付近の雰囲気を乾燥状態に維持することができ、開口 6 7 の拡大に応じて雰囲気が乾燥状態となる乾燥領域を回転中心位置から離れる方向に拡大させることができる。一方、遮断板 6 によって、液膜 6 6 の上方の雰囲気の有機溶剤の濃度は、開口 6 7 の上方の雰囲気よりも高く維持されている。そのため、周縁 6 7 a 付近の液膜 6 6 の有機溶剤は蒸発されやすく、周縁 6 7 a よりも外側の液膜 6 6 の有機溶剤は蒸発されにくくなっている。

【 0 0 6 2 】

したがって、開口 6 7 の拡大に応じて不活性ガス供給ノズル 1 0 が不活性ガスを供給する位置を回転中心位置から離れる方向に変更する構成の基板処理装置（例えば特許文献 2 参照）と比較して、第 1 実施形態の処理ユニット 2 では、液膜 6 6 の分裂が発生しにくい。しかも、不活性ガス供給ノズル 1 0 は、基板 W の回転中心位置に向けて不活性ガスを供給するので、開口 6 7 が回転中心位置から放射状に均一に広がる。これにより、液膜 6 6 の分裂を確実に抑制できる。

< 第 2 実施形態 >

図 8 は、この発明の第 2 実施形態に係る基板処理装置 1 P に備えられた処理ユニット 2 P の構成例を説明するための図解的な断面図である。なお、図 8 および後述する図 9 ~ 図 1 3 では、今まで説明した部材と同じ部材には同じ参照符号を付して、その説明を省略する。

【 0 0 6 3 】

図 8 を参照して、第 2 実施形態の処理ユニット 2 P が図 1 に示す第 1 実施形態の処理ユニット 2 と主に異なる点は次のとおりである。すなわち、処理ユニット 2 P は、第 1 実施形態の流体供給ノズル 1 1（図 1 参照）の代わりに、基板加熱手段としての流体供給ノズル 1 1 P を含む。流体供給ノズル 1 1 P は、基板 W の裏面の回転中心位置を含む中央領域に向けて加熱流体を供給する中心流体供給ノズル 8 3 と、中央領域よりも外側の所定位置から基板 W の裏面の外周までの範囲に亘る環状領域に加熱流体を供給する環状流体供給ノズル 8 4 とを含む。

【 0 0 6 4 】

中心流体供給ノズル 8 3 は、鉛直方向に沿って延びている。中心流体供給ノズル 8 3 は、回転軸 2 2 を挿通しており、基板 W の裏面の中心に臨む吐出口 8 3 a を上端に有している。環状流体供給ノズル 8 4 は、中心流体供給ノズル 8 3 の先端から径方向に延びたパーノズルの形態を有しており、基板 W の裏面の環状領域に臨む複数の吐出口 8 4 a を有している。複数の吐出口 8 4 a は、回転軸線 A 1 からの距離が異なる複数の位置にそれぞれ配

10

20

30

40

50

置されている。これらの複数の吐出口 8 4 a は、基板 W が回転軸線 A 1 まわりに回転されることによって、基板 W の裏面の環状領域に臨むことになる。

【 0 0 6 5 】

中心流体供給ノズル 8 3 の吐出口 8 3 a および環状流体供給ノズル 8 4 の複数の吐出口 8 4 a から吐出された加熱流体（例えば温水）は、基板 W の裏面を伝い、遠心力によって外方へと広がって、基板 W の裏面を覆う液膜を形成する。複数の吐出口 8 3 a , 8 4 a から吐出された加熱流体は、それらが対向する基板 W の裏面の各位置に到達し、その到達後に加熱流体と基板 W との熱交換が始まる。したがって、基板 W の全域を均一に加熱することができる。中心流体供給ノズル 8 3 だけを備える場合には、基板 W の裏面中心に到達した直後から基板 W と加熱流体との熱交換が始まるので、基板 W の外周に達するまでに加熱流体の大部分の熱量は基板 W に奪われてしまう。そのため、基板 W の加熱が必ずしも均一にならない。

10

【 0 0 6 6 】

第 2 実施形態によれば、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

また、流体供給ノズル 1 1 P によって基板 W の中心から外周までを万遍なく加熱することができるため、液膜 6 6 の開口 6 7 が基板 W の外周付近に達した場合でも開口 6 7 の周縁 6 7 a の有機溶剤を安定して蒸発させることができる。これにより、開口 6 7 の拡大を基板 W の加熱によって良好に補助することができる。

【 0 0 6 7 】

また、第 2 実施形態に係る処理ユニット 2 P は、第 1 実施形態に係る処理ユニット 2 とほぼ同じ基板処理が可能であるためその説明を省略する。

20

< 第 3 実施形態 >

図 9 は、この発明の第 3 実施形態に係る基板処理装置 1 Q に備えられた処理ユニット 2 Q の構成例を説明するための図解的な断面図である。

【 0 0 6 8 】

第 3 実施形態の処理ユニット 2 Q が図 1 に示す第 1 実施形態の処理ユニット 2 と主に異なる点は次のとおりである。すなわち、処理ユニット 2 Q は、有機溶剤供給ノズル 9（図 1 参照）の代わりに、低表面張力液体供給手段としての複数の有機溶剤供給ノズル 9 Q を含む。また、処理ユニット 2 Q は、基板 W の回転中心と同心円状に基板 W を加熱する基板加熱手段としてのヒータ 9 0 を含んでいる。

30

【 0 0 6 9 】

複数の有機溶剤供給ノズル 9 Q は、基板 W の表面の回転中心位置に向けて有機溶剤を供給する中心位置供給ノズル 1 0 0 と、回転軸線 A 1 からの距離が異なる複数の位置にそれぞれ配置され、基板 W の表面の回転中心位置から離れた位置に向けて有機溶剤を供給する複数の離間位置供給ノズル 1 0 5（複数のノズル）とを含む。

中心位置供給ノズル 1 0 0 は、遮断板 6 に結合された中空の中心軸 3 0 Q に挿通されており、先端に設けられた吐出口 1 0 0 a から基板 W の表面の回転中心に向けて有機溶剤を吐出する。

【 0 0 7 0 】

複数の離間位置供給ノズル 1 0 5 は、この実施形態では、基板 W の回転半径方向に沿って並んでいる。複数の離間位置供給ノズル 1 0 5 は、複数の離間位置供給ノズル 1 0 5 に対応して遮断板 6 の対向面 6 a に形成された複数の供給口 6 8 に先端が収容されている。複数の離間位置供給ノズル 1 0 5 から吐出された有機溶剤は、供給口 6 8 を通って基板 W の表面に供給される。複数の供給口 6 8 は、この実施形態では、遮断板 6 を上下方向に貫通した貫通孔である。

40

【 0 0 7 1 】

中心位置供給ノズル 1 0 0 には、有機溶剤供給管 1 0 1 が結合されている。有機溶剤供給管 1 0 1 には、その流路を開閉する有機溶剤バルブ 1 0 2 が介装されている。複数の離間位置供給ノズル 1 0 5 には、複数の有機溶剤供給管 1 0 6 がそれぞれ結合されており、複数の有機溶剤供給管 1 0 6 には、複数の有機溶剤バルブ 1 0 7 がそれぞれ介装されてい

50

る。換言すれば、各離間位置供給ノズル105に個別の有機溶剤供給管106が結合されており、その有機溶剤供給管106に1つの有機溶剤バルブ107が介装されている。複数の有機溶剤バルブ107は、対応する離間位置供給ノズル105への有機溶剤の供給の有無をそれぞれ切り替える供給切替手段を構成している。離間位置供給ノズル105は、少なくとも2つ設けられており、少なくとも2つの離間位置供給ノズル105からの有機溶剤の供給が可能になっている。制御ユニット12は、有機溶剤バルブ102および複数の有機溶剤バルブ107を制御することで、回転中心位置以外の少なくとも2箇所に着液位置を変更させることができる。すなわち、この実施形態では、有機溶剤バルブ102および複数の有機溶剤バルブ107は、着液位置変更手段の一例である。

【0072】

有機溶剤供給管101および複数の有機溶剤供給管106には、共通の有機溶剤供給源からの有機溶剤が供給されていてもよい。この場合、複数の有機溶剤供給管106は、有機溶剤バルブ102よりも有機溶剤供給源側の有機溶剤供給管101から分岐していてもよい。

ヒータ90は、例えば、遮断板6に内蔵され、回転径方向に延びる抵抗体であってもよい。ヒータ90は、回転軸線A1を取り囲む形状の円環状に形成されていてもよいし、回転軸線A1まわりの周方向において円環の一部が途切れたC字状に形成されていてもよい。図9に示す例では、ヒータ90は、回転径方向に沿って分けられた複数の領域を有しており、領域ごとに異なる温度に設定することができる。ヒータ90の温度は、例えば、基板Wの回転中心位置から離れるに従って高温になるように領域ごとに設定されてもよい。ヒータ90には、ヒータ90に通電することによってヒータ90の温度を上昇させるヒータ通電機構91が接続されている。制御ユニット12は、ヒータ通電機構91を制御し、ヒータ90への通電を制御することができる。

【0073】

この処理ユニット2Qにより、第1実施形態に関連して説明した図4および図5に示す処理を実行することができる。以下では、第3実施形態の処理ユニット2Qによる基板処理の一例について、第1実施形態の処理ユニット2による基板処理と主に異なる部分(ステップS3)のみを説明し、処理ユニット2による基板処理と同じ部分(ステップS1、ステップS2およびステップS4)については説明を省略する。有機溶剤処理工程(ステップS3)についても、第1実施形態の処理ユニット2による基板処理と同じ処理についてはその説明を省略する。

【0074】

図10A~図10Cは、第3実施形態に係る処理ユニット2Qが有機溶剤によって基板Wを処理する様子を説明するための図解的な断面図である。図10Aは後述する置換工程T1および液膜形成工程T2に対応し、図10Bは後述する開口形成工程T3に対応し、図10Cは後述する開口拡大工程T4および着液位置変更工程T5に対応する。

有機溶剤処理工程では、基板加熱工程が並行して実施される。基板加熱工程は、少なくとも基板Wに有機溶剤を供給する期間中、すなわち、少なくとも有機溶剤処理工程S3(置換工程T1、液膜形成工程T2、開口形成工程T3、開口拡大工程T4および着液位置変更工程T5)に実行される。処理ユニット2Qによる基板処理における基板加熱工程では、制御ユニット12は、ヒータ通電機構91を制御して、ヒータ90を通電させることによって、ヒータ90の温度を上昇させる。温度が上昇したヒータ90によって、ヒータ90から離間して配置された回転状態の基板W全体が加熱される。また、基板加熱工程では、回転状態の基板Wの裏面の回転中心位置を含む中央領域に向けて加熱流体(例えば温水)を供給していてもよい。供給された加熱流体は遠心力によって基板Wの裏面全体に行き渡り、基板W全体が加熱される。

【0075】

有機溶剤処理工程(ステップS3)に先立って、リンス処理工程(ステップS2)では、リンス液バルブ52が閉じられ、リンス液供給ノズル8がリンス液供給位置から退避位置に移動させられている。リンス液供給ノズル8の退避後、有機溶剤処理工程(ステップ

10

20

30

40

50

S 3)では、制御ユニット 1 2 は、遮断板 6 を有機溶剤処理位置まで降下させる。リンス液供給ノズル 8 が退避した後は、遮断板 6 と基板 W の表面との間にノズル等の部材が存在しないため、遮断板 6 を基板 W に向けて近接させることができる。

【 0 0 7 6 】

また、制御ユニット 1 2 が有機溶剤バルブ 1 0 2 を開き、中心位置供給ノズル 1 0 0 からの基板 W の表面への有機溶剤の供給を開始させる（有機溶剤供給工程）。これにより、図 1 0 A に示すように、回転状態の基板 W の表面に向けて、有機溶剤供給ノズル 9 Q から有機溶剤が供給される。このとき、制御ユニット 1 2 は、さらに有機溶剤バルブ 1 0 7 を開いて離間位置供給ノズル 1 0 5 からも有機溶剤が供給されるようにしていてもよい。基板 W の表面に有機溶剤を供給する際、供給された有機溶剤は遠心力によって基板 W の表面全体に行き渡り、基板 W 上のリンス液が有機溶剤によって置換される（置換工程 T 1 ）。制御ユニット 1 2 は、所定の置換速度でスピンドル 2 1 が回転するように基板回転駆動機構 2 3 を制御する。置換速度は、例えば、1 0 r p m である。置換速度は、3 0 0 r p m 程度であってもよい。

10

【 0 0 7 7 】

基板 W の表面上のリンス液が有機溶剤に完全に置換されると、制御ユニット 1 2 は、所定の有機溶剤液膜形成速度でスピンドル 2 1 が回転するように基板回転駆動機構 2 3 を制御する。有機溶剤液膜形成速度は、例えば、1 0 r p m である。基板 W の回転速度が低速であるため、基板 W の表面に供給される有機溶剤は遠心力によって基板 W から落下せず、表面張力により基板 W の表面の上に溜まっていく。こうして、基板 W の表面上に有機溶剤の液膜 6 6 が形成される（液膜形成工程 T 2 ）。

20

【 0 0 7 8 】

そして、有機溶剤の液膜 6 6 に開口 6 7 を形成する開口形成工程 T 3 と、開口 6 7 を回転中心位置から離れる方向に拡大させる開口拡大工程 T 4 とを実行するために不活性ガスの供給量が増加される。具体的には、制御ユニット 1 2 は、不活性ガスバルブ 7 1 を調整して、不活性ガスの流量を所定の液膜排除流量まで増加させる。液膜排除流量は、例えば、2 0 0 リットル / m i n である。回転状態の基板 W の回転中心位置に向けて液膜排除流量の不活性ガスが供給されることによって、液膜 6 6 に開口 6 7 が形成される（開口形成工程 T 3 ）。開口 6 7 は、平面視で、回転中心位置から広がる円形状である（図 7 A 参照）。図 7 B に示すように、不活性ガスをさらに供給し続けることで開口 6 7 が回転中心位置から離れる方向に拡大される（開口拡大工程 T 4 ）。

30

【 0 0 7 9 】

開口形成工程 T 3 および開口拡大工程 T 4 では、制御ユニット 1 2 は、基板回転駆動機構 2 3 を制御してスピンドル 2 1 の回転を徐々に加速させる。具体的には、スピンドル 2 1 の回転は、速度が 3 0 0 r p m になるまで加速された後、3 0 0 r p m の速度で一定期間維持される。

そして、図 1 0 C に示すように、開口 6 7 の周縁 6 7 a よりも外側に着液位置が位置するように、着液位置を開口 6 7 の拡大に応じて変更する着液位置変更工程 T 5 が実行される。着液位置変更工程 T 5 では、制御ユニット 1 2 は、液膜 6 6 に開口 6 7 が形成されると有機溶剤バルブ 1 0 2 を閉じる。また、制御ユニット 1 2 は、複数の有機溶剤バルブ 1 0 7 を開いた状態に制御し、複数（少なくとも 2 つ）の離間位置供給ノズル 1 0 5 が基板 W の表面に有機溶剤を供給している状態にする。そして、制御ユニット 1 2 は、開口 6 7 の拡大に応じて離間位置供給ノズル 1 0 5 に対応する有機溶剤バルブ 1 0 7 を回転中心位置側から順次に閉じる。具体的には、制御ユニット 1 2 は、離間位置供給ノズル 1 0 5 から供給される有機溶剤の着液位置に開口 6 7 の周縁 6 7 a が到達する直前に離間位置供給ノズル 1 0 5 からの有機溶剤の供給を停止させるために、対応する有機溶剤バルブ 1 0 7 を閉じる。最も外側で有機溶剤を供給している離間位置供給ノズル 1 0 5 からの有機溶剤の着液位置に開口 6 7 の周縁 6 7 a が到達する直前に全ての離間位置供給ノズル 1 0 5 からの有機溶剤の供給が停止される。

40

【 0 0 8 0 】

50

また、着液位置変更工程 T5 では、制御ユニット 12 は、複数の有機溶剤バルブ 107 を回転中心位置側から順次に閉じるのではなく、拡大中の開口 67 の周縁 67a の位置に適した一つの離間位置供給ノズル 105 のみから有機溶剤が供給されるように複数の有機溶剤バルブ 107 の開閉を制御してもよい。拡大中の開口 67 の周縁 67a の位置に適した離間位置供給ノズル 105 とは、周縁 67a の外側に位置する離間位置供給ノズル 105 のうち、最も周縁 67a に近い位置に位置する離間位置供給ノズル 105 であってもよい。

【0081】

第3実施形態によれば、第1実施形態と同様の効果を奏する。

また、複数の有機溶剤バルブ 107 によって、対応する離間位置供給ノズル 105 への有機溶剤の供給の有無をそれぞれ切り替えるという簡易な構造で着液位置を変更することができる。

また、複数の離間位置供給ノズル 105 に対応した複数の供給口 68 から有機溶剤が基板 W の表面に供給されるため、遮断板 6 と基板 W との間に複数の離間位置供給ノズル 105 を配置するための間隔を確保する必要がない。したがって、遮断板 6 を基板 W に近づけた状態で複数の離間位置供給ノズル 105 から有機溶剤を供給することができるので、周縁 67a よりも外側の液膜 66 の有機溶剤の蒸発を一層抑制することができる。

<第4実施形態>

図 11 は、この発明の第4実施形態に係る基板処理装置 1R に備えられた処理ユニット 2R の構成例を説明するための図解的な断面図である。

【0082】

第4実施形態の処理ユニット 2R が図 9 に示す第3実施形態の処理ユニット 2Q と主に異なる点は次のとおりである。すなわち、処理ユニット 2R は、第3実施形態のヒータ 90 (図 9 参照) の代わりに、下方から基板 W を加熱する基板加熱手段としてのヒータ 90R を含んでいる。ヒータ 90R は、例えば、スピンベース 21 に内蔵され、回転径方向に延びる抵抗体である。ヒータ 90R は、回転軸線 A1 を取り囲む円環状に形成されていてもよいし、回転軸線 A1 まわりの周方向において円環の一部が途切れた C 字状に形成されていてもよい。ヒータ 90R は、この実施形態では、回転径方向に沿って分けられた複数の領域を有しており、領域ごとに異なる温度に設定することができる。ヒータ 90R の温度は、例えば、基板 W の回転中心位置から離れるに従って高温になるように領域ごとに設定されていてもよい。ヒータ 90R には、ヒータ 90R に通電することによってヒータ 90R の温度を上昇させるヒータ通電機構 91R が接続されている。ヒータ 90R は、回転軸 22 内に通された給電線 92 によってヒータ通電機構 91R からの電力が供給されている。制御ユニット 12 は、ヒータ通電機構 91R を制御し、ヒータ 90R への通電を制御することができる。

【0083】

第4実施形態によれば、第3実施形態と同様の効果を奏する。

また、第4実施形態に係る処理ユニット 2R は、第3実施形態に係る処理ユニット 2Q とほぼ同じ基板処理が可能であるためその説明を省略する。

この発明は、以上に説明した実施形態に限定されるものではなく、さらに他の形態で実施することができる。

【0084】

例えば、図 12 に第1実施形態の変形例に係る処理ユニット 2 を示す。この処理ユニット 2 では、有機溶剤供給ノズル移動機構 60 は、アーム 62 を当該アーム 62 の延びる方向に沿って直線的に移動させるアーム駆動機構 63S を含む。アーム駆動機構 63S は、有機溶剤供給ノズル 9 を基板 W の表面に沿って、基板 W の回転半径方向に移動させるノズル移動手段を構成している。また、アーム駆動機構 63S は、有機溶剤供給ノズル 9 を基板 W の表面に沿って、基板 W の回転半径方向に着液位置を変更させる着液位置変更手段としても機能する。

【0085】

この場合において、図13に底面図を示すように、有機溶剤供給ノズル9の移動経路に沿って直線状に延びた溝状の切り欠き6bが遮断板6の対向面6a側に開くように形成されていてもよい。これにより、有機溶剤供給ノズル9およびアーム62は、切り欠き6b内で直線移動でき、その移動の際に遮断板6と干渉しない。また、有機溶剤処理工程（ステップS3）を開始する前に薬液供給ノズル7およびリンス液供給ノズル8は基板Wと遮断板6との間の空間から退避している。そのため、有機溶剤供給ノズル9が中央位置と退避位置との間のいずれの位置にある場合であっても、遮断板6を下位置に近い位置に配置することができる。したがって、有機溶剤処理工程（ステップS3）において遮断板6を基板Wに接近した位置に配置することができる。これにより、基板Wの表面付近の雰囲気とその周囲から一層効果的に遮断（離隔）することができる。

10

【0086】

この変形例は、第2実施形態にも適用することができる。

前述の図9（第3実施形態）には、複数の離間位置供給ノズル105が遮断板6に形成された供給口68を通して基板Wの表面に有機溶剤を供給する構成を示した。しかし、遮断板6に供給口68を設ける代わりに、複数の離間位置供給ノズル105を遮断板6の対向面6aと基板Wの上面との間で保持してもよい。この場合、有機溶剤を供給するときに、離間位置供給ノズル105を配置できる間隔を対向面6aと基板Wとの間に確保する必要がある。しかし、その一方で、遮断板回転駆動機構31（図1参照）を設ければ、遮断板回転駆動機構31によって遮断板6を回転させることができるので、対向面6aに付着した液滴を遠心力によって振り切ることができる。

20

【0087】

また、複数の離間位置供給ノズル105は、遮断板6に一体的に組み込んでもよい。例えば、遮断板6の内部に複数の有機溶剤流路を形成し、複数の有機溶剤流路を対向面6aにおいて回転軸線A1からの距離が異なる位置で開口して複数の吐出口を形成してもよい。各有機溶剤供給路への有機溶剤の供給を制御することによって、複数の吐出口から選択的に有機溶剤を吐出させることができる。

【0088】

また、有機溶剤処理工程（ステップS3）の液膜形成工程T2では基板回転速度を置換工程T1時の略10～300rpmから略10rpmまで低下させたが、必ずしも液膜形成工程T2時に基板回転速度をこのように低下させる必要はない。例えば、液膜形成工程T2において、置換工程T1時の基板回転速度を維持してもよい。

30

その他、特許請求の範囲に記載した範囲で種々の変更を行うことができる。

【0089】

この明細書および添付図面からは、特許請求の範囲に記載した特徴以外にも、以下のような特徴が抽出され得る。

A1.

基板を水平に保持する基板保持手段と、

前記基板保持手段に保持された基板を鉛直方向に沿う所定の回転軸線まわりに回転させる基板回転手段と、

前記基板保持手段に保持された基板の表面に水を含む処理液を供給する処理液供給手段と、

40

前記基板保持手段に保持された基板の表面に、水よりも表面張力が小さい低表面張力液体を供給する低表面張力液体供給手段と、

前記低表面張力液体供給手段から供給される低表面張力液体の前記基板の表面上での着液位置を変更する着液位置変更手段と、

前記基板表面の前記回転軸線上の位置である回転中心位置に向けて不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段と、

前記基板保持手段に保持された基板の表面に対向する対向面を有する対向部材と、

前記基板保持手段に保持された基板に近接する下位置と、前記下位置よりも上方の上位置との間で、前記対向部材を前記鉛直方向に昇降させる昇降駆動手段と、

50

前記基板回転手段、前記処理液供給手段、前記低表面張力液体供給手段、前記着液位置変更手段、前記不活性ガス供給手段および前記昇降駆動手段を制御する制御手段とを含み、

前記制御手段が、前記処理液供給手段から基板の表面に処理液を供給させる処理液供給工程と、前記対向面と前記基板との間の空間が周囲の雰囲気から遮断される雰囲気遮断位置に前記対向部材が位置するように前記昇降駆動手段が前記対向部材を移動させる雰囲気遮断工程と、前記対向部材が前記雰囲気遮断位置に位置する状態で、前記不活性ガス供給手段から前記基板の表面に向けて不活性ガスを供給させながら前記低表面張力液体供給手段から前記基板の表面に低表面張力液体を供給させて前記処理液を低表面張力液体に置換して前記基板の表面に低表面張力液体の液膜を形成する液膜形成工程と、前記対向部材が前記雰囲気遮断位置に位置する状態で、前記基板回転手段によって前記基板を回転させながら前記不活性ガス供給手段から前記回転中心位置に向けて不活性ガスを供給させることにより、前記低表面張力液体の液膜に前記回転中心位置から広がる開口を形成する開口形成工程と、前記対向部材が前記雰囲気遮断位置に位置する状態で前記基板回転手段によって前記基板を回転させながら前記不活性ガス供給手段から前記回転中心位置に向けて不活性ガスを供給させることにより、前記開口を前記回転中心位置から離れる方向に拡大させる開口拡大工程と、前記開口の周縁よりも外側に前記着液位置が位置するように、前記低表面張力液体の前記着液位置を前記開口の拡大に応じて前記回転中心位置以外の少なくとも2箇所に変更させる着液位置変更工程とを実行し、

前記開口形成工程において前記回転中心位置に向けて供給される不活性ガスの流量が、前記液膜形成工程において前記基板の表面に供給される不活性ガスの流量よりも大きい、基板処理装置。

【0090】

A 2 .

前記制御手段は、前記開口の周縁と前記着液位置との距離が一定に保たれるように、前記着液位置を移動させる、項 A 1 に記載の基板処理装置。

A 3 .

前記低表面張力液体供給手段は、前記基板の表面に向けて低表面張力液体を吐出する低表面張力液体ノズルを含み、

前記着液位置変更手段は、前記低表面張力液体ノズルに連結されたアームと、前記アームを駆動することにより、前記低表面張力液体ノズルを基板の表面に沿う方向に移動させるアーム駆動手段とを含み、

前記制御手段が、前記液膜形成工程において、前記アーム駆動手段によって前記低表面張力液体ノズルを前記対向面と前記基板との間に位置させた状態で、前記低表面張力液体ノズルから低表面張力液体を吐出させる工程を実行し、前記着液位置変更工程において、前記アーム駆動手段によって前記低表面張力液体ノズルを移動させながら、低表面張力液体を前記低表面張力液体ノズルから前記基板の表面に向けて吐出させ、低表面張力液体の前記着液位置が前記開口の拡大に応じて前記回転中心位置以外の少なくとも2箇所に変更されるように前記アーム駆動手段によって前記低表面張力液体ノズルを移動させる工程を実行する、項 A 1 または A 2 に記載の基板処理装置。

【0091】

A 4 .

前記制御手段が、前記低表面張力液体ノズルからの低表面張力液体の吐出が開始されてから、前記開口が拡大されて前記基板の表面から前記低表面張力液体の液膜が排除されるまでの間、前記低表面張力液体ノズルを前記対向面と前記基板の表面との間に維持し、かつ、前記対向部材を前記雰囲気遮断位置に維持する、項 A 3 に記載の基板処理装置。

【0092】

A 5 .

前記低表面張力液体供給手段は、前記回転中心位置からの距離が異なる複数の位置にそれぞれ配置された複数のノズルを含み、

前記着液位置変更手段は、前記複数のノズルへの低表面張力液体の供給の有無をそれぞれ切り替える供給切替手段を含む、項 A 1 または A 2 に記載の基板処理装置。

【 0 0 9 3 】

A 6 .

前記複数のノズルが、前記基板の回転半径方向に沿って並んで配置されている、項 A 5 に記載の基板処理装置。

A 7 .

前記対向部材には、前記回転中心位置からの距離が互いに異なる複数の位置のそれぞれに、前記対向部材を上下に貫通する貫通孔が形成されており、

前記複数のノズルが、前記基板保持手段に保持された基板の表面に先端が対向するように複数の前記貫通孔にそれぞれ収容される、項 A 5 または A 6 に記載の基板処理装置。

10

【 0 0 9 4 】

A 8 .

前記供給切替手段が、前記複数のノズルへの低表面張力液体の供給の有無をそれぞれ切り替える複数の切替バルブを含み、

前記制御手段が、前記液膜形成工程において、全ての前記切替バルブを開くことによって、前記基板の表面に向けて全ての前記ノズルから低表面張力液体を吐出して処理液を低表面張力液体に置換して前記低表面張力液体の液膜を形成する工程を実行し、前記着液位置変更工程において、前記開口の拡大に応じて前記切替バルブを順次に閉じることによって、前記開口の周縁よりも内側に位置する前記ノズルからの低表面張力液体の吐出を停止して前記開口の周縁よりも外側に前記着液位置が位置するように前記着液位置を変更する工程を実行する、項 A 5 ~ A 7 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

20

【 0 0 9 5 】

A 9 .

前記対向部材を前記回転軸線まわりに回転させる対向部材回転手段をさらに含む、項 A 1 ~ A 6 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

A 1 0 .

前記不活性ガス供給手段が、前記回転中心位置に向けて不活性ガスを吐出する単一の吐出口を有する不活性ガスノズルを含み、

前記制御手段が、前記液膜形成工程において、前記基板の表面に前記低表面張力液体の液膜を形成するために前記低表面張力液体供給手段から前記基板の表面に低表面張力液体を供給している間に、前記不活性ガスノズルの前記吐出口からの前記不活性ガスの吐出を開始する工程を実行し、前記開口形成工程において、前記不活性ガスノズルから吐出される不活性ガスの流量を増大させることによって前記低表面張力液体の液膜に前記開口を形成させる工程を実行する、項 A 1 ~ A 9 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

30

【 0 0 9 6 】

A 1 1 .

前記下位置は、前記対向面が前記基板の表面から 0 . 5 m m ~ 2 . 5 m m 上方に配置されるときの前記対向部材の位置であり、

前記上位置は、前記対向面が前記基板の表面から 1 5 0 m m 上方に配置されるときの前記対向部材の位置であり、

40

前記雰囲気遮断位置は、前記対向面が前記基板の表面から 1 5 m m 上方に配置されるときの前記対向部材の位置である、項 A 1 ~ A 1 0 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【 0 0 9 7 】

A 1 2 .

前記基板保持手段に保持された基板を加熱する基板加熱手段をさらに含み、

前記制御手段は、前記基板加熱手段を制御し、少なくとも前記低表面張力液体供給手段から前記基板表面に低表面張力液体を供給する期間中には、前記基板加熱手段によって基板を加熱させる、項 A 1 ~ A 1 1 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

【 0 0 9 8 】

50

A 1 3 .

水平に保持された基板に水を含む処理液を供給する処理液供給工程と、
水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を前記基板に供給することにより前記処理液を置換する置換工程と、

前記基板の表面に対向する対向面を有する対向部材を鉛直方向に昇降させて、前記対向面と前記基板の表面との間の空間を周囲の雰囲気から遮断する雰囲気遮断位置に前記対向部材を配置する雰囲気遮断工程と、

前記対向部材が前記雰囲気遮断位置に位置する状態で、前記基板の表面に向けて不活性ガスを供給させながら前記基板に水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を供給することにより前記基板の表面に前記低表面張力液体の液膜を形成する液膜形成工程と、

前記対向部材が前記雰囲気遮断位置に位置する状態で、鉛直方向に沿う所定の回転軸線まわりに前記基板を回転させながら、前記基板の表面の前記回転軸線上の位置である回転中心位置に向けて不活性ガスを供給することにより、前記低表面張力液体の液膜に前記回転中心位置から広がる開口を形成する開口形成工程と、

前記対向部材が前記雰囲気遮断位置に位置する状態で前記基板を前記回転軸線まわりに回転させながら、前記回転中心位置に向けて不活性ガスを供給することにより前記開口を前記回転中心位置から離れる方向に拡大させる開口拡大工程と、

前記基板の表面での着液位置が前記開口の周縁よりも外側に位置するように、水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を前記基板の表面に供給し、かつ、前記開口の拡大に応じて前記回転中心位置以外の少なくとも2箇所に前記着液位置を変更させる着液位置変更工程とを含み、

前記開口形成工程において前記回転中心位置に向けて供給される不活性ガスの流量が、前記液膜形成工程において前記基板の表面に供給される不活性ガスの流量よりも大きい、基板処理方法。

【 0 0 9 9 】

A 1 4 .

前記着液位置変更工程は、前記開口の周縁と前記着液位置との距離が一定に保たれるように、前記着液位置を移動させる工程を含む、項 A 1 3 に記載の基板処理方法。

A 1 5 .

前記液膜形成工程が、低表面張力液体ノズルに連結されたアームをアーム駆動手段によって駆動して前記低表面張力液体ノズルを前記対向面と前記基板との間に位置させた状態で、前記水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を前記低表面張力液体ノズルから前記基板の表面に向けて吐出させることにより、前記基板の表面に前記低表面張力液体の液膜を形成する工程を含み、

前記着液位置変更工程が、前記基板の表面での着液位置が前記開口の周縁よりも外側に位置するように前記アーム駆動手段によって前記低表面張力液体ノズルを移動させた状態で、前記水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を前記低表面張力液体ノズルから前記基板の表面に向けて吐出し、かつ、前記開口の拡大に応じて前記回転中心位置以外の少なくとも2箇所に前記着液位置が変更されるように前記アーム駆動手段によって前記低表面張力液体ノズルを移動させる工程を含む、項 A 1 3 または A 1 4 に記載の基板処理方法。

【 0 1 0 0 】

A 1 6 .

前記液膜形成工程において前記低表面張力液体ノズルからの低表面張力液体の吐出が開始されてから、前記開口拡大工程において前記開口が拡大されて前記基板の表面から前記低表面張力液体の液膜が排除されるまでの間、前記低表面張力液体ノズルが前記対向面と前記基板の表面との間に維持され、かつ、前記対向部材が前記雰囲気遮断位置に維持される、項 A 1 5 に記載の基板処理方法。

【 0 1 0 1 】

A 1 7 .

10

20

30

40

50

前記液膜形成工程が、前記対向部材を上下に貫通し、前記回転中心位置からの距離が互いに異なる複数の位置に形成された複数の貫通孔に、前記基板の表面に先端が対向するようにそれぞれ収容された複数のノズルの少なくとも一つから、前記水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を前記基板の表面に向けて吐出することにより、前記基板の表面に前記低表面張力液体の液膜を形成する工程を含み、

前記着液位置変更工程が、前記基板の表面での前記着液位置が前記開口の周縁よりも外側に位置するように、前記水よりも低い表面張力を有する低表面張力液体を吐出する前記ノズルを切り替えることで、前記開口の拡大に応じて前記回転中心位置以外の少なくとも2箇所に前記着液位置を変更させる工程を含む、項 A 1 3 に記載の基板処理方法。

【 0 1 0 2 】

A 1 8 .

前記複数のノズルが、前記基板の回転半径方向に沿って並んで配置されている、項 A 1 7 に記載の基板処理方法。

A 1 9 .

前記液膜形成工程が、前記基板の表面に向けて全ての前記ノズルから低表面張力液体を吐出して前記低表面張力液体の液膜を形成する工程を含み、

前記着液位置変更工程が、複数の前記ノズルからの低表面張力液体の吐出の有無を切り替える切替バルブを前記開口の拡大に応じて順次に閉じることによって、前記開口の周縁よりも内側に位置する前記ノズルからの低表面張力液体の吐出を停止して前記開口の周縁よりも外側に前記着液位置が位置するように前記着液位置を変更する工程を含む、項 A 1 7 または 1 8 に記載の基板処理方法。

【 0 1 0 3 】

A 2 0 .

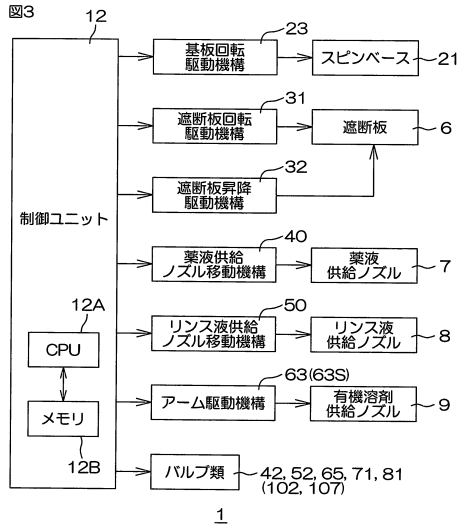
少なくとも前記置換工程、前記液膜形成工程および前記着液位置変更工程が、前記基板を加熱する工程を含む、項 A 1 3 ~ A 1 9 のいずれか一項に記載の基板処理方法。

【 符号の説明 】

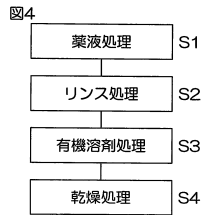
【 0 1 0 4 】

- | | | |
|-------|----------------------------|----|
| 1 | 基板処理装置 | |
| 1 P | 基板処理装置 | |
| 1 Q | 基板処理装置 | 30 |
| 1 R | 基板処理装置 | |
| 6 | 遮断板（対向部材） | |
| 8 | リンス液供給ノズル（処理液供給手段） | |
| 9 | 有機溶剤供給ノズル（低表面張力液体供給手段、ノズル） | |
| 9 Q | 有機溶剤供給ノズル（低表面張力液体供給手段） | |
| 1 0 | 不活性ガス供給ノズル（不活性ガス供給手段） | |
| 1 1 | 流体供給ノズル（基板加熱手段） | |
| 1 1 P | 流体供給ノズル（基板加熱手段） | |
| 1 2 | 制御ユニット（制御手段） | |
| 2 0 | チャックピン（基板保持手段） | 40 |
| 2 1 | スピンベース（基板保持手段） | |
| 2 2 | 回転軸（基板回転手段） | |
| 2 3 | 基板回転駆動機構（基板回転手段） | |
| 3 1 | 遮断板回転駆動機構（対向部材回転手段） | |
| 6 3 | アーム駆動機構（ノズル移動手段、着液位置変更手段） | |
| 6 3 S | アーム駆動機構（ノズル移動手段、着液位置変更手段） | |
| 6 6 | 液膜 | |
| 6 7 | 開口 | |
| 6 7 a | 周縁 | |
| 9 0 | ヒータ（基板加熱手段） | 50 |

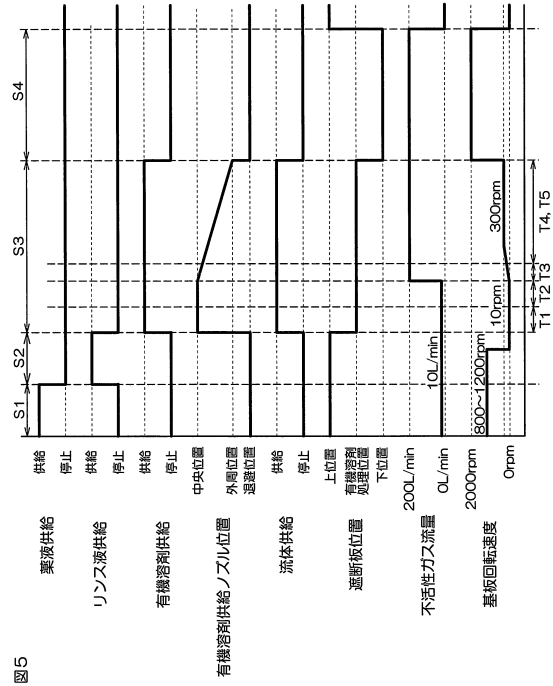
【 図 3 】



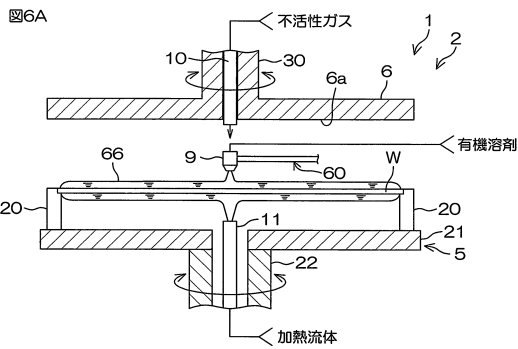
【 図 4 】



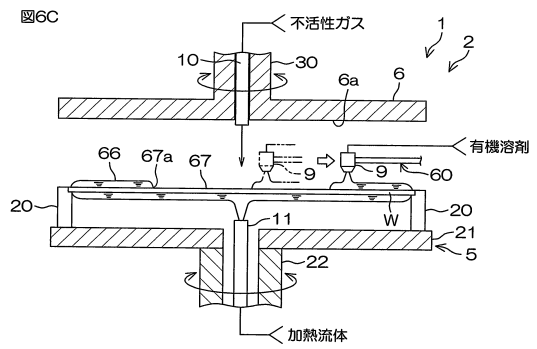
【 図 5 】



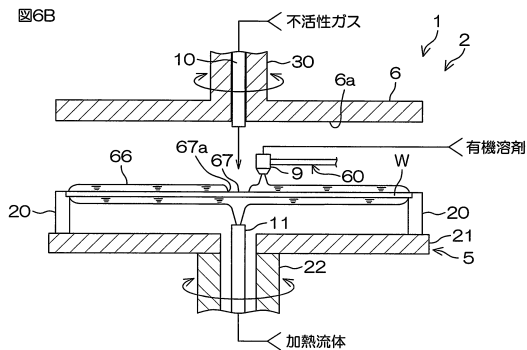
【 図 6 A 】



【 図 6 C 】



【 図 6 B 】



【 図 7 】

図7A

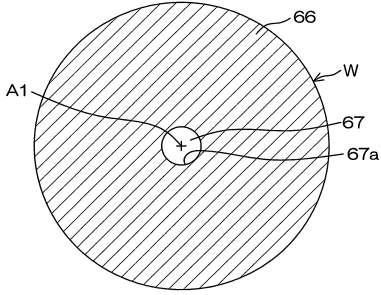
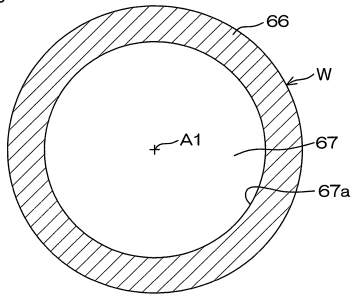


図7B



【 図 8 】

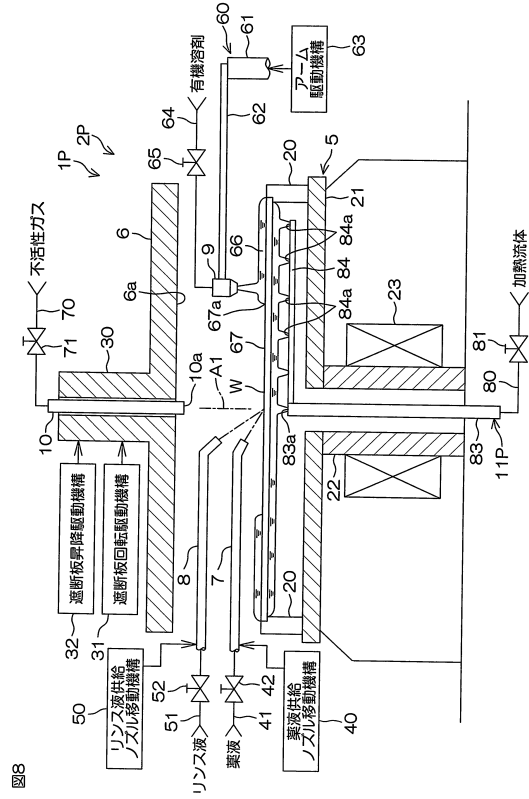


図8

【 図 9 】

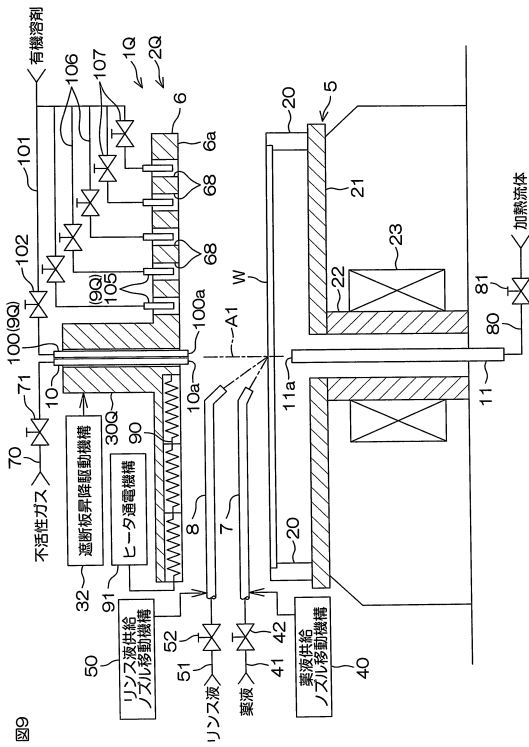
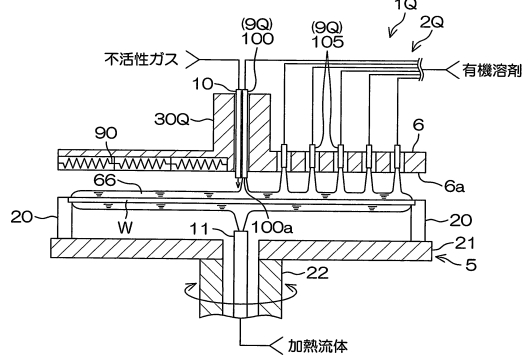


図9

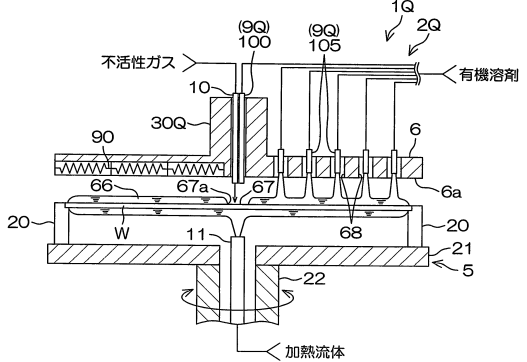
【 図 10 A 】

図10A



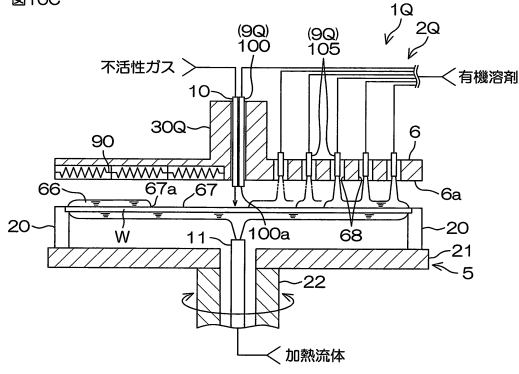
【 図 10 B 】

図10B



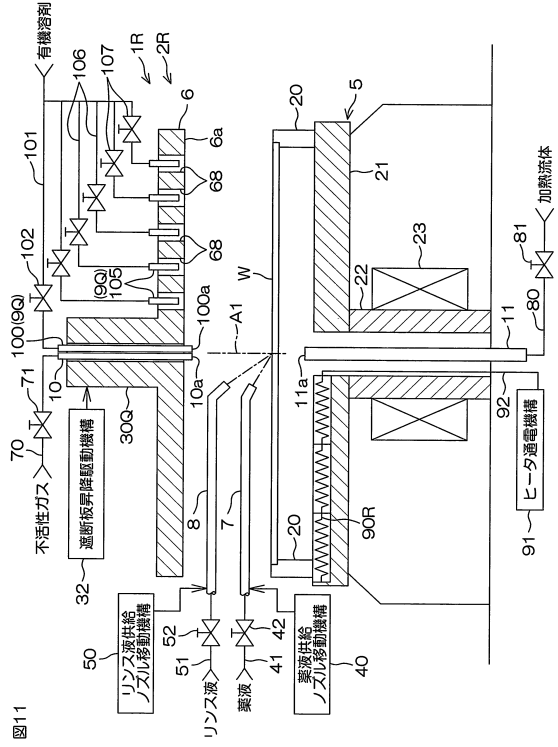
【図10C】

図10C



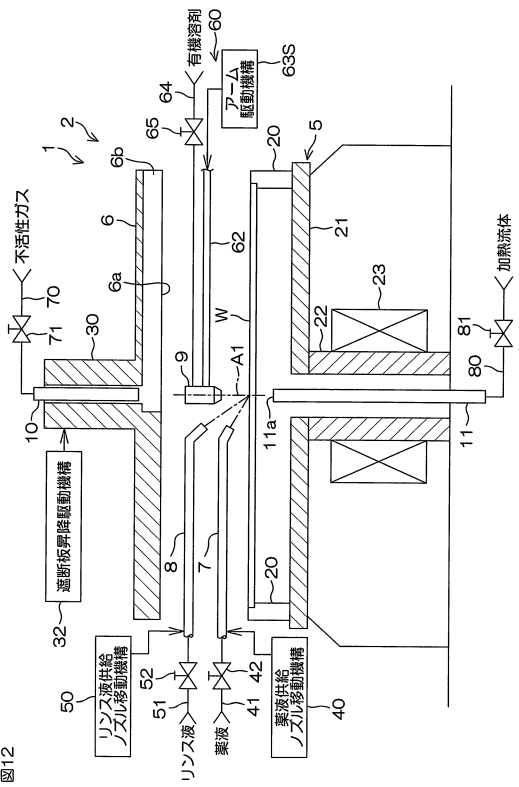
【図11】

図11



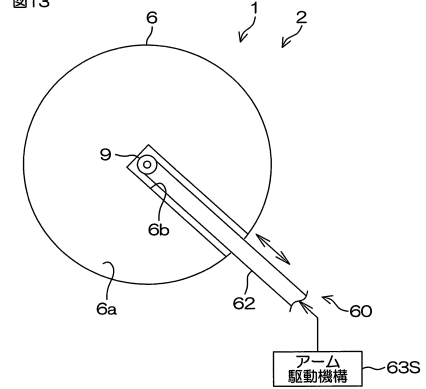
【図12】

図12



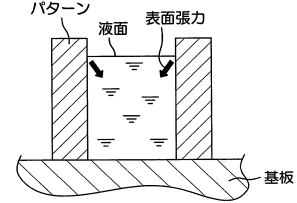
【図13】

図13



【図14】

図14



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 H 0 1 L 21/304 6 4 7 Z
 G 0 2 F 1/13 1 0 1
 G 1 1 B 5/84 Z

- (72)発明者 小路丸 友則
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENセミコン
 ダクターソリューションズ内
- (72)発明者 石田 知正
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENセミコン
 ダクターソリューションズ内
- (72)発明者 樋口 鮎美
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENセミコン
 ダクターソリューションズ内
- (72)発明者 藤原 直澄
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENセミコン
 ダクターソリューションズ内
- (72)発明者 小森 香奈
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENセミコン
 ダクターソリューションズ内
- (72)発明者 岩畑 翔太
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENセミコン
 ダクターソリューションズ内

審査官 平野 崇

- (56)参考文献 特開2009-071026(JP,A)
 特開2010-177371(JP,A)
 特開2009-218563(JP,A)
 特開2013-172080(JP,A)
 特開2011-216608(JP,A)
 特開2010-050143(JP,A)
 特開2006-128424(JP,A)
 特開2006-245381(JP,A)
 特開2009-212301(JP,A)
 特開2009-252855(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 1 / 3 0 4
 G 0 2 F 1 / 1 3
 G 1 1 B 5 / 8 4