

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6573520号
(P6573520)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 L	21/304	(2006.01)	HO 1 L	21/304	6 5 1 B
HO 1 L	21/306	(2006.01)	HO 1 L	21/304	6 4 8 K
			HO 1 L	21/304	6 5 1 L
			HO 1 L	21/306	R

請求項の数 8 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2015-192156 (P2015-192156)	(73) 特許権者	000207551
(22) 出願日	平成27年9月29日 (2015.9.29)		株式会社 S C R E E Nホールディングス
(65) 公開番号	特開2017-69346 (P2017-69346A)		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
(43) 公開日	平成29年4月6日 (2017.4.6)	(74) 代理人	100087701
審査請求日	平成30年6月26日 (2018.6.26)		弁理士 稲岡 耕作
		(74) 代理人	100101328
			弁理士 川崎 実夫
		(74) 代理人	100137062
			弁理士 五郎丸 正巳
		(72) 発明者	江本 哲也
			京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4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】 基板処理方法および基板処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水平姿勢に保持された基板を、処理液を用いて処理する基板処理方法であって、
前記基板の上面に付着している処理液を、当該処理液よりも表面張力が低い低表面張力液体に置換する置換工程を含み、

前記置換工程は、

前記基板の上方に配置されている第1の低表面張力液体ノズルから前記基板の上面中央部に前記低表面張力液体を供給することにより、前記基板の上面の全体を覆う前記低表面張力液体の液膜を形成する第1の液膜形成工程と、

前記第1の低表面張力液体ノズルからの前記低表面張力液体の供給に併せて、前記基板の上方に配置されている第2の低表面張力液体ノズルから前記低表面張力液体の液滴を前記基板の上面周縁部に供給する液滴吐出工程と、

前記第1の低表面張力液体ノズルからの前記低表面張力液体の供給の全期間に亘って、前記基板の上面に沿って流れる気流を形成するべく、前記基板の上方に不活性ガスを供給する不活性ガス供給工程と、を含む、基板処理方法。

【請求項2】

前記置換工程は、

前記低表面張力液体の前記液滴の供給を停止し、かつ前記第1の低表面張力液体ノズルから前記基板の上面中央部に前記低表面張力液体を供給することにより、前記基板の上面の全体を覆う前記低表面張力液体の液膜を形成する第2の液膜形成工程をさらに含む、請

10

20

求項 1 に記載の基板処理方法。

【請求項 3】

前記液滴吐出工程は、前記低表面張力液体と気体とを混合させることにより生成された前記低表面張力液体の液滴を吐出する工程を含む、請求項 1 または 2 に記載の基板処理方法。

【請求項 4】

前記液滴吐出工程は、複数の噴射口から前記低表面張力液体の液滴を噴射する工程を含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の基板処理方法。

【請求項 5】

前記液滴吐出工程と並行して、前記上面における前記低表面張力液体の前記液滴の供給領域を、前記基板の上面周縁部で移動させる供給領域移動工程をさらに含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の基板処理方法。

10

【請求項 6】

処理液を用いて基板を処理するための基板処理装置であって、
前記基板を水平姿勢に保持する基板保持ユニットと、
前記基板の上方に配置され、前記基板の上面中央部に向けて前記処理液よりも表面張力が低い低表面張力液体を吐出するための第 1 の低表面張力液体ノズルと、
前記第 1 の低表面張力液体ノズルに前記低表面張力液体を供給する第 1 の低表面張力液体供給機構と、

前記基板の上方に不活性ガスを供給する不活性ガス供給ユニットと、
前記基板の上方に配置され、前記基板の上面周縁部に向けて前記低表面張力液体の液滴を吐出するための第 2 の低表面張力液体ノズルと、

20

前記第 2 の低表面張力液体ノズルに前記低表面張力液体を供給する第 2 の低表面張力液体供給機構と、
前記第 1 および第 2 の低表面張力液体供給機構ならびに前記不活性ガス供給ユニットを制御して、前記基板の上面に付着している処理液を、前記低表面張力液体に置換する置換工程を実行する制御ユニットと、を含み、

前記置換工程は、
前記第 1 の低表面張力液体ノズルから前記基板の上面中央部に前記低表面張力液体を供給することにより、前記基板の上面の全体を覆う前記低表面張力液体の液膜を形成する第 1 の液膜形成工程と、

30

前記第 1 の低表面張力液体ノズルからの前記低表面張力液体の供給に併せて、前記第 2 の低表面張力液体ノズルから前記低表面張力液体の前記液滴を前記基板の上面周縁部に供給する液滴吐出工程と、

前記第 1 の低表面張力液体ノズルからの前記低表面張力液体の供給の全期間に亘って、前記基板の上面に沿って流れる気流を形成するべく、前記上方に不活性ガスを供給する不活性ガス供給工程と、を含む、基板処理装置。

【請求項 7】

前記不活性ガス供給ユニットは、前記基板の上方で不活性ガスを吐出することにより、前記基板の上面に沿って前記上面中央部から前記基板の上面周縁部に放射状に広がる前記気流を形成させる不活性ガスノズルを含み、

40

前記第 2 の低表面張力液体ノズルは、前記基板の周縁部の上方でかつ前記気流よりも上方に配置されている、請求項 6 に記載の基板処理装置。

【請求項 8】

前記置換工程は、
前記低表面張力液体の前記液滴の供給を停止し、かつ前記第 1 の低表面張力液体ノズルから前記基板の上面中央部に前記低表面張力液体を供給することにより、前記基板の上面の全体を覆う前記低表面張力液体の液膜を形成する第 2 の液膜形成工程をさらに含む、請求項 6 または 7 に記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、低表面張力液体を用いて基板を処理する基板処理方法および基板処理装置に関する。処理対象となる基板の例には、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、フォトリソ用基板、セラミック基板、太陽電池用基板などが含まれる。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の製造工程では、半導体ウエハ等の基板の表面が処理液で処理される。基板を一枚ずつ処理する枚葉式の基板処理装置は、基板をほぼ水平に保持しつつ、その基板を回転させるスピンドライ工程と、このスピンドライ工程によって回転される基板の表面に処理液を供給するためのノズルとを備えている。

10

典型的な基板処理工程では、スピンドライ工程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。スピンドライ工程では、基板が高速回転されることにより、基板に付着しているリンス液が振り切られて除去(乾燥)される。一般的なリンス液は脱イオン水である。

【0003】

基板の表面に微細なパターンが形成されている場合に、スピンドライ工程では、パターンの内部に入り込んだリンス液を除去できないおそれがあり、それによって、乾燥不良が生じるおそれがある。そこで、リンス液による処理後の基板の表面に、イソプロピルアルコール(isopropyl alcohol:IPA)等の有機溶剤を供給して、基板の表面のパターンの隙間に入り込んだリンス液を有機溶剤に置換することによって基板の表面を乾燥させる手法が提案されている。

20

【0004】

図18に示すように、基板の高速回転により基板を乾燥させる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。この表面張力は、パターンを倒壊させる原因の一つである。

30

下記特許文献1に記載のように、リンス処理後スピンドライ工程の前に有機溶剤の液体を基板の表面に供給する場合には、有機溶剤の液体がパターンの間に入り込む。有機溶剤の表面張力は、典型的なリンス液である水よりも低い。そのため、表面張力に起因するパターン倒壊の問題が緩和される。

【0005】

また、特許文献1に記載の基板処理装置は、スピンドライ工程に保持されている基板の上面中央部に対向配置され、基板の上面中央部に向けてIPAを吐出する溶剤ノズルと、溶剤ノズルを内包しながら保持し、スピンドライ工程に保持されている基板の上方で不活性ガスを吐出する中心気体ノズルとを含む。

リンス処理後において、中心気体ノズルから不活性ガスが吐出される。これにより、基板の上面全域を覆う純水の液膜に沿って放射状に流れる窒素ガスの気流が形成される。また、中心気体ノズルからの不活性ガスの吐出に並行して、回転状態の基板の上面中央部に向けて溶剤ノズルからIPAが吐出される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-110404号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

特許文献 1 に記載の手法では、基板の上面中央部に対向配置された溶剤ノズルから低表面張力液体（IPA）が吐出されるので、溶剤ノズルから吐出された低表面張力液体は、基板の上面中央部に供給される。そのため、基板の上面周縁部に十分な量の低表面張力液体が行き渡らず、基板の上面周縁部に付着しているリンス液が、低表面張力液体に良好に置換しないおそれがある。すなわち、基板の上面周縁部における低表面張力液体への置換性能が低いおそれがある。置換工程において基板の上面周縁部での置換性能が低いと、その後に行われるスピンドライ工程において、基板の上面周縁部でパターンが倒壊するおそれがある。

【0008】

そこで、本発明の目的は、基板の上面周縁部におけるパターンの倒壊をより効果的に抑制できる基板処理方法および基板処理装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記の目的を達成するための請求項 1 に記載の発明は、水平姿勢に保持された基板（W）を、処理液を用いて処理する基板処理方法であって、前記基板の上面に付着している処理液を、当該処理液よりも表面張力が低い低表面張力液体に置換する置換工程（S4）を含み、前記置換工程は、前記基板の上方に配置されている第 1 の低表面張力液体ノズル（27）から前記基板の上面中央部に前記低表面張力液体を供給することにより、前記基板の上面の全体を覆う前記低表面張力液体の液膜を形成する第 1 の液膜形成工程と、前記第 1 の低表面張力液体ノズルからの前記低表面張力液体の供給に併せて、前記基板の上方に配置されている第 2 の低表面張力液体ノズル（44）から前記低表面張力液体の液滴を前記基板の上面周縁部に供給する液滴吐出工程（T4）と、前記第 1 の低表面張力液体ノズルからの前記低表面張力液体の供給の全期間に亘って、前記基板の上面に沿って流れる気流を形成するべく、前記基板の上方に不活性ガスを供給する不活性ガス供給工程と、を含む、基板処理方法を提供する。

【0010】

なお、括弧内の数字等は、後述する実施形態における対応構成要素等を表すが、このことは、むろん、本発明がそれらの実施形態に限定されるべきことを意味するものではない。以下、この項において同じ。

この方法によれば、置換工程において、第 1 の低表面張力液体ノズルからの基板の上面中央部への低表面張力液体の吐出と、第 2 の低表面張力液体ノズルからの基板の上面周縁部への低表面張力液体の吐出と、基板の上方への不活性ガスの供給とを互いに並行して行う。

【0011】

基板の上面中央部への低表面張力液体の吐出に並行して、基板の上面周縁部への低表面張力液体の吐出を行うので、基板の上面中央部だけでなく基板の上面周縁部にも、十分な量の低表面張力液体を行き渡らせることができる。

また、基板の上面への低表面張力液体の供給に並行して、基板の上方に不活性ガスを供給することにより、基板の上面に沿って流れる不活性ガスの気流が形成される。この不活性ガスの気流により、基板の上面上の空間の湿度を低く保つことができる。基板の上面上の空間の湿度が高い状態で基板の上面に低表面張力液体を供給すると仮定すると、基板の上面に供給された低表面張力液体が前記空間の雰囲気に含まれる水分に溶け込むことにより、基板の上面上に存在する低表面張力液体の量が減少し、その結果、低表面張力液体への置換性能が低下するおそれがある。これに対し、本発明では、置換工程における、基板の上面上の空間の湿度を低く保つことにより、基板に供給された低表面張力液体が、基板の上面上の空間の雰囲気中の水分に溶け込むことを抑制または防止できる。そのため、基板の上面上に供給された低表面張力液体の液量の減少を効果的に抑制または防止できる。

【0012】

したがって、十分な液量の低表面張力液体を基板の上面周縁部に供給できると共に、基板の上面周縁部に供給された低表面張力液体張力液体の減少を効果的に抑制または防止で

10

20

30

40

50

きるから、基板の上面周縁部における低表面張力液体への置換性能の向上を図ることができる。ゆえに、基板の上面周縁部におけるパターンの倒壊をより効果的に抑制できる。

【 0 0 1 3 】

また、基板の上面周縁部に供給される低表面張力液体は、低表面張力液体の液滴である。そのため、基板の上面周縁部における低表面張力液体の液滴の供給領域（D A , D B）には、低表面張力液体の液滴の衝突によって、物理力が与えられる。これにより、基板の上面周縁部における低表面張力液体への置換性能の向上を、より一層図ることができる。

請求項 2 に記載のように、前記置換工程が、前記低表面張力液体の前記液滴の供給を停止し、かつ前記第 1 の低表面張力液体ノズルから前記基板の上面中央部に前記低表面張力液体を供給することにより、前記基板の上面の全体を覆う前記低表面張力液体の液膜を形成する第 2 の液膜形成工程をさらに含んでいてもよい。

10

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の発明は、前記液滴吐出工程は、前記低表面張力液体と気体とを混合させることにより生成された前記低表面張力液体の液滴を吐出する工程（T 4）を含む、請求項 1 または 2 に記載の基板処理方法である。

この方法によれば、低表面張力液体と気体とを混合させることにより、低表面張力液体の液滴を作成できる。これにより、低表面張力液体の液滴の基板の上面への供給を、簡単に実現できる。

【 0 0 1 5 】

請求項 4 に記載の発明は、前記液滴吐出工程は、複数の噴射口（2 2 7）から前記低表面張力液体の液滴を噴射する工程を含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の基板処理方法である。

20

この方法によれば、液滴吐出工程において基板の上面に向けて気体を吹き付けないので、低表面張力液体の液滴を基板の上面に供給する際に、基板の上面に沿って流れる不活性ガスの気流を阻害することを抑制または防止できる。この結果、基板の周縁部の上方を不活性ガスによって確実に覆うことができ、これにより、基板の周縁部の上方の雰囲気をより一層低湿度に保つことができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 5 に記載の発明は、前記液滴吐出工程と並行して、前記上面における前記低表面張力液体の前記液滴の供給領域（D A , D B）を、前記基板の上面周縁部で移動させる供給領域移動工程をさらに含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の基板処理方法である。

30

この方法によれば、液滴吐出工程において基板の上面における低表面張力液体の液滴の供給領域を上面周縁部で移動させる。そのため、第 2 の低表面張力液体ノズルから噴射された低表面張力液体の液滴を基板の上面周縁部の広範囲に供給できる。これにより、基板の上面周縁部の広範囲において、低表面張力液体への置換性能を向上させることができる。

【 0 0 1 7 】

前記の目的を達成するための請求項 6 に記載の発明は、処理液を用いて基板（W）を処理するための基板処理装置（1）であって、前記基板を水平姿勢に保持する基板保持ユニット（5）と、前記基板の上方に配置され、前記基板の上面中央部に向けて前記処理液よりも表面張力が低い低表面張力液体を吐出するための第 1 の低表面張力液体ノズル（2 7 ; 2 0 9）と、前記第 1 の低表面張力液体ノズルに前記低表面張力液体を供給する第 1 の低表面張力液体供給機構（2 7 A ; 2 0 9 C）と、前記基板の上方に不活性ガスを供給する不活性ガス供給ユニット（1 0）と、前記基板の上方に配置され、前記基板の上面周縁部に向けて前記低表面張力液体の液滴を吐出するための第 2 の低表面張力液体ノズル（4 4）と、前記第 2 の低表面張力液体ノズルに前記低表面張力液体を供給する第 2 の低表面張力液体供給機構（4 4 C）とを含み、前記第 1 および第 2 の低表面張力液体供給機構ならびに前記不活性ガス供給ユニットを制御して、前記基板の上面に付着している処理液を、前記低表面張力液体に置換する置換工程を実行する制御ユニット（3）と、を含み、前

40

50

記置換工程は、前記第1の低表面張力液体ノズルから前記基板の上面中央部に前記低表面張力液体を供給することにより、前記基板の上面の全体を覆う前記低表面張力液体の液膜を形成する第1の液膜形成工程と、前記第1の低表面張力液体ノズルからの前記低表面張力液体の供給に併せて、前記第2の低表面張力液体ノズルから前記低表面張力液体の前記液滴を前記基板の上面周縁部に供給する液滴吐出工程と、前記第1の低表面張力液体ノズルからの前記低表面張力液体の供給の全期間に亘って、前記基板の上面に沿って流れる気流を形成するべく、前記上方に不活性ガスを供給する不活性ガス供給工程と、を含む、基板処理装置を提供する。

【0018】

この構成によれば、置換工程において、第1の低表面張力液体ノズルからの基板の上面中央部への低表面張力液体の吐出と、第2の低表面張力液体ノズルからの基板の上面周縁部への低表面張力液体の吐出と、基板の上方への不活性ガスの供給とを互いに並行して行う。

基板の上面中央部への低表面張力液体の吐出に並行して、基板の上面周縁部への低表面張力液体の吐出を行うので、基板の上面中央部だけでなく基板の上面周縁部にも、十分な量の低表面張力液体を行き渡らせることができる。

【0019】

また、基板の上面への低表面張力液体の供給に並行して、基板の上方に不活性ガスを供給することにより、基板の上面に沿って流れる不活性ガスの気流が形成される。この不活性ガスの気流により、基板の上面上の空間の湿度を低く保つことができる。基板の上面上の空間の湿度が高い状態で基板の上面に低表面張力液体を供給すると仮定すると、基板の上面に供給された低表面張力液体が前記空間の雰囲気に含まれる水分に溶け込むことにより、基板の上面上に存在する低表面張力液体の量が減少し、その結果、低表面張力液体への置換性能が低下するおそれがある。これに対し、本発明では、置換工程における、基板の上面上の空間の湿度を低く保つことにより、基板に供給された低表面張力液体が、基板の上面上の空間の雰囲気中の水分に溶け込むことを抑制または防止できる。そのため、基板の上面上に供給された低表面張力液体の液量の減少を効果的に抑制または防止できる。

【0020】

したがって、十分な液量の低表面張力液体を基板の上面周縁部に供給できると共に、基板の上面周縁部に供給された低表面張力液体張力液体の減少を効果的に抑制または防止できるから、基板の上面周縁部における低表面張力液体への置換性能の向上を図ることができる。ゆえに、基板の上面周縁部におけるパターンの倒壊をより効果的に抑制できる。

請求項7に記載の発明は、前記不活性ガス供給ユニットは、前記基板の上方で不活性ガスを吐出することにより、前記基板の上面に沿って前記上面中央部から前記基板の上面周縁部に放射状に広がる前記気流を形成させる不活性ガスノズル(52)を含み、前記第2の低表面張力液体ノズルは、前記基板の周縁部の上方でかつ前記気流よりも上方に配置されている、請求項6に記載の基板処理装置である。

【0021】

この構成によれば、不活性ガスノズルから吐出された不活性ガスは、基板の上面に沿って、基板の上面中央部から上面周縁部に放射状に広がる気流を形成する。この不活性ガスの気流の上方に、第2の低表面張力液体ノズルを配置する。そのため、第2の低表面張力液体ノズルが、基板の上面中央部から上面周縁部に向けて基板の上面に沿って流れる不活性ガスの気流を阻害することを抑制または防止できる。これにより、基板の周縁部の上方の雰囲気をより一層低湿度に保つことができる。

また、請求項8に示すように、前記置換工程は、前記低表面張力液体の前記液滴の供給を停止し、かつ前記第1の低表面張力液体ノズルから前記基板の上面中央部に前記低表面張力液体を供給することにより、前記基板の上面の全体を覆う前記低表面張力液体の液膜を形成する第2の液膜形成工程をさらに含んでもよい。

【図面の簡単な説明】

【0022】

10

20

30

40

50

【図 1】図 1 は、この発明の一実施形態に係る基板処理装置の内部のレイアウトを説明するための図解的な平面図である。

【図 2】図 2 は、前記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 3】図 3 は、前記基板処理装置に備えられた第 1 の有機溶剤ノズルの構成を図解的に示す断面図である。

【図 4】図 4 は、共通ノズルの構成例を説明するための模式的な縦断面図である。

【図 5】図 5 は、第 1 の有機溶剤ノズルおよび共通ノズルの移動を説明するための模式的な平面図である。

【図 6】図 6 は、スピンチャックおよび下面ノズルを説明するための模式的な平面図である。

【図 7】図 7 は、下面ノズルの模式的な平面図である。

【図 8】図 8 は、ノズル部の長手方向に下面ノズルを見た部分断面図である。

【図 9】図 9 は、図 8 に示す IX-IX 線に沿う下面ノズルの断面図である。

【図 10】図 10 は、図 7 に示す X-X 線に沿うノズル部の鉛直断面を示す図である。

【図 11】図 11 は、ノズル部が温調液を吐出している状態を示す模式的な平面図である。

【図 12】図 12 は、前記基板処理装置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。

【図 13】図 13 は、前記基板処理装置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 14】図 14 は、前記置換工程および前記スピンドライ工程を説明するためのタイムチャートである。

【図 15 A - 15 B】図 15 A ~ 15 B は、前記置換工程の様子を説明するための図解的な断面図である。

【図 15 C - 15 D】図 15 C ~ 15 D は、前記置換工程の様子を説明するための図解的な断面図である。

【図 15 E - 15 F】図 15 E は、第 1 のスピンドライ工程の様子を説明するための図解的な断面図である。図 15 F は、第 2 のスピンドライ工程の様子を説明するための図解的な断面図である。

【図 16】図 16 は、この発明の他の実施形態に係る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 17 A】図 17 A は、処理ユニットに含まれる液滴ノズルの構成を図解的に示す断面図である。

【図 17 B】図 17 B は、液滴ノズルの模式的な平面図である。

【図 18】図 18 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】

【0023】

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。

図 1 は、この発明の一実施形態に係る基板処理装置の内部のレイアウトを説明するための図解的な平面図である。基板処理装置 1 は、半導体ウエハなどの円板状の基板 W を、有機溶剤や処理ガスによって一枚ずつ処理する枚葉式の装置である。基板処理装置 1 は、有機溶剤を用いて基板 W を処理する複数の処理ユニット 2 と、処理ユニット 2 で処理される複数枚の基板 W を収容するキャリア C が載置されるロードポート LP と、ロードポート LP と処理ユニット 2 との間で基板 W を搬送する搬送ロボット IR および CR と、基板処理装置 1 を制御する制御ユニット 3 とを含む。搬送ロボット IR は、キャリア C と搬送ロボット CR との間で基板 W を搬送する。搬送ロボット CR は、搬送ロボット IR と処理ユニット 2 との間で基板 W を搬送する。複数の処理ユニット 2 は、たとえば、同様の構成を有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

図 2 は、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。

処理ユニット 2 は、内部空間を有する箱形の処理チャンバ 4 と、処理チャンバ 4 内で一枚の基板 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 を回転させるスピチャック（基板保持ユニット）5 と、スピチャック 5 に保持されている基板 W の上面に、処理液の一例としての薬液を供給するための薬液供給ユニット 6 と、スピチャック 5 に保持されている基板 W の上面に、処理液の一例としてのリンス液を供給するためのリンス液供給ユニット 7 と、スピチャック 5 に保持されている基板 W の上面（基板 W の表面）に、有機溶剤（低表面張力液体）の一例の IPA を供給するための第 1 の有機溶剤供給ユニット 8 と、有機溶剤の一例の IPA を供給するための第 2 の有機溶剤供給ユニット 9 と、スピチャック 5 に保持されている基板 W の上方に、不活性ガスを供給するための不活性ガス供給ユニット 10 と、スピチャック 5 に保持されている基板 W の下面（基板 W の裏面）に、温調流体の一例である温水を供給する下面供給ユニット 11 と、スピチャック 5 を取り囲む筒状の処理カップ 12 とを含む。

10

【 0 0 2 5 】

処理チャンバ 4 は、箱状の隔壁 13 と、隔壁 13 の上部から隔壁 13 内（処理チャンバ 4 内に相当）に清浄空気を送る送風ユニットとしての F F U（ファン・フィルタ・ユニット）14 と、隔壁 13 の下部から処理チャンバ 4 内の気体を排出する排気装置 15 とを含む。

F F U 14 は隔壁 13 の上方に配置されており、隔壁 13 の天井に取り付けられている。F F U 14 は、隔壁 13 の天井から処理チャンバ 4 内に清浄空気を送る。排気装置 15 は、処理カップ 12 内に接続された排気ダクト 16 を介して処理カップ 12 の底部に接続されており、処理カップ 12 の底部から処理カップ 12 の内部を吸引する。F F U 14 および排気装置 15 により、処理チャンバ 4 内にダウンフロー（下降流）が形成される。

20

【 0 0 2 6 】

スピチャック 5 として、基板 W を水平方向に挟んで基板 W を水平に保持する挟持式のチャックが採用されている。具体的には、スピチャック 5 は、スピモータ 17 と、このスピモータ 17 の駆動軸と一体化されたスピ軸 18 と、スピ軸 18 の上端に略水平に取り付けられた円板状のスピベース 19 とを含む。

スピベース 19 は、基板 W の外径（約 300 mm）よりも大きな外径を有する水平な円形の上面 19 a を含む。上面 19 a には、その周縁部に複数個（3 個以上。たとえば 4 個）の挟持部材 20（図 6 を併せて参照）が配置されている。複数個の挟持部材 20 は、スピベース 19 の上面周縁部において、基板 W の外周形状に対応する円周上で適当な間隔を空けてたとえば等間隔に配置されている。

30

【 0 0 2 7 】

薬液供給ユニット 6 は、薬液ノズル 21 を含む。薬液ノズル 21 は、たとえば、連続流の状態を吐出するストレートノズルであり、スピチャック 5 の上方で、その吐出口を基板 W の上面中央部に向けて固定的に配置されている。薬液ノズル 21 には、薬液供給源からの薬液が供給される薬液配管 22 が接続されている。薬液配管 22 の途中部には、薬液ノズル 21 からの薬液の吐出 / 供給停止を切り換えるための薬液バルブ 23 が介装されている。薬液バルブ 23 が開かれると、薬液配管 22 から薬液ノズル 21 に供給された連続流の薬液が、薬液ノズル 21 の下端に設定された吐出口から吐出される。また、薬液バルブ 23 が閉じられると、薬液配管 22 から薬液ノズル 21 への薬液の吐出が停止される。

40

【 0 0 2 8 】

薬液の具体例は、エッチング液または洗浄液である。さらに具体的には、薬液は、フッ酸、S C 1（アンモニア過酸化水素水混合液）、S C 2（塩酸過酸化水素水混合液）、フッ化アンモニウム、バッファードフッ酸（フッ酸とフッ化アンモニウムとの混合液）などであってもよい。

リンス液供給ユニット 7 は、リンス液ノズル 24 を含む。リンス液ノズル 24 は、たと

50

えば、連続流の状態では液を吐出するストレートノズルであり、スピチャック5の上方で、その吐出口を基板Wの上面中央部に向けて固定的に配置されている。リンス液ノズル24には、リンス液供給源からのリンス液が供給されるリンス液配管25が接続されている。リンス液配管25の途中部には、リンス液ノズル24からのリンス液の吐出/供給停止を切り換えるためのリンス液バルブ26が介装されている。リンス液バルブ26が開かれると、リンス液配管25からリンス液ノズル24に供給された連続流のリンス液が、リンス液ノズル24の下端に設定された吐出口から吐出される。また、リンス液バルブ26が閉じられると、リンス液配管25からリンス液ノズル24へのリンス液の吐出が停止される。リンス液は、たとえば脱イオン水(DIW)であるが、DIW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(たとえば、10ppm~100ppm程度)の塩酸水のいずれかであってもよい。

10

【0029】

なお、薬液ノズル21およびリンス液ノズル24は、それぞれ、スピチャック5に対して固定的に配置されている必要はなく、たとえば、スピチャック5の上方において水平面内で揺動可能なアームに取り付けられて、このアームの揺動により基板Wの上面における処理液(薬液またはリンス液)の着液位置がスキャンされる、いわゆるスキャンノズルの形態が採用されてもよい。

【0030】

第1の有機溶剤供給ユニット8は、スピチャック5に保持されている基板Wの上面に有機溶剤の液滴を供給するための第1の有機溶剤ノズル(第1の低表面張力液体ノズル)27と、第1の有機溶剤ノズル27が先端部に取り付けられた第1のノズルアーム28と、第1のノズルアーム28に接続され、第1の揺動軸線A2まわりに第1のノズルアーム28を揺動させる第1のノズル移動ユニット29とを含む。第1のノズル移動ユニット29が第1のノズルアーム28を揺動することにより、平面視で基板Wの上面中央部を通る軌跡X1(図5参照)に沿って第1の有機溶剤ノズル27を水平に移動させる。

20

【0031】

第1の有機溶剤ノズル27は、有機溶剤の微小の液滴を噴出する二流体ノズルの形態を有している。第1の有機溶剤ノズル27には、第1の有機溶剤ノズル27に有機溶剤と気体とを供給する第1の有機溶剤供給機構(第1の低表面張力液体供給機構)27Aが接続されている。第1の有機溶剤供給機構27Aは、有機溶剤供給源からの常温の液体の有機溶剤(IPA)を第1の有機溶剤ノズル27に供給する第1の有機溶剤配管30と、気体供給源からの気体を第1の有機溶剤ノズル27に供給する気体配管31とを含む。

30

【0032】

第1の有機溶剤配管30には、第1の有機溶剤配管30から第1の有機溶剤ノズル27への有機溶剤の吐出および供給停止を切り換える第1の有機溶剤バルブ32と、第1の有機溶剤配管30の開度を調節して、第1の有機溶剤ノズル27から吐出される有機溶剤の流量を調整するための第1の流量調整バルブ33とが介装されている。図示はしないが、第1の流量調整バルブ33は、弁座が内部に設けられたバルブボディと、弁座を開閉する弁体と、開位置と閉位置との間で弁体を移動させるアクチュエータとを含む。他の流量調整バルブについても同様である。

40

【0033】

気体配管31には、気体配管31から第1の有機溶剤ノズル27への気体の吐出および供給停止を切り換える気体バルブ34が介装されている。第1の有機溶剤ノズル27に供給される気体としては、一例として窒素ガス(N₂)を例示できるが、窒素ガス以外の不活性ガス、たとえば乾燥空気や清浄空気などを採用することもできる。

図3は、第1の有機溶剤ノズル27の構成を図解的に示す断面図である。

【0034】

図3に示すように、第1の有機溶剤ノズル27は、ほぼ円柱状の外形を有している。第1の有機溶剤ノズル27は、ケーシングを構成する外筒36と、外筒36の内部に嵌め込まれた内筒37とを含む。

50

外筒36および内筒37は、各々共通の中心軸線CL上に同軸配置されており、互いに連結されている。内筒37の内部空間は、第1の有機溶剤配管30からの有機溶剤が流通する直線状の有機溶剤流路38となっている。また、外筒36および内筒37との間には、気体配管31から供給される気体が流通する円筒状の気体流路39が形成されている。

【0035】

有機溶剤流路38は、内筒37の上端で有機溶剤導入口40として開口している。有機溶剤流路38には、この有機溶剤導入口40を介して第1の有機溶剤配管30からの有機溶剤が導入される。また、有機溶剤流路38は、内筒37の下端で、中心軸線CL上に中心を有する円状の有機溶剤吐出口41として開口している。有機溶剤流路38に導入された有機溶剤は、この有機溶剤吐出口41から吐出される。

10

【0036】

気体流路39は、中心軸線CLと共通の中心軸線を有する円筒状の間隙であり、外筒36および内筒37の上端部で閉塞され、外筒36および内筒37の下端で、中心軸線CL上に中心を有し、有機溶剤吐出口41を取り囲む円環状の気体吐出口42として開口している。気体流路39の下端部は、気体流路39の長さ方向における中間部よりも流路面積が小さくされ、下方に向かって小径となっている。また、外筒36の中間部には、気体流路39に連通する気体導入口43が形成されている。

【0037】

気体導入口43には、外筒36を貫通した状態で気体配管31が接続されており、気体配管31の内部空間と気体流路39とが連通されている。気体配管31からの気体は、この気体導入口43を介して気体流路39に導入され、気体吐出口42から吐出される。

20

基板Wの上面に有機溶剤吐出口41が対向するように、第1の有機溶剤ノズル27を基板Wの上方に配置する。この実施形態では、この配置状態にある第1の有機溶剤ノズル27の下端（外筒36の下端）と基板Wとの間の間隔W2は、たとえば約20mmに設定されている。この間隔W2は、第1の有機溶剤ノズル27の下端が、後述する基板Wの上面に沿って流れる放射状気流（気体吐出口55, 56, 57から吐出される不活性ガスの気流）の高さ位置よりも高くなるように設定されている。

【0038】

気体バルブ34を開いて気体吐出口42から気体を吐出させながら、第1の有機溶剤バルブ32を開いて有機溶剤吐出口41から有機溶剤を吐出させることにより、第1の有機溶剤ノズル27の近傍で有機溶剤に気体を衝突（混合）させることにより有機溶剤の微小の液滴を生成することができ、有機溶剤を噴霧状に吐出することができる。これにより、有機溶剤の液滴の基板Wの上面への供給を、簡単に実現できる。

30

【0039】

図2に示すように、第2の有機溶剤供給ユニット9は、スピンチャック5に保持されている基板Wの上面に有機溶剤の連続流を供給するための第2の有機溶剤ノズル（第2の低表面張力液体ノズル）44と、第2の有機溶剤ノズル44が先端部に取り付けられた第2のノズルアーム45と、第2のノズルアーム45に接続され、第2の揺動軸線A3まわりに第2のノズルアーム45を揺動させる第2のノズル移動ユニット46とを含む。第2のノズル移動ユニット46が第2のノズルアーム45を揺動することにより、平面視で基板Wの上面中央部を通る軌跡X2（図5参照）に沿って第2の有機溶剤ノズル44を水平に移動させる。

40

【0040】

第2の有機溶剤ノズル44は、鉛直方向に沿った直管で構成されている。第2の有機溶剤ノズル44には、第2の有機溶剤ノズル44に有機溶剤を供給する第2の有機溶剤供給機構（第2の低表面張力液体供給機構）44Cが接続されている。第2の有機溶剤供給機構44Cは、有機溶剤供給源からの常温の有機溶剤（IPA）の液体を第2の有機溶剤ノズル44に供給する第2の有機溶剤配管47と、第2の有機溶剤配管47に介装され、第2の有機溶剤配管47から第2の有機溶剤ノズル44への有機溶剤の吐出および供給停止を切り換える第2の有機溶剤バルブ48と、第2の有機溶剤配管47に介装され、第2の

50

有機溶剤配管 47 の開度を調節して、第 2 の有機溶剤ノズル 44 から吐出される有機溶剤の流量を調整するための第 2 の流量調整バルブ 49 とを含む。第 2 の有機溶剤バルブ 48 が開かれると、第 2 の有機溶剤配管 47 から第 2 の有機溶剤ノズル 44 に供給された連続流の有機溶剤が、第 2 の有機溶剤ノズル 44 の下端に設定された吐出口から吐出される。また、第 2 の有機溶剤バルブ 48 が閉じられると、第 2 の有機溶剤配管 47 から第 2 の有機溶剤ノズル 44 への有機溶剤の吐出が停止される。

【 0041 】

不活性ガス供給ユニット 10 は、スピンチャック 5 に保持されている基板 W の上面に気体を吐出するための不活性ガスノズル 52 を備えている。不活性ガスノズル 52 は、基板 W の上方を窒素ガス雰囲気で覆うためのノズルである。不活性ガスノズル 52 には、不活性ガス配管 50 が結合されている。不活性ガス配管 50 には、その流路を開閉する不活性ガスバルブ 51 が介装されている。

10

【 0042 】

この実施形態では、第 2 の有機溶剤ノズル 44 に、不活性ガスノズル 52 が一体に結合されている。そのため、第 2 の有機溶剤ノズル 44 および不活性ガスノズル 52 が、共通ノズル CN に備えられている。すなわち、共通ノズル CN は、有機溶剤を吐出する有機溶剤ノズルとしての機能と、窒素ガス等の不活性ガスを吐出する不活性ガスノズルとしての機能とを有している。

【 0043 】

図 4 は、共通ノズル CN (不活性ガスノズル 52) の構成例を説明するための模式的な縦断面図である。

20

不活性ガスノズル 52 は、下端にフランジ部 53 を有する円筒状のノズル本体 54 を有している。ノズル本体 54 の最外径は、たとえば約 95 ~ 約 120 mm である。フランジ部 53 の側面である外周面には、上側気体吐出口 55 および下側気体吐出口 56 が、それぞれ環状に外方に向けて開口している。上側気体吐出口 55 および下側気体吐出口 56 は、上下に間隔を空けて配置されている。ノズル本体 54 の下面には、中心気体吐出口 57 が配置されている。

【 0044 】

ノズル本体 54 には、不活性ガス配管 50 から不活性ガスが供給される気体導入口 58 , 59 が形成されている。気体導入口 58 , 59 に対して、個別の不活性ガス配管が結合されてもよい。ノズル本体 54 内には、気体導入口 58 と上側気体吐出口 55 および下側気体吐出口 56 とを接続する筒状の気体流路 61 が形成されている。また、ノズル本体 54 内には、気体導入口 59 に連通する筒状の気体流路 62 が第 2 の有機溶剤ノズル 44 のまわりに形成されている。気体流路 62 の下方にはバッファ空間 63 が連通している。バッファ空間 63 は、さらに、パンチングプレート 64 を介して、その下方の空間 65 に連通している。この空間 65 が中心気体吐出口 57 に開放している。気体導入口 58 , 59 に供給される不活性ガスとしては、一例として窒素ガス (N_2) を例示できるが、窒素ガス以外の不活性ガス、たとえば乾燥空気や清浄空気などを採用することもできる。

30

【 0045 】

気体導入口 58 から導入された不活性ガスは、気体流路 61 を介して上側気体吐出口 55 および下側気体吐出口 56 に供給され、これらの気体吐出口 55 , 56 から放射状に吐出される。これにより、上下方向に重なる 2 つの放射状気流が基板 W の上方に形成される。一方、気体導入口 59 から導入された不活性ガスは、気体流路 62 を介してバッファ空間 63 に蓄えられ、さらにパンチングプレート 64 を通って拡散された後に、空間 65 を通って中心気体吐出口 57 から基板 W の上面に向けて下方に吐出される。この不活性ガスは、基板 W の上面にぶつかって方向を変え、放射方向の不活性ガス流を基板 W の上方に形成する。

40

【 0046 】

したがって、中心気体吐出口 57 から吐出される不活性ガスが形成する放射状気流と、気体吐出口 55 , 56 からの吐出される二層の放射状気流とを合わせて、三層の放射状気

50

流が基板Wの上方に形成されることになる。この三層の放射状気流によって、基板Wの上面が保護される。とくに、後述するとおり、基板Wを高速回転するとき、三層の放射状気流によって基板Wの上面が保護されることにより、液滴やミストが基板Wの表面に付着することを回避できる。

【0047】

この実施形態では、置換工程(S4)において、共通ノズルCNは、基板Wの上面に近接配置されており、このとき、共通ノズルCN(不活性ガスノズル52)の下端面と基板Wとの間の間隔W1は、たとえば約4mmに設定されている。この状態で、吐出口55, 56, 57から吐出される放射状気流は、たとえば、基板Wの上面から微小間隔を隔てた状態、または基板Wの上面に密接しながら、基板Wの上面に沿って流れる。換言すると、この放射状気流は、上下方向に関し、第1の有機溶剤ノズル27の下端よりも下方領域を流れる。

10

【0048】

第2の有機溶剤ノズル44は、気体流路62、バッファ空間63およびパンチングプレート64を貫通して上下方向に延びている。第2の有機溶剤ノズル44の下端の吐出口44aは、パンチングプレート64の下方に位置しており、基板Wの上面に向けて鉛直上方から有機溶剤を吐出する。

図5は、第1の有機溶剤ノズル27および共通ノズルCNの移動を説明するための模式的な平面図である。

【0049】

20

図5に示すように、第1のノズル移動ユニット29は、第1の有機溶剤ノズル27を、スピチャック5に保持された基板Wの上面中央部(具体的には、回転軸線A1)を通る円弧状の軌跡X1に沿って水平に移動させる。第1のノズル移動ユニット29は、第1の有機溶剤ノズル27から吐出された有機溶剤が基板Wの上面に着液する処理位置と、第1の有機溶剤ノズル27が平面視でスピチャック5の周囲に設定されたホーム位置との間で、第1の有機溶剤ノズル27を水平に移動させる。さらに、第1のノズル移動ユニット29は、第1の有機溶剤ノズル27を、基板Wの上面周縁部の内側寄りの第1の周縁位置(図5に二点鎖線で図示)と、基板Wの上面周縁部の外側寄りの第2の周縁位置(図5に一点鎖線で図示)との間で水平移動させる。第1の有機溶剤ノズル27が第1の周縁位置に位置するときには、基板Wの上面における有機溶剤の供給領域(着液領域)DA(図15C参照)が、基板Wの周端縁から基板Wの回転軸線A1側に約40~50mm隔てられた所定位置に配置される。一方、第1の有機溶剤ノズル27が第2の周縁位置に位置するときには、基板Wの上面における有機溶剤の供給領域DA(図15C参照)が基板Wの周端縁に配置される。第1の周縁位置および第2の周縁位置は、いずれも処理位置である。

30

【0050】

図5に示すように、第2のノズル移動ユニット46は、共通ノズルCNを、スピチャック5に保持された基板Wの上面中央部(具体的には、回転軸線A1上)を通る円弧状の軌跡X2に沿って水平に移動させる。第2のノズル移動ユニット46は、共通ノズルCNを、基板W中央部の上方の処理位置(図5に実線で図示)と、基板Wの上方から側方に回避したホーム位置(図5に二点鎖線で図示)との間で移動させる。共通ノズルCNが処理位置にある状態では、第2の有機溶剤ノズル44から吐出された有機溶剤が、基板Wの上面中央部(具体的には回転軸線A1上)に着液する。

40

【0051】

図2に示すように、下面供給ユニット11は、温調流体の一例である温調液を上方に吐出する下面ノズル70と、下面ノズル70に温調液を導く温調液配管67と、温調液配管67に介装された温調液バルブ68と、温調液配管67に介装され、温調液配管67の開度を調節して、下面ノズル70から上方に吐出される温調液の流量を調整するための第3の流量調整バルブ69を含む。温調液バルブ68が開かれると、温調液供給源からの温調液が、第3の流量調整バルブ69の開度に対応する流量で、温調液配管67から下面ノズル70に供給される。これにより、高温(たとえば、IPAの沸点(約80))に近い

50

温度75)の温調液が、下面ノズル70から吐出される。下面ノズル70に供給される温調液は、加熱された純水である。下面ノズル70に供給される温調液の種類は、純水に限らず、炭酸水、電解イオン水、水素水、オゾン水、IPA(イソプロピルアルコール、)または希釈濃度(たとえば、10~100ppm程度)の塩酸水、などであってもよい。また、供給される温調流体は、温調液に限られず、温調液の代わりに温調ガス(加熱ガス)を基板Wの下面に供給してもよい。

【0052】

図6は、スピンチャック5および下面ノズル70を説明するための模式的な平面図である。図7は、下面ノズル70の模式的な平面図である。図8は、ノズル部73の長手方向に下面ノズルを見た部分断面図である。図9は、図8に示すIX-IX線に沿う下面ノズル70の断面図である。図10は、図7に示すX-X線に沿うノズル部73の鉛直断面を示す図である。図11は、ノズル部73が温調液を吐出している状態を示す模式的な平面図である。

10

【0053】

以下、図2、および図6~図11を参照しながら、下面ノズル70の構成について説明する。

下面ノズル70は、ノズル部73を備えた、いわゆるバーノズルの形態を有している。下面ノズル70は、図6に示すように、温調液を吐出する複数の吐出口99が、基板Wの回転半径方向に沿って配列されたノズル部73と、ノズル部73を支持するベース部74とを含む。下面ノズル70は、PTFE(polytetrafluoroethylene)等の耐薬品性を有する合成樹脂を用いて形成されている。ベース部74は、回転軸線A1と同軸の円柱状である。ベース部74は、基板Wの下面中央部に対向する位置に配置される。ベース部74は、スピンベース19の上面19aの中央部から上方に突出している。ノズル部73は、ベース部74の上方に配置されている。ノズル部73は、基板Wの下面とスピンベース19の上面19aとの間に配置される。

20

【0054】

ノズル部73は、図7に示すように、平面視でベース部74に重なる根元部と、ベース部74よりも径方向外方に配置された先端部と、根元部から先端部に延びる中間部とを含む。回転軸線A1および長手方向(回転半径方向に沿う方向)DLの両方に直交する仮想直線V1からノズル部73の先端までの長手方向DLの距離L1は、仮想直線V1からノズル部73の根元までの長手方向DLの距離L4よりも大きい。回転軸線A1からノズル部73の先端までの径方向の距離は、基板Wの半径よりも小さい。

30

【0055】

図8に示すように、下面ノズル70は、複数の吐出口99に温調液を供給する温調液供給路75を含む。温調液供給路75は、ノズル部73に設けられた下流部79と、ベース部74に設けられた上流部76とを含む。上流部76および下流部79は、複数の吐出口99よりも上流の位置で互いに接続されている。ノズル部73の鉛直断面90(図8参照)の形状は、長手方向DL方向の略全域に亘って一様である。

【0056】

図8~図10に示すように、各温調液供給路75の下流部79は、複数の吐出口99に供給される温調液を案内する主流路81と、主流路81内の温調液を複数の吐出口99に供給する複数の分岐流路82とを含む。図9に示すように、主流路81は、ノズル部73内を長手方向DLに延びる円柱状である。主流路81は、ノズル部73の根元部に取り付けられたプラグ83とノズル部73の先端部との間に配置されている。主流路81の流路面積(流体の流れる方向に直交する断面の面積)は、いずれの分岐流路82の流路面積よりも大きい。図10に示すように、主流路81の断面の半径R1は、いずれの分岐流路82の流路長(分岐流路82の上流端から分岐流路82の下流端までの長さ)よりも大きい。図10に示すように、複数の分岐流路82は、それぞれ、複数の吐出口99に接続されている。分岐流路82の上流端は、鉛直方向における鉛直断面90の中央を通る水平な中央面C1よりも上方の位置で主流路81に接続されている。分岐流路82の下流端は、複

40

50

数の吐出口 99 のいずれかが一つに接続されている。

【 0057 】

図 8 および図 10 に示すように、ノズル部 73 の外面は、回転方向 Dr における下流に向かって斜め上に延びる上側上流傾斜面 84 と、上側上流傾斜面 84 から回転方向 Dr に水平に延びる上側水平面 85 と、回転方向 Dr における下流に向かって上側水平面 85 から斜め下に延びる上側下流傾斜面 86 とを含む。ノズル部 73 の外面は、さらに、回転方向 Dr における下流に向かって斜め下に延びる下側上流傾斜面 87 と、下側上流傾斜面 87 から回転方向 Dr に水平に延びる下側水平面 88 と、回転方向 Dr における下流に向かって下側水平面 88 から斜め上に延びる下側下流傾斜面 89 とを含む。

【 0058 】

図 10 に示すように、上側上流傾斜面 84 は、上側下流傾斜面 86 よりも短手方向 Ds (長手方向 DL に直交する水平方向) に長い。同様に、下側上流傾斜面 87 は、下側下流傾斜面 89 よりも短手方向 Ds に長い。上側上流傾斜面 84 および下側上流傾斜面 87 は、ノズル部 73 の鉛直断面 90 における最も上流の位置 (上流端 91a) で交差している。上側下流傾斜面 86 および下側下流傾斜面 89 は、ノズル部 73 の鉛直断面 90 における最も下流の位置 (下流端 92a) で交差している。

【 0059 】

図 10 に示すように、ノズル部 73 の鉛直断面 90 は、回転方向 Dr における上流側に凸の三角形形状の上流端部 91 と、回転方向 Dr における下流側に凸の三角形形状の下流端部 92 とを含む。上流端部 91 の上縁は、上側上流傾斜面 84 の一部であり、上流端部 91 の下縁は、下側上流傾斜面 87 の一部である。同様に、下流端部 92 の上縁は、上側下流傾斜面 86 の一部であり、下流端部 92 の下縁は、下側下流傾斜面 89 の一部である。

【 0060 】

図 10 に示すように、上流端部 91 は、ノズル部 73 の鉛直断面 90 において最も上流側に配置された上流端 91a を含む。下流端部 92 は、ノズル部 73 の鉛直断面 90 において最も下流側に配置された下流端 92a を含む。上流端部 91 の厚み (鉛直方向の長さ)、上流端 91a に近づくにしたがって減少している。下流端部 92 の厚み (鉛直方向の長さ) は、下流端 92a に近づくにしたがって減少している。

【 0061 】

ノズル部 73 に設けられた複数の吐出口 99 は、上側下流傾斜面 86 で開口している。図 11 に示すように、複数の吐出口 99 は、間隔を空けてノズル部 73 の長手方向 DL に配列されている。各吐出口 99 の開口面積は、互いに等しい。但し、吐出口 99 の開口面積を互いに異ならせるようにしてもよい。例えば、基板 W の周縁側の吐出口 99 の開口面積を、回転軸線 A1 側の吐出口 99 の開口面積よりも大きくしてもよい。回転中の基板 W は周縁側が中心側よりも低温になりやすいため、吐出口の開口面積をこのように互いに異ならせることにより基板 W を半径方向に均一に加熱することができる。

【 0062 】

図 10 に示すように、吐出口 99 は、基板 W の下面内の着液位置 P1 に向けて吐出方向 D1 に温調液を吐出する。着液位置 P1 は、吐出口 99 よりも回転方向 Dr における下流の位置である。着液位置 P1 は、基板 W の下面の中心から離れた位置である。吐出方向 D1 は、吐出口 99 から着液位置 P1 に向かう斜め上方向である。吐出方向 D1 は、基板 W の下面に対して回転方向 Dr における下流側に傾いている。鉛直方向に対する吐出方向 D1 の傾き角度は、たとえば 30° である。各吐出口 99 から基板 W の下面までの鉛直方向の距離は、たとえば 1.3 mm である。

【 0063 】

図 11 に示すように、吐出口 99 および着液位置 P1 は、回転軸線 A1 に直交する方向から見たときに、すなわち平面視で短手方向 Ds に並んでいる。着液位置 P1 は、吐出口 99 に対し、吐出方向 D1 にたとえば 2.25 mm 隔てて配置されている。吐出方向 D1 は、平面視で仮想直線 V1 に平行な方向であり、これは平面視で基板 W の半径方向に交差 (この場合は、直交) する方向である。また、吐出口 99 は、平面視で基板 W の回転方向

10

20

30

40

50

D r に沿う方向に温調液を吐出する。

【 0 0 6 4 】

図 1 0 に示すように、吐出口 9 9 から吐出された温調液は、着液位置 P 1 に着液した勢いで基板 W の下面に沿って広がり、着液位置 P 1 を覆う、温調液の液膜を形成する。着液位置 P 1 は、基板 W の下面の中心（回転軸線 A 1）から離れた位置である。

図 1 2 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。

制御ユニット 3 は、予め定められたプログラムに従って、スピนมータ 1 7、排気装置 1 5、ノズル移動ユニット 2 9、4 6 等の動作を制御する。さらに、制御ユニット 3 は、薬液バルブ 2 3、リンス液バルブ 2 6、第 1 の有機溶剤バルブ 3 2、第 1 の流量調整バルブ 3 3、気体バルブ 3 4、第 2 の有機溶剤バルブ 4 8、第 2 の流量調整バルブ 4 9、不活性ガスバルブ 5 1、温調液バルブ 6 8、第 3 の流量調整バルブ 6 9 等の開閉動作等を制御する。

10

【 0 0 6 5 】

図 1 3 は、基板処理装置 1 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 1 4 は、置換工程（S 4）およびスピンドライ工程（S 5）を説明するためのタイムチャートである。図 2、図 1 3 および図 1 4 を参照して説明する。

未処理の基板 W は、搬送ロボット I R、C R によってキャリヤ C から処理ユニット 2 に搬入され、処理チャンバ 4 内に搬入され、基板 W がその表面（パターン形成面）を上方向に向けた状態でスピンチャック 5 に受け渡され、スピンチャック 5 に基板 W が保持される（S 1：基板保持工程）。基板 W の搬入に先立って、第 1 の有機溶剤ノズル 2 7 は、スピンチャック 5 の側方に設定されたホーム位置（図 5 に実線で図示）に退避させられている。また、共通ノズル C N も、スピンチャック 5 の側方に設定されたホーム位置（図 5 に二点鎖線で図示）に退避させられている。

20

【 0 0 6 6 】

搬送ロボット C R が処理ユニット 2 外に退避させられた後、制御ユニット 3 は、薬液工程（ステップ S 2）を実行する。具体的には、制御ユニット 3 は、スピนมータ 1 7 を駆動してスピンベース 1 9 を所定の液処理回転速度で回転させる。また、制御ユニット 3 は、薬液バルブ 2 3 を開く。それにより、回転状態の基板 W の上面に向けて、薬液ノズル 2 1 から薬液が吐出される。供給された薬液は遠心力によって基板 W の上面の全域に行き渡り、基板 W に薬液を用いた薬液処理が施される。薬液の吐出開始から予め定める期間が経過すると、制御ユニット 3 は、薬液バルブ 2 3 を閉じて、薬液ノズル 2 1 からの薬液の吐出を停止する。

30

【 0 0 6 7 】

次いで、制御ユニット 3 は、リンス工程（ステップ S 3）を実行する。リンス工程は、基板 W 上の薬液をリンス液に置換して基板 W 上から薬液を排除する工程である。具体的には、制御ユニット 3 はリンス液バルブ 2 6 を開く。それにより、回転状態の基板 W の上面に向けて、リンス液ノズル 2 4 からリンス液が吐出される。供給されたリンス液は遠心力によって基板 W の上面の全域に行き渡る。このリンス液によって、基板 W 上に付着している薬液が洗い流される。

【 0 0 6 8 】

40

リンス液の吐出開始から予め定める期間が経過すると、制御ユニット 3 は、スピนมータ 1 7 を制御して、基板 W の回転速度を液処理回転速度（たとえば約 3 0 0 r p m）からパドル速度（たとえば約 1 0 r p m）まで段階的に減速させ、その後、基板 W の回転速度をパドル速度に維持する（パドルリンス工程）。これにより、基板 W の上面に、基板 W の上面全域を覆うリンス液の液膜 1 1 0（図 1 5 A 参照）がパドル状に支持される。リンス液の吐出開始から予め定める期間が経過すると、制御ユニット 3 は、リンス液バルブ 2 6 を閉じて、リンス液ノズル 2 4 からのリンス液の吐出を停止する。また、パドル速度として 1 0 r p m の低速を例示したが、パドル速度は、5 0 r p m 以下の低速であってもよいし、零であってもよい。

【 0 0 6 9 】

50

次いで、制御ユニット3は、置換工程（ステップS4）を実行する。置換工程（S4）は、基板W上のリンス液を、リンス液（水）よりも表面張力の低い有機溶剤である有機溶剤に置換する工程である。

また、置換工程（S4）では、制御ユニット3は、不活性ガスバルブ51を開いて、窒素ガスを3つの気体吐出口55, 56, 57（図4参照）から吐出させる。置換工程（S4）の全期間に亘って、基板Wの上面への有機溶剤の供給に並行して、基板Wの上方に不活性ガスを供給するので、置換工程（S4）の全期間に亘って、基板Wの上面の空間SPの湿度を低く保つことができる。

【0070】

さらに、置換工程（S4）では、下面ノズル70の各吐出口99から温調液が上向きに吐出され、基板Wの下面（裏面）に温調液が供給される。具体的には、図15Bに示すように、長手方向DLに沿って配列された複数の吐出口99（図10および図11を併せて参照）から温調液が、基板Wの下面（裏面）に向けて吐出される。吐出口99からの温調液の吐出と並行して基板Wを回転させることにより、基板Wの下面（裏面）の全域に温調液を供給できる。

10

【0071】

図14に示すように、置換工程（S4）は、第1の液膜形成工程T1（図15Bを併せて参照）と、液滴吐出工程T2（図15Cを併せて参照）と、第2の液膜形成工程T3（図15Dを併せて参照）とを含む。

図15A～15Dは、置換工程（S4）の各工程の様子を説明するための図解的な断面図である。図2、図12、図13および図14を参照しながら、置換工程（S4）について説明する。図15A～15Dについては適宜参照する。

20

【0072】

第1の液膜形成工程T1（図15A参照）は、基板Wを比較的低速（たとえば約10rpm）で回転させながら、基板Wの上面に有機溶剤を供給することにより、基板Wの上面に、当該上面の全域を覆う有機溶剤の液膜120を形成する工程である。

制御ユニット3は、第1の液膜形成工程T1の開始に先立って、第2の有機溶剤ノズル44を含む共通ノズルCNを、図15Aに示すように、スピチャック5の側方のホーム位置から処理位置（基板Wの上面中央部の上方）に移動させる。共通ノズルCNが処理位置に配置された状態では、図4に示すように、共通ノズルCNの中心軸線が回転軸線A1に一致している。

30

【0073】

共通ノズルCNが処理位置に配置された後、制御ユニット3は、第2のノズル移動ユニット46を制御して、共通ノズルCNを上位置から、上位置よりも基板Wに接近する近接位置に下降させる。共通ノズルCNが下位置にある状態では、共通ノズルCNの下面と基板Wの上面との間の間隔W1は、たとえば4mmである。

第1の液膜形成工程T1の開始タイミングになると、制御ユニット3は、第2の有機溶剤バルブ48を開く。これにより、第2の有機溶剤ノズル44の吐出口44Cから有機溶剤の液体が吐出される（カバーIPA吐出）。第2の有機溶剤ノズル44からの有機溶剤の吐出流量は、たとえば約0.3（リットル/分）に設定されている。第2の有機溶剤ノズル44から吐出される有機溶剤の液体は、基板Wの上面の中央部に供給され、基板Wの回転による遠心力を受けて基板Wの全面に行き渡り、それにより、基板Wの上面のリンス液の液膜110に含まれるリンス液が有機溶剤に順次置換されていく。これにより、基板Wの上面に、基板Wの上面全域を覆う有機溶剤の液膜120が形成され、この有機溶剤の液膜120がパドル状に支持される。また、パドルとは、基板Wの回転速度が零または低速の状態で行われるために有機溶剤に零または小さな遠心力しか作用しない結果、基板Wの上面に有機溶剤が滞留して液膜を形成する状態をいう。

40

【0074】

また、基板Wの上面への有機溶剤の吐出開始（第1の液膜形成工程T1の開始）と同期して、制御ユニット3は、温調液バルブ68を開く。それにより、下面ノズル70の各吐

50

出口 99 から温調液が上向きに吐出され、基板 W の下面（裏面）に温調液が供給開始される。それにより、下面ノズル 70 の各吐出口 99 から吐出された温調液は、基板 W の下面に着液する。下面ノズル 70 からの温調液の吐出流量は、たとえば約 1.8（リットル/分）に設定されており、この吐出流量は、当該温調液が基板 W の周縁部から表面側に回り込まないように設定されている。このように基板 W の下面（裏面）に温調流体を供給するから、基板 W 上の有機溶剤の液膜 120 を温度調整しながら第 1 の液膜形成工程 T1 を実行できる。これにより、リンス液から有機溶剤への置換性能を向上させることができる。

【0075】

この実施形態では、温調液は、垂直方向から傾き角度（図 10 参照）だけ傾斜した角度で各吐出口 99 から基板 W の下面に入射する。また、温調液は複数の吐出口 99 から供給される。これらのことから、本実施形態では基板 W の下面での温調液のしぶきが生じにくく、基板 W の表面への温調液のしぶきの付着が抑制されている。

さらに本実施形態では、各吐出口 99 は、上面視において基板 W の半径方向に交差する方向に、かつ基板 W の回転方向 Dr に沿った方向に温調液を吐出する。このため、基板 W の下面側から基板 W の上面への温調液の回り込みが生じにくい。

【0076】

また、基板 W の上面への有機溶剤の吐出開始（第 1 の液膜形成工程 T1 の開始）と同期して、制御ユニット 3 は、不活性ガスバルブ 51 を開いて、窒素ガスを不活性ガスノズル 52 の 3 つの気体吐出口（上側気体吐出口 55（図 4 参照）、下側気体吐出口 56（図 4 参照）および中心気体吐出口 57（図 4 参照））から吐出開始させる。このときにおける、上側気体吐出口 55、下側気体吐出口 56 および中心気体吐出口 57 からの窒素ガスの吐出流量は、それぞれ、たとえば 100（リットル/分）、100（リットル/分）および 50（リットル/分）である。これにより、上下方向に重なる三層の環状気流が基板 W の上方に形成され、この三層の環状気流によって基板 W の上面が保護される。

【0077】

第 1 の液膜形成工程 T1 では、第 1 の液膜形成工程 T1 の開始後たとえば約 3.5 秒間、基板 W の回転速度がパドル速度に保たれた後、基板 W の回転は、たとえば有機溶剤処理速度（たとえば約 300 rpm。たとえば前記の液処理回転速度と同等に設定されている）まで加速され、この有機溶剤処理速度に維持される。そして、第 1 の液膜形成工程 T1 の開始から、予め定める期間（たとえば約 12 秒間）が経過すると、第 1 の液膜形成工程 T1 が終了し、次いで、液滴吐出工程 T2（図 15C 参照）が開始される。

【0078】

液滴吐出工程 T2 は、基板 W を回転させながら、有機溶剤の連続流を基板 W の上面中央部に供給すると共に、有機溶剤の液滴を基板 W の上面周縁部に供給する工程（中央部吐出工程、周縁部吐出供給工程）である。液滴吐出工程 T2 は、第 1 の液膜形成工程 T1 に引き続き、窒素ガスの供給を行う。すなわち、これらの有機溶剤の供給と並行して、基板 W の上方への窒素ガスの供給を行う（不活性ガス供給工程）。また、この実施形態において、基板 W として直径 300 mm の基板を採用する場合、基板 W の周縁部は、基板 W の周端縁からその内側に入り込んだ幅 40 mm ~ 50 mm の領域である。

【0079】

制御ユニット 3 は、液滴吐出工程 T2 の開始に先立って、図 15C に示すように、第 1 のノズル移動ユニット 29 を制御して第 1 の有機溶剤ノズル 27 を、スピンチャック 5 の側方のホーム位置から処理位置（基板 W の上面周縁部上方）に移動させる。第 1 の有機溶剤ノズル 27 が処理位置に配置されている状態では、第 1 の有機溶剤ノズル 27 の下端と基板 W の上面との間の間隔 W2 は、たとえば 20 mm である。

【0080】

液滴吐出工程 T2 の開始タイミングになると、制御ユニット 3 は、基板 W の回転を有機溶剤処理速度（たとえば約 300 rpm）に維持し、かつ第 2 の有機溶剤バルブ 48、不活性ガスバルブ 51 および温調液バルブ 68 を開状態に維持しながら、第 1 の有機溶剤バルブ 32 および気体バルブ 34 を開く。これにより、二流体ノズルである第 1 の有機溶剤

10

20

30

40

50

ノズル 27 に有機溶剤および気体（窒素ガス）が同時に供給され、供給された有機溶剤および気体は、第 1 の有機溶剤ノズル 27 の外部の吐出口（有機溶剤吐出口 41（図 5 参照））近傍で混合される。これにより、有機溶剤の微小な液滴の噴流が形成され、第 1 の有機溶剤ノズル 27 から下方に向けて有機溶剤の液滴の噴流が吐出され（二流体 IPA 吐出）、基板 W の上面周縁部に円形の供給領域 DA が形成される。このときの第 1 の有機溶剤ノズル 27 からの有機溶剤の吐出流量は、たとえば約 0.1（リットル/分）に設定されている。

【0081】

また、液滴吐出工程 T2 では、制御ユニット 3 は、第 1 のノズル移動ユニット 29 を制御して、第 1 の有機溶剤ノズル 27 を、第 1 の周縁位置（図 5 に二点鎖線で図示）と第 2 の周縁位置（図 5 に一点鎖線で図示）との間を、軌跡 X1（図 5 と同等の軌道）に沿って水平に往復移動させる。具体的には、制御ユニット 3 は、第 1 の有機溶剤ノズル 27 を第 2 の周縁位置（図 5 に一点鎖線で図示）に配置した後、第 1 の有機溶剤ノズル 27 からの吐出を開始すると共に、第 1 の有機溶剤ノズル 27 の移動を開始する。このときにおける有機溶剤ノズル 27 の移動速度（すなわち、供給領域 DA のスキャン速度）は、たとえば、約 7 mm/秒に設定されている。これにより、供給領域 DA が基板 W の上面周縁部の全域を広範囲に走査する。そのため、第 1 の有機溶剤ノズル 27 から噴射された有機溶剤の液滴を基板 W の上面周縁部の広範囲に供給できる。基板 W の上面に供給された有機溶剤は、基板 W の周縁部から基板 W 外に排出される。

【0082】

基板 W の上面における有機溶剤の液滴の供給領域 DA には、有機溶剤の液滴の衝突によって、物理力が与えられる。そのため、基板の上面周縁部における、有機溶剤への置換性を向上させることができる。

一般的に、基板 W の上面の周縁部は、有機溶剤への置換性が低いとされている。しかしながら、基板 W の上面の周縁部に、有機溶剤の液滴の供給領域 DA を設定することにより、基板 W の上面の周縁部における、有機溶剤への置換性を改善できる。基板 W の上面中央部に有機溶剤を供給する第 2 の有機溶剤ノズル 44 とは別に基板 W の上面周縁部に有機溶剤を供給する第 1 の有機溶剤ノズル 27 を設け、この第 1 の有機溶剤ノズル 27 を第 2 の有機溶剤ノズル 44 に対して移動可能に設けることにより、第 1 の有機溶剤ノズル 27 からの有機溶剤の供給位置を走査可能に設けている。とくに、供給領域 DA を基板上面中央部には走査させずに、基板 W の上面周縁部に集中して走査させることにより、有機溶剤の液滴を基板 W の上面中央部に選択的に供給でき、これにより、これにより、基板 W の上面の周縁部における、有機溶剤への置換性を改善できる。

【0083】

また、基板 W の上面への有機溶剤の供給に並行して、基板 W の上方に不活性ガスを供給するので、基板 W の上面上の有機溶剤の液膜 120 の上面に沿って流れる不活性ガスの気流が形成される。この不活性ガスの気流により、基板 W の上面上の空間 SP の湿度を低く保つことができる。これにより、基板 W に供給された有機溶剤が、空間 SP の雰囲気中の水分に溶け込むことを抑制または防止できる結果、基板 W の上面上に供給された有機溶剤の液量の減少を抑制または防止でき、これにより、基板 W の上面における有機溶剤への置換性をより一層向上させることができる。

【0084】

また、液滴吐出工程 T2 において、第 1 の有機溶剤ノズル 27 からの有機溶剤の液滴の噴射に並行して、第 2 の有機溶剤ノズル 44 からの有機溶剤の連続流が基板 W の上面に吐出される。第 2 の有機溶剤ノズル 44 からの有機溶剤の吐出流量は、たとえば約 0.3（リットル/分）に維持されている。これにより、液滴吐出工程 T2 において、基板 W の上面に、当該上面の全域を覆う有機溶剤の液膜 120 を保持し続けることができる。したがって、液滴吐出工程 T2 において基板 W の上面が液膜 120 から露出することを防止できるから、有機溶剤の液滴が乾燥状態の基板 W の上面に直接衝突することを、より一層回避できる。

【 0 0 8 5 】

また、基板Wの上面への有機溶剤の液滴の供給に先立って、基板Wの上面に有機溶剤の連続流（カバーIPA吐出）を供給し、当該連続流の供給により基板Wの上面に、上面全域を覆う有機溶剤の液膜120を形成する。そのため、液滴吐出工程T2において基板Wの上面周縁部に向けて吐出された有機溶剤の液滴は、有機溶剤の液滴の吐出開始時に、供給領域DAを覆う有機溶剤の液膜120に衝突する。すなわち、有機溶剤の液滴の吐出開始時において、有機溶剤の液滴が乾燥状態の基板Wの上面に直接衝突することを回避できる。

【 0 0 8 6 】

また、液滴吐出工程T2においても、基板Wの下面への温調液の吐出は続行されている。そのため、基板W上の有機溶剤の液膜120を温めながら液滴吐出工程T2を実行できる。これにより、有機溶剤への置換性能を向上させることができる。

液滴吐出工程T2の開始から、予め定める期間（たとえば約61秒間）が経過すると、液滴吐出工程T2が終了する。具体的には、制御ユニット3は、基板Wの回転を有機溶剤処理速度（たとえば約300rpm）に維持しかつ第2の有機溶剤バルブ48、不活性ガスバルブ51および温調液バルブ68を開状態に維持しながら、第1の有機溶剤バルブ32および気体バルブ34を開く。また、制御ユニット3は、液滴吐出工程T2の開始に先立って、第1のノズル移動ユニット29を制御して第1の有機溶剤ノズル27を、処理位置（基板Wの上面周縁部の上方）から、スピンドライ工程の側方のホーム位置に移動させる。次いで、第2の液膜形成工程T3（図15D参照）が開始される。

【 0 0 8 7 】

第2の液膜形成工程T3（図15D参照）は、基板Wの上面中央部に有機溶剤の連続流を供給することにより、液滴吐出工程T2に引き続き、基板Wの上面の全域を覆う有機溶剤の液膜120を当該上面に形成する工程である。

第2の液膜形成工程T3では、第1の液膜形成工程T1の場合と同様、静止状態に配置された共通ノズルCNの第2の有機溶剤ノズル44からのみ有機溶剤の連続流が吐出され（カバーIPA吐出）、第1の有機溶剤ノズル27から有機溶剤は吐出されない。第2の有機溶剤ノズル44から吐出された有機溶剤の連続流は、基板Wの上面中央部に着液し、基板Wの上面外周に向けて広がる。

【 0 0 8 8 】

第2の液膜形成工程T3では、第2の有機溶剤ノズル44からの有機溶剤の吐出流量は、たとえば約0.3（リットル/分）に設定されている。また、基板Wの回転速度は有機溶剤処理速度（たとえば約300rpm）に保たれている。

また、第2の液膜形成工程T3（図15D参照）においても、基板Wの下面への温調液の吐出は続行されている。そのため、基板W上の有機溶剤の液膜を温めながら第2の液膜形成工程T3を実行できる。これにより、有機溶剤への置換性能を向上させることができる。

【 0 0 8 9 】

第1の有機溶剤ノズル27からの有機溶剤の液滴の吐出停止から予め定める期間（たとえば10.0秒間）が経過すると、制御ユニット3は、第1の有機溶剤バルブ32を閉じることにより、基板Wの上面への有機溶剤の吐出を停止する。それにより、第2の液膜形成工程T3が終了する。このとき、温調液バルブ68および不活性ガスバルブ51は開かれた状態のままである。次いで、スピンドライ工程（S5）が開始される。

【 0 0 9 0 】

この実施形態では、スピンドライ工程（S5）は、第1のスピンドライ工程T4（図15E参照）と、第2のスピンドライ工程T5（図15F参照）とを含む。図2、図12、図13および図14を参照しながら、置換工程（S4）について説明する。図15E、15Fについては適宜参照する。

第1のスピンドライ工程T4は、第2のスピンドライ工程T5の開始に先立って、基板Wの回転速度を、予め定める第1の乾燥速度（たとえば約1000rpm）まで上昇させ

10

20

30

40

50

る工程である。制御ユニット3は、スピンドルモータ17を制御して、図15Eに示すように、基板Wの回転速度を、有機溶剤処理速度(約300rpm)から第1の乾燥速度まで上昇させる。基板Wの回転速度が第1の乾燥速度に達すると、その第1の乾燥速度に維持される。

【0091】

スピンドライ工程(S5)では、置換工程(S4)に引き続いて、不活性ガスノズル52(共通ノズルCN)からの3つの気体吐出口(上側気体吐出口55(図4参照)、下側気体吐出口56(図4参照)および中心気体吐出口57(図4参照))から不活性ガスが吐出されている。このときにおける、上側気体吐出口55、下側気体吐出口56および中心気体吐出口57からの不活性ガスの吐出流量は、たとえば、置換工程(S4)の場合と同等である。

10

【0092】

また、第1のスピンドライ工程T4では、置換工程(S4)に引き続いて、基板Wの下面への温調液の吐出が実行されている。第1のスピンドライ工程T4では、基板Wの回転が加速する過程で有機溶剤の液体が基板Wの上面から周囲に飛散し始める。

基板Wの回転速度が第1の乾燥速度に達した後、所定のタイミングになると、制御ユニット3は、温調液バルブ78を閉じて、基板Wの下面への温調液の吐出を停止する。これにより、第1のスピンドライ工程T4は終了し、引き続いて第2のスピンドライ工程T5が開始される。その後、制御ユニット3は、スピンドルモータ17を制御して、基板Wの回転を予め定める第1の乾燥速度(たとえば約1000rpm)のまま維持する。

20

【0093】

基板Wの下面への温調液の吐出停止(第2のスピンドライ工程T5の開始)から所定の期間(たとえば10秒間)が経過すると、制御ユニット3は、スピンドルモータ17を制御して、図15Fに示すように、基板Wの回転速度を予め定める第2の乾燥速度(たとえば約2500rpm)まで上昇させる。これにより、基板W上の有機溶剤がより一層振り切れ、基板Wが乾燥していく。

【0094】

基板Wの回転速度が予め定める第2の乾燥速度に加速されてから予め定める期間(たとえば10秒間)が経過すると、制御ユニット3は、スピンドルモータ17を制御してスピンドルチャック5の回転を停止させる。また、制御ユニット3は、スピンドルチャック5による基板Wの回転を停止させた後、不活性ガスバルブ51を閉じて、3つの気体吐出口55, 56, 57からの気体の吐出を停止させ、かつ第2のノズル移動ユニット46を制御して、共通ノズルCNをホーム位置に退避させる。その後、基板Wが処理チャンバ4から搬出される。

30

【0095】

以上によりこの実施形態によれば、置換工程(S4)において、第1の有機溶剤ノズル27からの基板Wの上面中央部への有機溶剤の吐出と、第2の有機溶剤ノズル44からの基板Wの上面周縁部への有機溶剤の吐出と、基板Wの上方への不活性ガスの供給とを互いに並行して行う。

基板Wの上面中央部への有機溶剤の吐出に並行して、基板Wの上面周縁部への有機溶剤の吐出を行うので、基板Wの上面中央部だけでなく基板Wの上面周縁部にも、十分な量の有機溶剤を行き渡らせることができる。

40

【0096】

また、基板Wの上面への有機溶剤の供給に並行して、基板Wの上方に不活性ガスを供給することにより、基板Wの上面上の有機溶剤の液膜120の上面に沿って流れる不活性ガスの気流が形成される。この不活性ガスの気流により、基板Wの上面上の空間SPの湿度を低く保つことができる。基板Wの上面上の空間SPの湿度が高い状態で基板Wの上面に有機溶剤を供給すると仮定すると、基板Wの上面に供給された有機溶剤が空間SPの雰囲気に含まれる水分に溶解込むことにより、基板Wの上面上に存在する有機溶剤の量が減少し、その結果、有機溶剤への置換性能が低下するおそれがある。

50

【 0 0 9 7 】

これに対し、本実施形態では、置換工程（S4）における空間SPの湿度を低く保つことにより、基板Wに供給された有機溶剤が、空間SPの雰囲気中の水分に溶け込むことを抑制または防止できる。そのため、基板Wの上面に供給された有機溶剤の液量の減少を効果的に抑制または防止できる。

したがって、基板Wの上面周縁部に十分な液量の有機溶剤を供給できると共に、基板Wの上面周縁部に供給された有機溶剤の減少を効果的に抑制または防止できるから、基板Wの上面周縁部における有機溶剤への置換性能の向上を図ることができる。ゆえに、基板Wの上面周縁部におけるパターンの倒壊をより効果的に抑制できる。

【 0 0 9 8 】

この実施形態では、不活性ガスノズル52（共通ノズルCN）を基板Wの上面中央部の上方に配置しており、吐出口55、56、57から基板Wの周縁までの距離が大きい。そのため、不活性ガスノズル52（共通ノズルCN）からの不活性ガスが、基板Wの上面周縁部まで十分に行き渡らず、その結果、基板Wの上面周縁部の上方を低湿度に維持できないおそれがある。この場合、有機溶剤への置換効率が不足するおそれがある。

【 0 0 9 9 】

しかしながら、この実施形態では、基板Wの上面周縁部に供給される有機溶剤は、有機溶剤の液滴である。そのため、基板Wの上面周縁部における有機溶剤の液滴の供給領域DAには、有機溶剤の液滴の衝突によって物理力が与えられる。これにより、基板Wの上面周縁部における有機溶剤への置換性能の向上を、より一層図ることができる。

また、基板Wの上面への有機溶剤の供給に並行して、基板Wの上方に不活性ガスを供給することにより、置換工程（S4）の終了後、すなわち、スピンドライ工程（S5）の開始前に、基板Wの上面を乾燥した状態とすることができる。これにより、スピンドライ工程（S5）の終了後に、基板Wをより確実に乾燥状態とすることができる。

【 0 1 0 0 】

また、液滴吐出工程T2において基板Wの上面における有機溶剤の液滴の供給領域DAを上面周縁部で移動させる。そのため、第2の有機溶剤ノズル44から噴射された有機溶剤の液滴を基板Wの上面周縁部に広範囲に供給できる。これにより、基板Wの上面周縁部の広範囲において、有機溶剤への置換性能を向上させることができる。

また、第1の有機溶剤ノズル27を、不活性ガスノズル52と同様に、基板Wの上面に近接配置すると、第1の有機溶剤ノズル27のボディが不活性ガスの放射状気流と干渉し、当該気流を阻害するおそれがある。この場合、基板Wの上面周縁部の上方の雰囲気湿度を低湿に保つことができず、その結果、基板Wの上面周縁部において、有機溶剤への置換効率が低下するおそれがある。

【 0 1 0 1 】

この実施形態では、不活性ガスの放射状気流の上方に、第2の有機溶剤ノズル44を配置する。そのため、第2の有機溶剤ノズル44が、不活性ガスの放射状気流を阻害することを抑制または防止できる。この結果、基板Wの周縁部の上方を不活性ガスによって確実に覆うことができ、これにより、基板Wの周縁部の上方の雰囲気湿度をより一層低湿度に保つことができる。

【 0 1 0 2 】

また、基板Wの上面に有機溶剤を供給する第2の液膜形成工程T3の終了に連続して、基板Wの上方に不活性ガスを供給しながら、基板Wを振り切り回転させるスピンドライ工程（S5）が実行される。そのため、仮に、カバー用の有機溶剤を吐出する第2の有機溶剤ノズル44を、不活性ガスノズル52と別個に設ける場合には、第2の液膜形成工程T3の終了後スピンドライ工程（S5）の開始に先立って、基板Wの上方に配置されるノズルを、第2の有機溶剤ノズル44から不活性ガスノズル52に入れ替える作業が必要であり、その入替作業のために時間を要する。この場合、全体の処理時間が長くなり、スループットが悪化するおそれがある。また、ノズル入替作業を行う場合には、その時間口スに

10

20

30

40

50

より、基板Wが温度低下するおそれもある。

【0103】

これに対し、この実施形態では、第2の有機溶剤ノズル44と不活性ガスノズル52とを一体に設けるので、第2の液膜形成工程T3の終了後スピンドライ工程(S5)の開始に先立って、ノズルを入れ替える必要がない。そのため、ノズル入替作業が不要になり、全体の処理時間を短縮できる。これにより、スループットの向上を図ることができると共に、ノズル入替作業に伴う、スピンドライ工程(S5)の開始前における基板Wの温度低下を抑制できる。

【0104】

図16は、この発明の他の実施形態に係る処理ユニット202の構成例を説明するための図解的な断面図である。図17Aは、処理ユニット202に含まれる液滴ノズル209(第1の低表面張力液体ノズル)の構成を図解的に示す断面図である。図17Bは、液滴ノズル209の模式的な平面図である。図17Bにおいて、液滴ノズル209は、その下面209aだけが示されている。図16~17Bにおいて、前述の実施形態に示された各部に対応する部分には、前述の図1~図15Fの場合と同一の参照符号を付して示し、説明を省略する。

10

【0105】

図16~17Bに係る処理ユニット202が、前述の図1~図15Fに係る処理ユニット2と相違する点は、第1の有機溶剤供給ユニット8に代えて、第3の有機溶剤供給ユニット208を備えた点にある。

20

第3の有機溶剤供給ユニット208は、インクジェット方式によって多数の液滴を噴射するインクジェットノズルから構成されている。液滴ノズル209には、液滴ノズル209に有機溶剤を供給する第3の有機溶剤供給機構(第1の低表面張力液体供給機構)209Cが接続されている。第3の有機溶剤供給機構209Cは、液滴ノズル209に接続された有機溶剤配管210と、有機溶剤配管210に接続された有機溶剤供給源211に接続されている。有機溶剤配管210には、第3の有機溶剤バルブ212が介装されている。さらに、液滴ノズル209は、排出バルブ215が介装された排液配管214に接続されている。有機溶剤供給源211は、たとえば、ポンプを含む。有機溶剤供給源211は、常時、所定圧力(たとえば、10MPa以下)で有機溶剤を液滴ノズル209に供給している。制御ユニット3は、有機溶剤供給源211を制御することにより、液滴ノズル209に供給される有機溶剤の圧力を任意の圧力に変更することができる。

30

【0106】

また、図16に示すように、液滴ノズル209は、液滴ノズル209の内部に配置された圧電素子(piezo element)216を含む。圧電素子216は、配線217を介して電圧印加ユニット218に接続されている。電圧印加ユニット218は、たとえば、インバータを含む。電圧印加ユニット218は、交流電圧を圧電素子216に印加する。交流電圧が圧電素子216に印加されると、印加された交流電圧の周波数に対応する周波数で圧電素子216が振動する。制御ユニット3は、電圧印加ユニット218を制御することにより、圧電素子216に印加される交流電圧の周波数を任意の周波数(たとえば、数百kHz~数MHz)に変更することができる。したがって、圧電素子216の振動の周波数は、制御ユニット3によって制御される。

40

【0107】

処理ユニット202は、液滴ノズル209を先端に保持する第3のノズルアーム219を含む。第3のノズル移動ユニット220は、たとえば、モータやボールねじ機構を含む。第3のノズル移動ユニット220は、スピンチャック5の周囲に設けられた鉛直なdai3の揺動軸線A4まわりに第3のノズルアーム219を揺動させると共に、第3のノズルアーム219を鉛直方向に昇降させる。これにより、液滴ノズル209は、水平方向に移動すると共に、鉛直方向に移動する。

【0108】

第3のノズル移動ユニット220は、スピンチャック5の上方を含む水平面内で液滴ノ

50

ズル209を水平に移動させる。スピチャック5に保持された基板Wの上面に沿って延び、基板Wの上面の中央部（たとえば回転軸線A1上）を通る円弧状の軌跡（軌跡X1（図5参照）と同等の軌跡）に沿って液滴ノズル209を水平に移動させる。液滴ノズル209がスピチャック5に保持された基板Wの上方に位置する状態で、第3のノズル移動ユニット220が液滴ノズル209を降下させると、液滴ノズル209が基板Wの上面に近接する。有機溶剤の液滴を基板Wに衝突させるときは、液滴ノズル209が基板Wの上面に近接している状態で、制御ユニット3が、第3のノズル移動ユニット220を制御することにより、前記の軌跡に沿って液滴ノズル209を水平に移動させる。

【0109】

図17Aに示すように、液滴ノズル209は、有機溶剤の液滴を噴射する本体221と、本体221を覆うカバー222と、カバー222によって覆われた圧電素子216と、本体221とカバー222との間に介在するシール223とを含む。本体221およびカバー222は、いずれも耐薬性を有する材料によって形成されている。本体221は、たとえば、石英によって形成されている。カバー222は、たとえば、フッ素系の樹脂によって形成されている。シール223は、たとえば、EPDM（エチレン-プロピレン-ジエンゴム）などの弾性材料によって形成されている。本体221は、耐圧性を有している。本体221の一部と圧電素子216とは、カバー222の内部に収容されている。配線217の端部は、たとえば半田（solder）によって、カバー222の内部で圧電素子216に接続されている。カバー222の内部は、シール223によって密閉されている。

【0110】

図17Aに示すように、本体221は、有機溶剤が供給される供給口224と、供給口224に供給された有機溶剤を排出する排出口225と、供給口224と排出口225とを接続する有機溶剤流路226と、有機溶剤流路226に接続された複数の噴射口227とを含む。有機溶剤流路226は、本体221の内部に設けられている。供給口224、排出口225、および噴射口227は、本体221の表面で開口している。供給口224および排出口225は、噴射口227よりも上方に位置している。本体221の下面209aは、たとえば、水平な平坦面であり、噴射口227は、本体221の下面209aで開口している。噴射口227は、たとえば数 μm ～数十 μm の直径を有する微細孔である。有機溶剤配管210および排液配管214は、それぞれ、供給口224および排出口225に接続されている。

【0111】

図17Bに示すように、複数の噴射口227は、複数（図17Bでは、たとえば4つ）の列Lを構成している。各列Lは、等間隔で配列された多数（たとえば10個以上）の噴射口227によって構成されている。各列Lは、水平な長手方向D2に沿って直線状に延びている。各列Lは、直線状に限らず、曲線状であってもよい。4つの列Lは、互いに平行である。4つの列Lのうちの2つの列Lは、長手方向D2に直交する水平な方向に隣接している。同様に、残り2つの列Lも、長手方向D2に直交する水平な方向に隣接している。隣接する2つの列Lは、対をなしている。対の2つの列Lにおいて、一方の列Lを構成する複数の噴射口227（図17Bの噴射口227a）と、他方の列Lを構成する複数の噴射口227（図17Bの噴射口227b）とは、長手方向D2にずれている。液滴ノズル209は、鉛直方向から見たときに、たとえば、4つの列Lが軌跡（軌跡X1（図5と同等の軌道）と同等の軌道）に交差するように第3のノズルアーム219（図16参照）に保持されている。

【0112】

有機溶剤供給源211（図17A参照）は、常時、高圧で有機溶剤を液滴ノズル209に供給している。有機溶剤配管210を介して有機溶剤供給源211から供給口224に供給された有機溶剤は、有機溶剤流路226に供給される。排出バルブ215が閉じられている状態では、有機溶剤流路226での有機溶剤の圧力（液圧）が高い。そのため、排出バルブ215が閉じられている状態では、液圧によって各噴射口227から有機溶剤が噴射される。さらに、排出バルブ215が閉じられている状態で、交流電圧が圧電素

10

20

30

40

50

子 2 1 6 に印加されると、有機溶剤流通路 2 2 6 を流れる有機溶剤に圧電素子 2 1 6 の振動が付与され、各噴射口 2 2 7 から噴射される有機溶剤が、この振動によって分断される。そのため、排出バルブ 2 1 5 が閉じられている状態で、交流電圧が圧電素子 2 1 6 に印加されると、有機溶剤の液滴が各噴射口 2 2 7 から噴射される。これにより、粒径が均一な多数の有機溶剤の液滴が均一な速度で同時に噴射される。

【 0 1 1 3 】

一方、排出バルブ 2 1 5 が開かれている状態では、有機溶剤流通路 2 2 6 に供給された有機溶剤が、排出口 2 2 5 から排液配管 2 1 4 に排出される。すなわち、排出バルブ 2 1 5 が開かれている状態では、有機溶剤流通路 2 2 6 での液圧が十分に上昇していないため、有機溶剤流通路 2 2 6 に供給された有機溶剤は、微細孔である噴射口 2 2 7 から噴射されずに、排出口 2 2 5 から排液配管 2 1 4 に排出される。したがって、噴射口 2 2 7 からの有機溶剤の吐出は、排出バルブ 2 1 5 の開閉により制御される。制御ユニット 3 は、液滴ノズル 2 0 9 を基板 W の処理に使用しない間（液滴ノズル 2 0 9 の待機中）は、排出バルブ 2 1 5 を開いている。そのため、液滴ノズル 2 0 9 の待機中であっても、液滴ノズル 2 0 9 の内部で有機溶剤が流通している状態が維持される。

10

【 0 1 1 4 】

第 3 のノズル移動ユニット 2 2 0 の動作は、制御ユニット 3 によって制御される。また、制御ユニット 3 は、第 3 の有機溶剤バルブ 2 1 2 および排出バルブ 2 1 5 の開閉等を制御する。

図 1 6 ~ 図 1 7 B の実施形態では、図 1 3 および図 1 4 に示す基板処理と同等の処理が実行される。但し、置換工程 (S 4) の液滴吐出工程 T 2 について、次に述べる処理が行われる。

20

【 0 1 1 5 】

制御ユニット 3 は、液滴吐出工程 T 2 の開始に先立って、第 3 のノズル移動ユニット 2 2 0 を制御して液滴ノズル 2 0 9 を、スピンチャック 5 の側方に設定されたホーム位置から処理位置（基板 W の上面周縁部の上方）に移動させる。液滴ノズル 2 0 9 が処理位置に配置されている状態では、液滴ノズル 2 0 9 の下端と基板 W の上面との間の間隔 W 3 (> W 1 。図 1 7 A 参照) は、たとえば 2 0 mm である。液滴ノズル 2 0 9 の配置位置は、基板 W の上方に形成される不活性ガスの放射状気流よりも上方である。

【 0 1 1 6 】

液滴吐出工程 T 2 の開始タイミングになると、制御ユニット 3 は、基板 W の回転を有機溶剤処理速度（たとえば約 3 0 0 r p m ）に維持しかつ第 2 の有機溶剤バルブ 4 8 および温調液バルブ 6 8 を開状態に維持しながら、排出バルブ 2 1 5 を閉じて有機溶剤流通路 2 2 6 の圧力を上昇させるとともに、圧電素子 2 1 6 を駆動することにより、有機溶剤流通路 2 2 6 内の有機溶剤に振動を加える。これにより、液滴ノズル 2 0 9 の各噴射口 2 2 7 から、粒径が均一な多数の有機溶剤の液滴が均一な速度で同時に噴射される。

30

【 0 1 1 7 】

そして、図 1 7 B に示すように、液滴ノズル 2 0 9 から噴射された多数の液滴は、基板 W の上面内の 2 つの供給領域 D B に吹き付けられる。すなわち、一方の供給領域 D B は、一方の対の 2 つの列 L の直下の領域であり、この 2 つの列 L を構成する噴射口 2 2 7 から噴射された有機溶剤の液滴は、一方の供給領域 D B に吹き付けられる。同様に、他方の供給領域 D B は、他方の対の 2 つの列 L の直下の領域であり、この 2 つの列 L を構成する噴射口 2 2 7 から噴射された有機溶剤の液滴は、他方の供給領域 D B に吹き付けられる。図 1 7 B に示すように、各供給領域 D B は、長手方向 D 2 に延びる平面視長形状であり、2 つの供給領域 D B は、平行である。

40

【 0 1 1 8 】

また、液滴吐出工程 T 2 では、制御ユニット 3 は、第 3 のノズル移動ユニット 2 2 0 を制御して、液滴ノズル 2 0 9 を、第 1 の周縁位置（図 5 に二点鎖線で図示する位置と同等の位置）と第 2 の周縁位置（図 5 に一点鎖線で図示する位置と同等の位置）との間を、軌跡 X 1 （図 5 と同等の軌道）に沿って水平に往復移動させる。これにより、供給領域 D B

50

が基板Wの上面周縁部の全域を広範囲に走査する。そのため、液滴ノズル209から噴射された有機溶剤の液滴を基板Wの上面周縁部に広範囲に供給できる。

【0119】

液滴吐出工程T2の開始から、予め定める期間が経過すると、液滴吐出工程T2が終了する。

図16～図17Bの実施形態によれば、前述の図1～図15Fの実施形態に記載の作用効果と同等の作用効果を奏する。

加えて、液滴吐出工程(S6)において基板Wの上面に向けて気体を吹き付けないので、有機溶剤の液滴を基板Wの上面に供給する際に、基板Wの上面に沿って流れる不活性ガスの気流を阻害することを抑制または防止できる。この結果、基板Wの周縁部の上方を不活性ガスによって確実に覆うことができ、これにより、基板Wの周縁部の上方の雰囲気をより一層低湿度に保つことができる。

【0120】

以上、この発明の2つの実施形態について説明したが、この発明は他の形態で実施できる。

たとえば、第1の実施形態において、第1の有機溶剤ノズル27として、ノズルボディ外(外筒36(図3参照))で気体と液体とを衝突させてそれらを混合して液滴を生成する外部混合型の二流体ノズルを例に挙げて説明したが、ノズルボディ内で気体と液体とを混合して液滴を生成する内部混合型の二流体ノズルを、第1の有機溶剤ノズル27として採用することもできる。

【0121】

また、前述の各実施形態では、液滴吐出工程T4において、共通ノズルCNが第1の有機溶剤ノズル27(液滴ノズル209)よりも基板の上面に近接するように配置されているとして説明したが、共通ノズルCNの下面と第1の有機溶剤ノズル27(液滴ノズル209)の下面とが互いに同程度の位置に配置されていてもよい。

また、各実施形態の液滴吐出工程T2において、供給領域DA(図15C参照)や供給領域DB(図17B参照)を、スキャンさせずに、基板Wの上面周縁部上で静止させてもよい。この場合、第1の有機溶剤ノズル27(液滴ノズル209)および第2の有機溶剤ノズル44は、供給位置を走査させない固定ノズルの態様を採用していてもよい。

【0122】

また、置換工程(S4)は、第1の液膜形成工程T1、液滴吐出工程T2および第2の液膜形成工程T3の三工程を含むとして説明したが、少なくとも液滴吐出工程T2を含んでいれば他の二工程を省略することもできる。

また、不活性ガスノズル52が3つの気体吐出口55, 56, 57を有しているとして説明したが、3つの気体吐出口55, 56, 57の全てを有していなくても、少なくとも1つの気体吐出口を有していればよい。

【0123】

また、下面ノズル70が、ノズル部73を1つのみ備えているとして説明したが、2つまたはそれ以上のノズル部73を備えていてもよい。また、下面ノズル70がノズル部73を備えたバーノズルであるとして説明したが、下面ノズルが、ノズル部73を備えない構成(たとえば、中心軸ノズル)であってもよい。また、下面ノズル70を廃止してもよい。すなわち、基板Wへの温調流体の供給を省略してもよい。

【0124】

また、前述の各実施形態において、置換工程(S4)において基板Wの周縁部に、有機溶剤の液滴ではなく有機溶剤の連続流を供給するようにしてもよい。この場合、二流体ノズルからなる第1の有機溶剤ノズル27の構成、および液滴ノズル209の構成を廃止することも可能であり、その結果、コストダウンを図ることができる。

また、前述の各実施形態において、カバー用の有機溶剤を吐出する第2の有機溶剤ノズル44を、不活性ガスノズル52と別個に(不活性ガスノズル52に対して移動可能に)設けるようにしてもよい。

【 0 1 2 5 】

また、本発明に用いられる有機溶剤（リンス液よりも表面張力が低くかつリンス液よりも沸点が低い有機溶剤）はIPAに限られない。有機溶剤は、IPA、メタノール、エタノール、HFE（ハイドロフロロエーテル）、アセトンおよびTrans-1,2ジクロロエチレンのうち少なくとも1つを含む。また、有機溶剤としては、単体成分のみからなる場合だけでなく、他の成分と混合した液体であってもよい。たとえば、IPAとアセトンの混合液であってもよいし、IPAとメタノールの混合液であってもよい。

【 0 1 2 6 】

また、前述の実施形態では、基板処理装置1が円板状の基板を処理する装置である場合について説明したが、基板処理装置1は、液晶表示装置用ガラス基板などの多角形の基板を処理する装置であってもよい。

10

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【符号の説明】

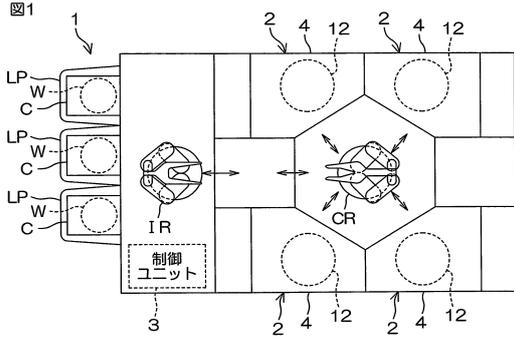
【 0 1 2 7 】

- 1 : 基板処理装置
- 2 : 処理ユニット
- 3 : 制御ユニット
- 5 : スピンチャック（基板保持ユニット）
- 10 : 不活性ガス供給ユニット
- 27 : 第1の有機溶剤ノズル（第1の低表面張力液体ノズル）
- 27A : 第1の有機溶剤供給機構（第1の低表面張力液体供給機構）
- 44 : 第2の有機溶剤ノズル（第2の低表面張力液体ノズル）
- 44C : 第2の有機溶剤供給機構（第2の低表面張力液体供給機構）
- 52 : 不活性ガスノズル
- 202 : 処理ユニット
- 209 : 液滴ノズル（第1の低表面張力液体ノズル）
- 209C : 第3の有機溶剤供給機構（第1の低表面張力液体供給機構）
- DA : 供給領域
- DB : 供給領域
- W : 基板

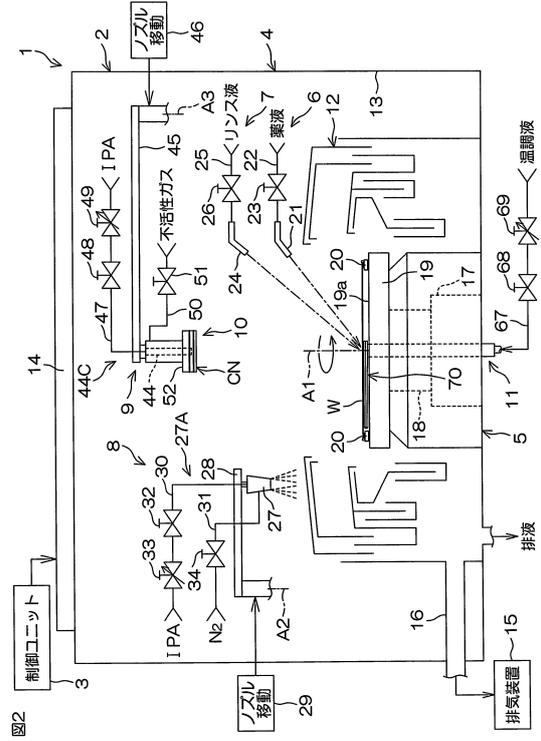
20

30

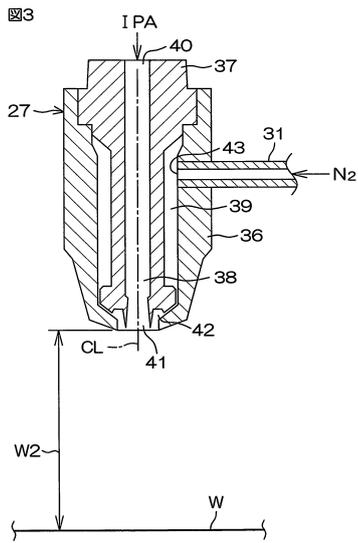
【図1】



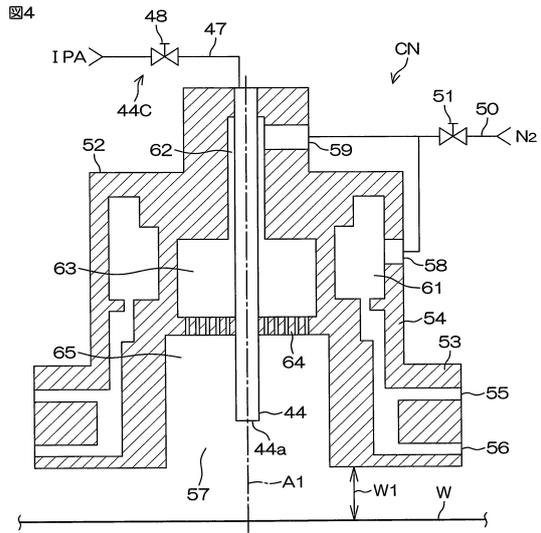
【図2】



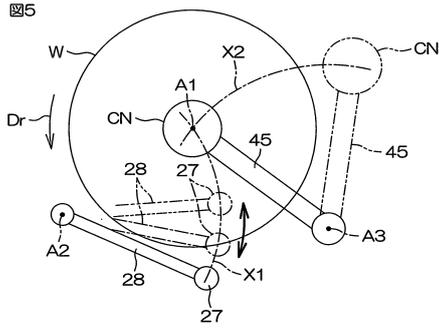
【図3】



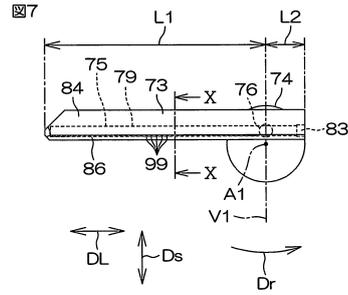
【図4】



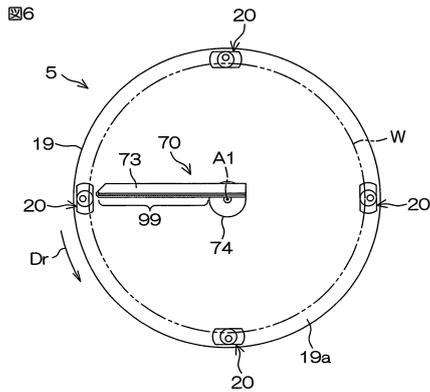
【図5】



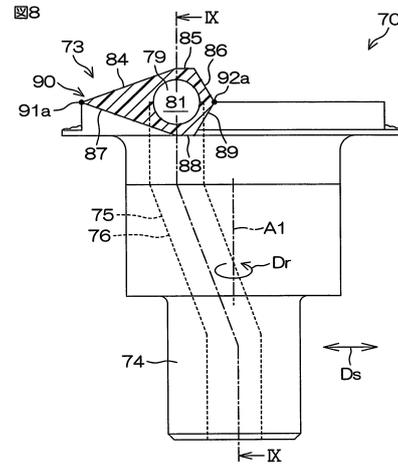
【図7】



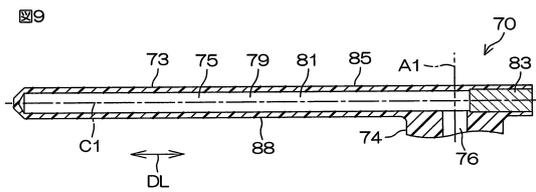
【図6】



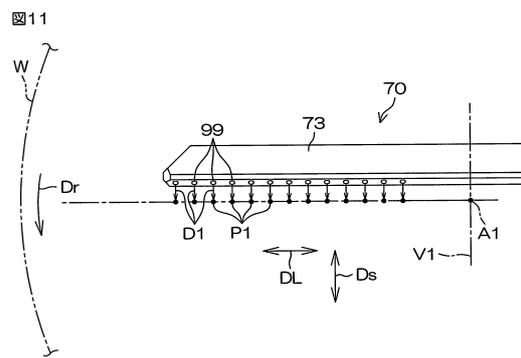
【図8】



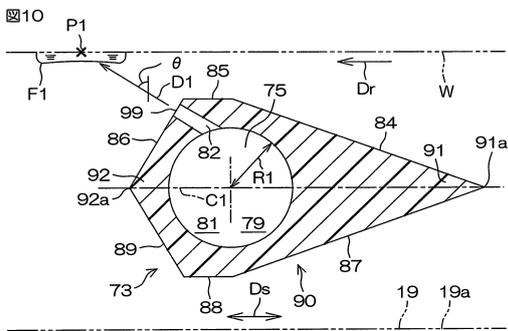
【図9】



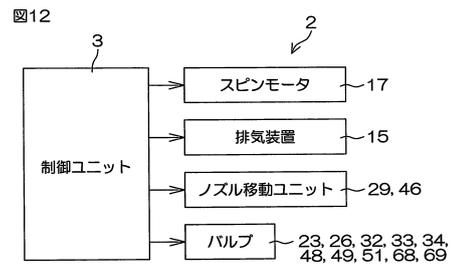
【図11】



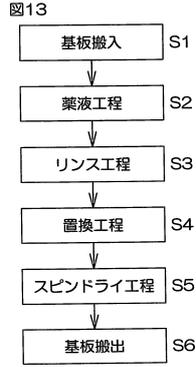
【図10】



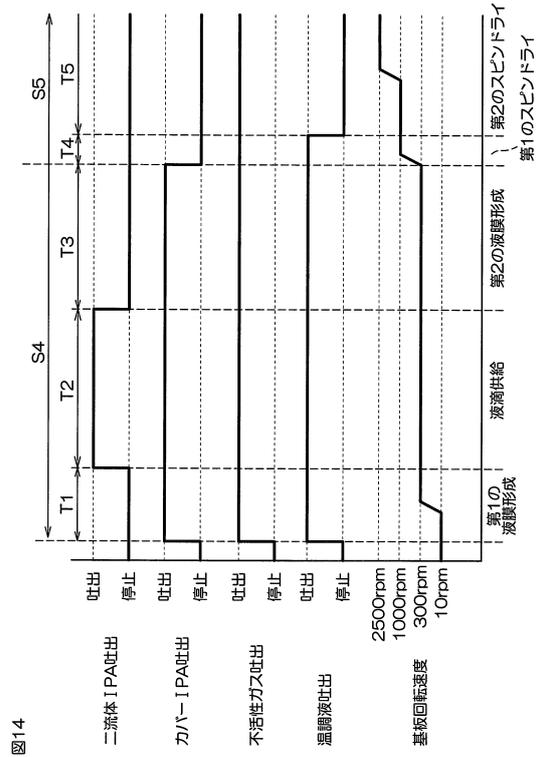
【図12】



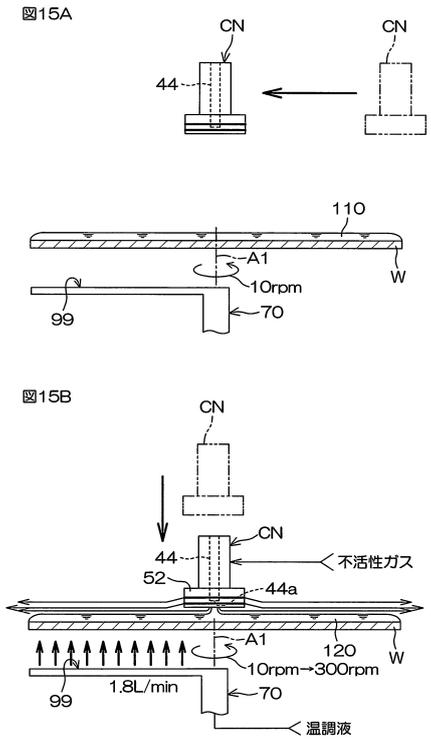
【 図 1 3 】



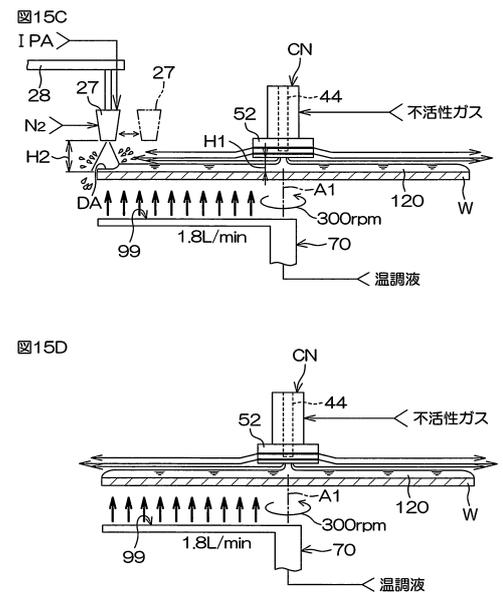
【 図 1 4 】



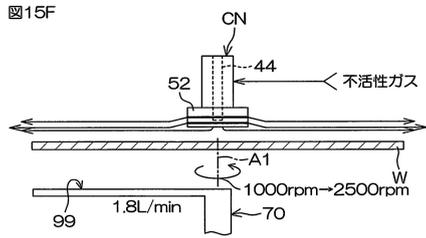
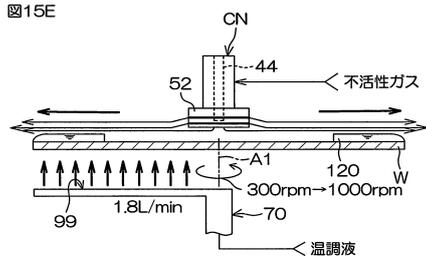
【 図 1 5 A - 1 5 B 】



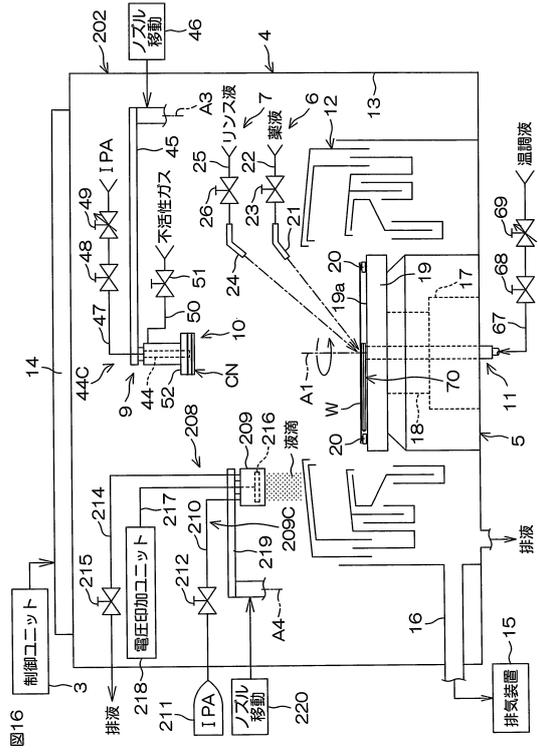
【 図 1 5 C - 1 5 D 】



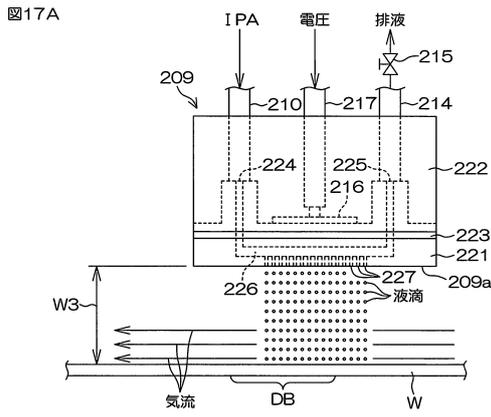
【図15E - 15F】



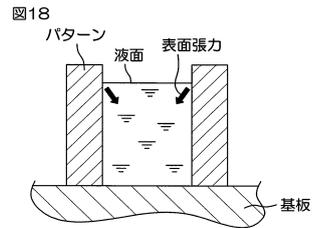
【図16】



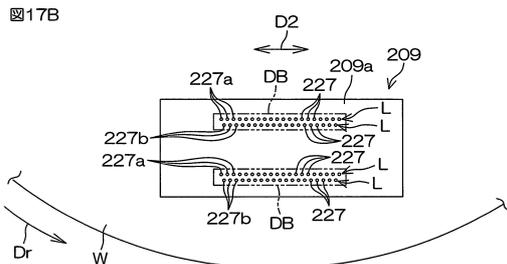
【図17A】



【図18】



【図17B】



フロントページの続き

- (72)発明者 永徳 篤郎
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4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 岩田 智巳
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4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 瀧 昭彦
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4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 加藤 芳健

- (56)参考文献 特開2014-110404(JP,A)
特開2014-199917(JP,A)
特開2005-123218(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304
H01L 21/306