(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年6月27日(27.06.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/135151 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/040526

(22) 国際出願日： 2023年11月10日(10.11.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-206478 2022年12月23日(23.12.2022) JP
特願 2023-122394 2023年7月27日(27.07.2023) JP

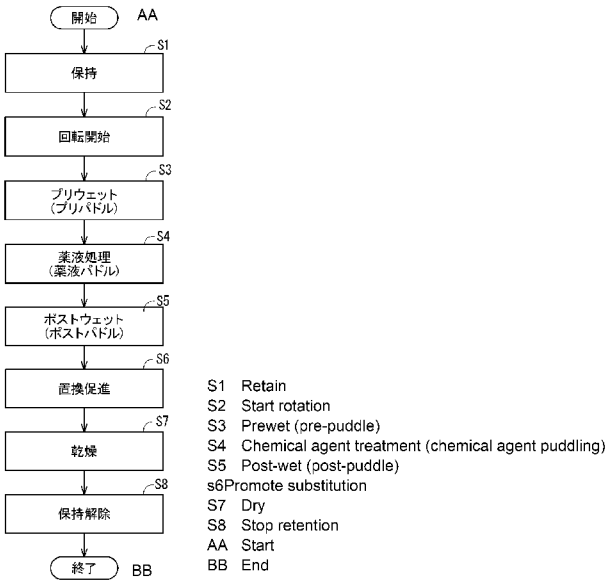
(71) 出願人: 株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス (**SCREEN HOLDINGS CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町１番地の１ Kyoto (JP).

(72) 発明者: 西 村 優 大 (**NISHIMURA Yuta**); 〒6028585 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 Kyoto (JP). 西森 大智 (**NISHIMORI Taichi**); 〒6028585 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 Kyoto (JP). 日野出 大輝 (**HINODE Taiki**); 〒6028585 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

(54) **Title:** SUBSTRATE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称： 基板処理方法

[図6]



(57) **Abstract:** Provided is a technology which enables a chemical agent to start to act more uniformly on a main surface of a substrate. A substrate processing method according to the present invention comprises a step S1 (a retention step), a step S3 (a prewetting step) and a step S4 (a chemical agent treatment step). In the step S1, a substrate which has a plurality of dies on a main surface is retained. In the step S3, a rinsing liquid is fed to the main surface of the substrate, while rotating the substrate at a rotation rate at which the rinsing liquid covers the plurality of dies. In the step S4, a chemical

WO 2024/135151 A1

［続葉有］

の１ 株式会社ＳＣＲＥＥＮセミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP).

(74) 代理人：吉竹 英俊，外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.)；〒5400001 大阪府大阪市中央区城見１丁目４番７０号住友生命ＯＢＰプラザビル１０階 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能)：ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

agent is fed toward the main surface of the substrate from a first nozzle after the step S3, while rotating the substrate at a rotation rate at which the chemical agent covers the plurality of dies.

(57) 要約：基板の主面上でより均一に薬液を作用させ始めることができる技術を提供する。基板処理方法はステップ（Ｓ１）（保持工程）とステップ（Ｓ３）（プリウェット工程）とステップ（Ｓ４）（薬液処理工程）とを備える。ステップ（Ｓ１）において、複数のダイを主面に有する基板を保持する。ステップ（Ｓ３）において、複数のダイをリンス液が覆う回転速度で基板を回転させつつ、基板の主面にリンス液を供給する。ステップ（Ｓ４）において、ステップ（Ｓ３）の後に、複数のダイを薬液が覆う回転速度で基板を回転させつつ、第１ノズルから基板の主面に向かって薬液を供給する。

明　細　書

発明の名称 ： 基板処理方法

技術分野

[0001]　本開示は、基板処理方法に関する。

背景技術

[0002]　従来から、基板に処理液を供給して基板を処理する基板処理装置が提案されている（例えば特許文献１）。特許文献１では、基板処理装置は、スピンチャックと、第１薬液ノズルと、第２薬液ノズルと、リンス液ノズルとを含んでいる。スピンチャックは基板を水平姿勢で保持しつつ、基板の中心を通る鉛直な回転軸のまわりで基板を回転させる。第１薬液ノズルはシャワーノズルである。第１薬液ノズルおよび第２薬液ノズルは、回転中の基板の上面に向かって薬液を並行して吐出する。薬液は基板の上面を広がるので、薬液が基板の上面の全面に作用する。次に、リンス液ノズルが回転中の基板の上面に向かってリンス液を吐出する。これにより、基板の上面の薬液がリンス液によって洗い流される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１８－１９５７３８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　支持基板と、支持基板の主面に張り付けられた複数のダイとを含む基板を処理する場合がある。ダイの厚みはパターンの厚みに比べて大きいので、基板の主面には比較的に深い凹凸が形成される。このため、薬液を基板の主面を向かって吐出すると、凹凸によって液はねが生じたり、基板の主面上の薬液の流れが凹凸によって不均一となったりする。これらの要因により、基板の主面において、薬液が比較的速やかに到達する位置と、薬液が比較的遅くに到達する位置とが顕在化する。つまり、薬液は、基板の主面上の各位置に

おいて互いに異なる開始タイミングで作用し始める。これにより、基板に対する処理の均一性の低下を招いてしまう。

[0005] そこで、本開示は、基板の主面上でより均一に薬液を作用させ始めることができる技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 第１の態様は、基板処理方法であって、複数のダイを主面に有する基板を保持する保持工程と、前記複数のダイをリンス液が覆う回転速度で前記基板を回転させつつ、前記基板の前記主面に前記リンス液を供給するプリウェット工程と、前記プリウェット工程の後に、前記複数のダイを薬液が覆う回転速度で前記基板を回転させつつ、第１ノズルから前記基板の前記主面に向かって前記薬液を供給する薬液処理工程とを備える。

[0007] 第２の態様は、第１の態様にかかる基板処理方法であって、前記保持工程において、前記主面を上方に向けた姿勢で前記基板を保持し、前記プリウェット工程は、前記基板の前記主面上に、前記複数のダイを覆う前記リンス液の液膜を維持するプリパドル工程であり、前記薬液処理工程は、前記基板の前記主面上に、前記複数のダイを覆う前記薬液の液膜を維持する薬液パドル工程である。

[0008] 第３の態様は、第２の態様にかかる基板処理方法であって、前記薬液パドル工程において、複数の吐出口を有する前記第１ノズルを、前記基板の前記主面に沿う方向に往復移動させながら、前記複数の吐出口から前記基板の前記主面に向かって前記薬液を吐出させる。

[0009] 第４の態様は、第２または第３の態様にかかる基板処理方法であって、前記薬液パドル工程において、前記基板の前記主面上の前記リンス液を前記薬液に置換した後にも、前記リンス液から前記薬液への置換に要する置換時間よりも長い実処理時間にわたって、前記第１ノズルから前記薬液を吐出させ続ける。

[0010] 第５の態様は、第２から第４のいずれか一つの態様にかかる基板処理方法であって、前記第１ノズルから前記基板の前記主面に向かって前記薬液を吐

出する薬液処理時間と、前記基板の１回転に要する単位時間の整数倍との差は、前記単位時間の４分の１以下である。

[0011] 第６の態様は、第２から第５のいずれか一つの態様にかかる基板処理方法であって、前記プリパドル工程において、前記第１ノズルから前記基板の前記主面に向かって前記リンス液を吐出させる。

[0012] 第７の態様は、第２から第６のいずれか一つの態様にかかる基板処理方法であって、前記薬液パドル工程の後に、前記複数のダイを前記リンス液が覆う回転速度で前記基板を回転させつつ、前記第１ノズルから前記基板の前記主面に向かって前記リンス液を吐出させるポストパドル工程をさらに備える。

[0013] 第８の態様は、第７の態様にかかる基板処理方法であって、前記薬液パドル工程における前記基板の回転速度と、前記ポストパドル工程における前記基板の回転速度との差は、前記薬液パドル工程における前記基板の回転速度の５０％以下である。

[0014] 第９の態様は、第７または第８の態様にかかる基板処理方法であって、前記ポストパドル工程の後に、前記ポストパドル工程における前記基板の回転速度よりも高い回転速度で前記基板を回転させつつ、前記基板の前記主面に前記リンス液を供給する置換促進工程をさらに備える。

[0015] 第１０の態様は、第９の態様にかかる基板処理方法であって、前記置換促進工程において、第２ノズルから前記基板の前記主面の中央部に向かって前記リンス液を吐出させる。

[0016] 第１１の態様は、第９または第１０の態様にかかる基板処理方法であって、前記置換促進工程の後に、前記置換促進工程における前記基板の回転速度よりも高い回転速度で前記基板を回転させて、前記基板を乾燥させる乾燥工程をさらに備える。

[0017] 第１２の態様は、第９から第１１のいずれか一つの態様にかかる基板処理方法であって、前記プリパドル工程、前記薬液パドル工程、前記ポストパドル工程および前記置換促進工程の一組を複数回行い、前記薬液パドル工程で

は、互いに異なる薬液を前記基板の前記主面に供給する。

[0018] 第１３の態様は、第１の態様にかかる基板処理方法であって、前記保持工程において、前記主面を下方に向けた姿勢で前記基板を保持する。

[0019] 第１４の態様は、第１３に記載の基板処理方法であって、前記薬液処理工程において、第１ノズルの複数の吐出口から前記基板の前記主面に向かって前記薬液を吐出させ、前記第１ノズルは、前記基板の前記主面のうちの径方向内側の中央領域への流量よりも大きな流量で前記主面のうちの径方向外側の周辺領域に向かって前記薬液を吐出させる。

[0020] 第１５の態様は、第１の態様にかかる基板処理方法であって、前記プリウェット工程において、前記基板の前記主面と向かい合う遮断板の対向面と、前記主面との間の空間に前記リンス液を充填させ、前記薬液処理工程において、前記対向面と前記主面との間の前記空間に前記薬液を充填させる。

発明の効果

[0021] 第１の態様によれば、薬液処理工程の初期では、複数のダイを覆ったリンス液に薬液が着液する。薬液はリンス液とともに拡散するので、基板の主面を広がりやすい。このため、薬液は基板の主面に対してより均一に作用し始める。したがって、基板の主面に対してより均一に薬液処理を行うことができる。

[0022] 第２の態様によれば、基板の主面には複数のダイが存在しているので、基板の主面は凹凸形状を有する。このような基板の回転速度が高くなると、リンス液がダイの角部ではねる。しかも、回転速度が高くなると、基板の主面上のリンス液の液膜の厚みが薄くなり、その結果、複数のダイの表面の少なくとも一部がリンス液に覆われずに露出し得る。しかるに、第２態様によれば、リンス液が複数のダイを覆う回転速度で基板が回転する。このため、回転速度は比較的に低く、リンス液の液はねを抑制することができる。

[0023] また、第２の態様でも、薬液パドル工程の初期では、複数のダイを覆ったリンス液に薬液が着液する。薬液はリンス液とともに拡散するので、基板の主面を広がりやすい。このため、薬液は基板の主面に対してより均一に作用

し始める。したがって、基板の主面に対してより均一に薬液処理を行うことができる。

[0024] 第３の態様によれば、薬液を基板の主面により均一に供給することができる。

[0025] 第４の態様によれば、基板の主面上のリンス液が薬液に置換された後にも、未だ基板の主面と反応していない新しい薬液が第１ノズルから基板の主面に向かって吐出され続ける。このため、基板の主面と反応した古い薬液は新しい薬液によって押しが流されて基板の周縁から流下し、新しい薬液が基板の主面に作用する。したがって、より高いスループットで基板の主面を処理することができる。

[0026] 第５の態様によれば、さらに均一に基板の主面を処理することができる。

[0027] 第６の態様によれば、プリパドル工程でも薬液パドル工程と同じ第１ノズルを用いているので、処理が簡易である。

[0028] 第７の態様によれば、薬液パドル工程と同じ第１ノズルからリンス液を吐出させる。このため、基板の主面上の各位置において、薬液が供給され始めてからリンス液が供給されるまでの実質的な処理時間のばらつきを低減させることができる。したがって、より均一に基板を処理することができる。

[0029] 第８の態様によれば、実質的な処理時間のばらつきをさらに低減させることができる。

[0030] 第９の態様によれば、ポストパドル工程によっても基板の主面上に残留した薬液を、基板の周縁から外側に飛散させることができる。つまり、より確実に薬液をリンス液に置換することができる。

[0031] 第１０の態様によれば、リンス液が基板の中央部から周縁部に向かって流れるので、薬液を周縁部へ押し流しやすく、さらに確実に薬液をリンス液に置換することができる。

[0032] 第１１の態様によれば、置換促進工程における回転速度よりも高い回転速度で基板が回転するので、より速やかに基板を乾燥させることができる。逆に言えば、置換促進工程における基板Ｗの回転速度は、乾燥工程における基

板Wの回転速度よりも低いので、置換促進工程において、リンス液の液はねを抑制することができる。

[0033] 第１２の態様によれば、置換促進工程では基板の回転速度が比較的に高いので、複数のダイの表面の少なくとも一部がリンス液によって覆われずに露出し得る。しかしながら、置換促進工程の後に、プリパドル工程が再び行われるので、薬液パドル工程を開始する時点で、リンス液の液膜が複数のダイを覆う。このため、各薬液パドル工程において、基板の主面に対してより均一に薬液を作用させ始めることができる。

[0034] 第１３の態様によれば、基板の主面のダイによって跳ね返った処理液の液滴群は下方に向かう。したがって、処理液が周囲に飛散することを抑制できる。

[0035] 第１４の態様によれば、基板の主面により均一に薬液を供給することができる。

[0036] 第１５の態様によれば、遮断板と基板との間の空間をリンス液で充填した状態で、薬液を供給する。このため、基板Wの主面のダイによる薬液の液はねを回避することができる。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]基板処理装置の構成の一例を概略的に示す平面図である。

[図2]基板の構成の一例を概略的に示す平面図である。

[図3]基板の構成の一部の一例を概略的に示す断面図である。

[図4]制御部の構成の一例を概略的に示すブロック図である。

[図5]第１実施形態にかかる処理部の構成の第１例を概略的に示す図である。

[図6]第１実施形態にかかる基板処理の第１例を示すフローチャートである。

[図7]各ステップにおける処理部の様子の一例を概略的に示す図である。

[図8]各ステップにおける処理部の様子の一例を概略的に示す図である。

[図9]基板の回転速度の時間変化の一例を示すグラフである。

[図10]第１ノズルが往復移動する様子の一例を概略的に示す平面図である。

[図11]薬液がリンス液の液膜に着液する様子の一例を示す図である。

[図12]第１ノズルと基板との位置関係を示す平面図である。

[図13]基板の主面上の周方向の各位置における開始タイミング、終了タイミングおよび実質的な処理時間を示すグラフである。

[図14]第１実施形態にかかる処理部の構成の第２例を概略的に示す図である。

[図15]第１実施形態にかかる基板処理の第２例を示すフローチャートである。

[図16]第２実施形態にかかる処理部の構成の一例を概略的に示す図である。

[図17]第２実施形態にかかる基板処理の一例を示すフローチャートである。

[図18]第３実施形態にかかる処理部の構成の一例を概略的に示す図である。

[図19]基板の構成の一部の一例を概略的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0038] 以下、図面を参照しつつ実施の形態について詳細に説明する。なお図面においては、理解容易の目的で、必要に応じて各部の寸法や数を誇張または簡略化して描いている。また同様な構成及び機能を有する部分については同じ符号が付されており、下記説明では重複説明が省略される。

[0039] また、以下に示される説明では、同様の構成要素には同じ符号を付して図示し、それらの名称と機能とについても同様のものとする。したがって、それらについての詳細な説明を、重複を避けるために省略する場合がある。

[0040] また、以下に記載される説明において、「第１」または「第２」などの序数が用いられる場合があっても、これらの用語は、実施の形態の内容を理解することを容易にするために便宜上用いられるものであり、これらの序数によって生じ得る順序に限定されるものではない。

[0041] 相対的または絶対的な位置関係を示す表現（例えば「一方向に」「一方向に沿って」「平行」「直交」「中心」「同心」「同軸」など）が用いられる場合、該表現は、特に断らない限り、その位置関係を厳密に表すのみならず、公差もしくは同程度の機能が得られる範囲で相対的に角度または距離に関して変位された状態も表すものとする。等しい状態であることを示す表現（

例えば「同一」「等しい」「均質」など）が用いられる場合、該表現は、特に断らない限り、定量的に厳密に等しい状態を表すのみならず、公差もしくは同程度の機能が得られる差が存在する状態も表すものとする。形状を示す表現（例えば、「四角形状」または「円筒形状」など）が用いられる場合、該表現は、特に断らない限り、幾何学的に厳密にその形状を表すのみならず、同程度の効果が得られる範囲で、例えば凹凸や面取りなどを有する形状も表すものとする。一の構成要素を「備える」「具える」「具備する」「含む」または「有する」という表現が用いられる場合、該表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的表現ではない。「Ａ，ＢおよびＣの少なくともいずれか一つ」という表現が用いられる場合、該表現は、Ａのみ、Ｂのみ、Ｃのみ、Ａ，ＢおよびＣのうち任意の２つ、ならびに、Ａ，ＢおよびＣの全てを含む。

[0042] ＜基板処理装置の全体構成＞

図１は、基板処理装置１００の構成の一例を概略的に示す平面図である。基板処理装置１００は、基板Ｗを１枚ずつ処理する枚葉式の処理装置である。

[0043] 図２は、基板Ｗの構成の一例を概略的に示す平面図であり、図３は、基板Ｗの構成の一部の一例を概略的に示す断面図である。基板Ｗは板状の形状を有している。つまり、基板Ｗは、その厚み方向において互いに対向する主面Ｗａおよび主面Ｗｂを有している。図２および図３に示されるように、基板Ｗはその主面Ｗａにおいて、複数のダイＤ０を有している。ダイＤ０は、電子回路を含んだチップである。ダイＤ０は半導体チップとも呼ばれ得る。

[0044] 図２および図３の例では、基板Ｗは、支持基板Ｗ０と、複数のダイＤ０とを含む。支持基板Ｗ０は板状の形状を有している。支持基板Ｗ０は特に制限されないものの、例えば半導体基板もしくはガラス基板である。図２の例では、支持基板Ｗ０は円板形状を有している。支持基板Ｗ０の直径は例えば３００ｍｍ程度である。支持基板Ｗ０の両主面は平坦であり、その支持基板Ｗ０の一方の主面に複数のダイＤ０が設けられている。

[0045] 複数のダイＤ０は平面視において二次元的に配列される。各ダイＤ０は板状の形状を有しており、その一主面が支持基板Ｗ０の主面と対面する状態で、支持基板Ｗ０に設けられる。例えば、各ダイＤ０は接着剤等によって支持基板Ｗ０に貼り合わせられてもよい。図２の例では、各ダイＤ０は平面視において矩形状の形状を有している。具体的には、ダイＤ０は例えば１０ｍｍ×１０ｍｍ程度の矩形状の形状を有する。図２の例では、複数のダイＤ０は、その一辺に沿う第１方向を行方向とし、第１方向に交差する第２方向を列方向としたマトリックス状に配列されている。各ダイＤ０の厚みは、例えば、０．１ｍｍ以上であってもよく、０．２ｍｍ以上であってもよく、０．５ｍｍ以上であってもよく、１ｍｍ以上であってもよい。ダイＤ０の間隔（つまり、ダイＤ０どうしの隙間）の最小値は例えば０．１μｍ以上であってもよく、１μｍ以上であってもよく、１０μｍ以上であってもよく、１００μｍ以上であってもよく、１ｍｍ以上であってもよい。また、ダイＤ０の間隔の最大値は、２ｍｍ以下であってもよい。

[0046] このような基板Ｗの主面Ｗａは、支持基板Ｗ０の一方の主面のうちの複数のダイＤ０によって覆われていない部分と、複数のダイＤ０の表面のうちの支持基板Ｗ０と対面しない部分とによって構成される。このため、基板Ｗの主面Ｗａには、ダイＤ０による凹凸形状が形成される。当該凹凸形状において、各ダイＤ０は凸部に相当する。各ダイＤ０の厚みは、ダイＤ０に含まれるパターンの厚みに比べて大きいので、基板Ｗの主面Ｗａに形成される凹凸の深さは比較的に大きい。

[0047] 図１の例では、基板処理装置１００は、インデクサブロック１１０と、処理ブロック１２０と、制御部９０とを含む。インデクサブロック１１０は、処理ブロック１２０と外部との間で基板Ｗを搬出入するためのインターフェース部である。処理ブロック１２０は、主として、インデクサブロック１１０から受け取った基板Ｗを処理する部分である。制御部９０は、基板処理装置１００を統括的に制御する部分である。

[0048] ＜インデクサブロック１１０＞

図１の例では、インデクサブロック１１０は、複数のロードポート１１１と、インデクサロボット１１２とを含む。各ロードポート１１１は、外部から搬入された基板収容器（以下、キャリアＣと呼ぶ）を保持する。キャリアＣには、複数の基板Ｗが鉛直方向に並んだ状態で収容される。インデクサロボット１１２は、キャリアＣと処理ブロック１２０との間で基板Ｗを搬送する搬送ユニットである。インデクサロボット１１２はキャリアＣから未処理の基板Ｗを順次に取り出し、該基板Ｗを処理ブロック１２０に搬送する。また、インデクサロボット１１２は、処理ブロック１２０によって処理された処理済みの基板Ｗを処理ブロック１２０から順次に受け取り、該基板Ｗをキャリアに収容する。処理済みの複数の基板Ｗを収容したキャリアＣはロードポート１１１から外部に搬出される。

[0049] ＜処理ブロック１２０＞

図１の例では、処理ブロック１２０は、１つ以上の処理部１と、センターロボット１２２とを含んでいる。図１の例では、処理ブロック１２０は複数の処理部１を含む。センターロボット１２２は、インデクサロボット１１２および処理部１の間で基板Ｗを搬送する搬送ユニットである。センターロボット１２２はインデクサロボット１１２からの未処理の基板Ｗを処理部１に搬入し、処理部１によって処理された処理済みの基板Ｗを処理部１から搬出する。センターロボット１２２は、必要に応じて基板Ｗを他の処理部１に搬送した後に、基板Ｗをインデクサロボット１１２に渡す。

[0050] 各処理部１は、基板Ｗを１枚ずつ処理する枚葉式の装置である。処理部１の具体的な構成の一例については後に詳述する。

[0051] ＜制御部９０＞

制御部９０は、基板処理装置１００を統括的に制御する。具体的には、制御部９０はインデクサロボット１１２、センターロボット１２２および処理部１を制御する。図４は、制御部９０の構成の一例を概略的に示すブロック図である。制御部９０は電子回路であって、例えばデータ処理部９１および記憶部９２を有している。図４の具体例では、データ処理部９１と記憶部９

２とはバス９３を介して相互に接続されている。データ処理部９１は例えばＣＰＵ（Central Processor Unit）などの演算処理装置であってもよい。記憶部９２は非一時的な記憶部（例えばＲＯＭ（Read Only Memory）またはハードディスク）９２１および一時的な記憶部（例えばＲＡＭ（Random Access Memory））９２２を有していてもよい。非一時的な記憶部９２１には、例えば制御部９０が実行する処理を規定するプログラムが記憶されていてもよい。データ処理部９１がこのプログラムを実行することにより、制御部９０が、プログラムに規定された処理を実行することができる。もちろん、制御部９０が実行する処理の一部または全部が専用の論理回路などのハードウェアによって実行されてもよい。

[0052] ＜処理部＞

図５は、第１実施形態にかかる処理部１の構成の第１例を概略的に示す図である。なお、基板処理装置１００に属する全ての処理部１が、図５に例示された構成を有している必要はない。基板処理装置１００の少なくとも一つの処理部１が、図５に例示された構成を有していればよい。

[0053] 処理部１は、基板Ｗの主面Ｗａに種々の処理液を供給して、該処理液に応じた処理を基板Ｗ（例えばダイＤ０）に対して行う。図５に示されるように、処理部１は、基板保持部２と、第１ノズル３とを含んでいる。

[0054] 図５の例では、処理部１はチャンバ１０も含んでいる。チャンバ１０は箱形の形状を有している。チャンバ１０の内部空間は、基板Ｗを処理する処理空間に相当する。チャンバ１０には、開閉可能な搬出入口（不図示）が設けられる。センターロボット１２２は搬出入口を通じて未処理の基板Ｗをチャンバ１０内に搬入し、また、搬出入口を通じて処理済みの基板Ｗをチャンバ１０から搬出する。基板Ｗはその主面Ｗａが鉛直上方を向く姿勢でチャンバ１０内に搬入される。

[0055] 基板保持部２はチャンバ１０内に設けられている。基板保持部２は基板Ｗを水平姿勢で保持しつつ、基板Ｗを回転軸線Ｑ１のまわりで回転させる。ここでいう水平姿勢とは、基板Ｗの厚み方向が鉛直方向に沿う姿勢である。基

板Ｗは、その主面Ｗａが鉛直上方を向いた状態で搬入されるので、基板保持部２によって保持された基板Ｗの主面Ｗａが上面に相当する。つまり、基板保持部２は、主面Ｗａが鉛直上方に向く姿勢で基板Ｗを保持する。回転軸線Ｑ１は、基板Ｗの中心を通り、かつ、鉛直方向に沿う軸線である。このような基板保持部２はスピンチャックとも呼ばれ得る。

[0056] 図５の例では、基板保持部２は、スピンベース２１と、チャックピン２２と、回転駆動部２３とを含んでいる。スピンベース２１は板状の形状（例えば円板形状）を有し、その厚み方向が鉛直方向に沿う姿勢で設けられる。

[0057] 複数のチャックピン２２はスピンベース２１の上面に設けられている。複数のチャックピン２２は回転軸線Ｑ１についての周方向に沿って例えば等間隔に設けられる。複数のチャックピン２２は、次に説明する保持位置と解除位置との間で変位可能に設けられる。保持位置とは、チャックピン２２が基板Ｗの周縁に当接する位置である。複数のチャックピン２２がそれぞれの保持位置で停止することにより、複数のチャックピン２２が基板Ｗを保持する。図２では、保持位置で停止したチャックピン２２が示されている。解除位置とは、各チャックピン２２が基板Ｗから離れた位置である。複数のチャックピン２２がそれぞれの解除位置で停止することにより、チャックピン２２による基板Ｗの保持が解除される。基板保持部２は、チャックピン２２を変位させるピン駆動部（不図示）も含む。ピン駆動部は、例えばモータまたはエアシリンダ等の駆動源を含み、制御部９０によって制御される。

[0058] 回転駆動部２３はシャフト２３１とモータ２３２とを含んでいる。シャフト２３１の上端はスピンベース２１の下面に接続されており、シャフト２３１はスピンベース２１の下面から回転軸線Ｑ１に沿って延びている。モータ２３２は制御部９０によって制御され、シャフト２３１を回転軸線Ｑ１のまわりで回転させる。これにより、スピンベース２１、チャックピン２２および基板Ｗが回転軸線Ｑ１のまわりで一体に回転する。

[0059] なお、基板保持部２は必ずしもチャックピン２２を有している必要はない。例えば、基板保持部２は、真空チャック、静電チャックおよびベルヌーイ

チャック等のチャック方式により、基板Ｗを保持してもよい。

[0060] 第１ノズル３はチャンバ１０内において、基板保持部２によって保持された基板Ｗよりも鉛直上方に設けられている。第１ノズル３は、基板保持部２によって保持された基板Ｗの主面Ｗａに向かって、処理液を吐出する。図５の例では、第１ノズル３は、処理液として薬液およびリンス液を選択的に吐出可能である。図５の例では、第１ノズル３は給液管３１の下流端に接続され、給液管３１の上流端は切換部４に接続され、切換部４は薬液供給管４１の下流端およびリンス液供給管４２の下流端にも接続される。薬液供給管４１の上流端は薬液供給源（不図示）に接続され、リンス液供給管４２の上流端はリンス液供給源（不図示）に接続される。切換部４は制御部９０によって制御され、給液管３１に連通させる配管を、薬液供給管４１およびリンス液供給管４２の間で切り替える。

[0061] 切換部４は例えば多連弁であってもよい。具体的には、切換部４は薬液バルブ４３およびリンスバルブ４４を含んでもよい。これらのバルブは制御部９０によって制御される。薬液バルブ４３が開くことにより、薬液供給管４１が給液管３１に連通する。この状態で後述のバルブ３２が開くと、薬液供給源からの薬液は薬液供給管４１、切換部４および給液管３１を通じて第１ノズル３に供給され、第１ノズル３から吐出される。また、リンスバルブ４４が開くことにより、リンス液供給管４２が給液管３１に連通する。この状態で後述のバルブ３２が開くと、リンス液供給源からのリンス液はリンス液供給管４２、切換部４および給液管３１を通じて第１ノズル３に供給され、第１ノズル３から吐出される。

[0062] 薬液は例えば硫酸および過酸化水素水の混合液（ＳＰＭ）である。薬液は、ＳＰＭのほか、硫酸、酢酸、硝酸、塩酸、フッ酸、リン酸、酢酸、アンモニア水、過酸化水素水、有機酸（例えばクエン酸、蓚酸）、有機アルカリ（例えば、ＴＭＡＨ：テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド）、界面活性剤、および腐食防止剤の少なくとも１つを含む液であってもよい。リンス液は、例えば純水（つまり、脱イオン水）または二酸化炭素水である。

[0063] 薬液供給管４１にはヒータ（不図示）が設けられてもよい。ヒータは、薬液供給管４１を流れる薬液を加熱して、薬液の温度を処理に適した温度まで上昇させる。例えば、薬液として硫酸と過酸化水素水との混合液を適用する場合、薬液の温度を例えば常温よりも高く、かつ、摂氏８０度以下の範囲に調整してもよい。当該ヒータは制御部９０によって制御される。

[0064] 図５の例では、給液管３１には、バルブ３２および流量調整バルブ３３が介挿されている。バルブ３２が開くことにより、第１ノズル３から処理液が吐出され、バルブ３２が閉じることにより、第１ノズル３からの処理液の吐出が停止する。流量調整バルブ３３は、給液管３１を流れる処理液の流量を調整する。流量調整バルブ３３はマスフローコントローラであってもよい。バルブ３２および流量調整バルブ３３は制御部９０によって制御される。

[0065] 図５の例では、第１ノズル３はシャワーノズルである。つまり、第１ノズル３は複数の吐出口３ａを有している。図５の例では、第１ノズル３は、基板Ｗの主面Ｗａに沿う方向（例えば水平方向）に延びており、その下面に複数の吐出口３ａが形成されている。複数の吐出口３ａは第１ノズル３の長手方向に沿って間隔をあけて配列される。複数の吐出口３ａは１列に配列されてもよい。吐出口３ａの個数は特に制限されないものの、例えば、１０個以上であってもよく、１５個以上であってもよい。吐出口３ａは例えば平面視で円状の形状を有していてもよく、その直径は例えば数ｍｍ程度に設定されていてもよい。

[0066] 図５の例では、処理部１はノズル移動駆動部３４も含んでいる。ノズル移動駆動部３４は制御部９０によって制御され、第１ノズル３をチャンバ１０内で移動させる。具体的には、ノズル移動駆動部３４は第１ノズル３を、次に説明する第１処理位置と第１待機位置との間で移動させる。第１処理位置は、第１ノズル３が、基板保持部２によって保持された基板Ｗの主面Ｗａに処理液を吐出する位置であり、基板Ｗの主面Ｗａと鉛直方向において対向する位置である。図５の例では、第１処理位置で停止した第１ノズル３が示されている。第１待機位置は、第１ノズル３が、基板保持部２によって保持さ

れた基板Ｗの主面Ｗａに処理液を吐出しない位置であり、例えば、基板Ｗよりも径方向外側の位置である。

[0067] 第１処理位置は、第１ノズル３の長手方向が回転軸線Ｑ１についての径方向に沿う位置であってもよい。言い換えれば、第１処理位置は、第１ノズル３の複数の吐出口３ａが径方向に沿って並ぶ位置であってもよい。第１処理位置において、第１ノズル３の複数の吐出口３ａのうち最も回転軸線Ｑ１に近い吐出口３ａは、基板Ｗの主面Ｗａの中央部と鉛直方向において対向し、複数の吐出口３ａのうち最も回転軸線Ｑ１から遠い吐出口３ａは、基板Ｗの主面Ｗａのうちの周縁部と鉛直方向において対向する。回転軸線Ｑ１に最も近い吐出口３ａと、回転軸線Ｑ１から最も遠い吐出口３ａとの間隔（例えば吐出口３ａの中心どうしの間隔）は、基板Ｗの半径の２分の１以上であってもよく、３分の２以上であってもよく、４分の３以上であってもよく、５分の４以上であってもよい。

[0068] 図５の例では、ノズル移動駆動部３４は、アーム３５と、支持柱３６と、回転駆動部３７とを含んでいる。支持柱３６は、鉛直方向に沿って延びる柱状の形状を有し、平面視において、基板保持部２よりも径方向外側に設けられている。アーム３５は、水平方向に沿って延びる棒状の形状を有しており、その基端部が支持柱３６に接続されている。アーム３５の先端部には、給液管３１によって貫通される配管保持部３５１が設けられている。配管保持部３５１は給液管３１を保持する。回転駆動部３７は、制御部９０によって制御されるモータ（不図示）を含んでおり、支持柱３６をその中心軸線Ｑ２のまわりで所定の角度範囲で正逆方向に回転させる。これにより、第１ノズル３は、中心軸線Ｑ２についての周方向に沿って往復移動する。なお、ノズル移動駆動部３４は必ずしも上記構成を有している必要はなく、例えば、ボールねじ機構またはリニアモータ等の直動駆動部を含んでいてもよい。

[0069] 図５の例では、処理部１は第２ノズル５も含んでいる。第２ノズル５はチャンバ１０内において、基板保持部２によって保持された基板Ｗよりも鉛直上方に設けられている。第２ノズル５は、基板保持部２によって保持された

基板Wの主面Ｗａに向かってリンス液を吐出する。第２ノズル５は例えば鉛直方向に沿って延びる形状を有しており、その下面に吐出口５ａを有している。図５の例では、第２ノズル５は単一の吐出口５ａを有する。

[0070] 第２ノズル５はリンス液管５１の下流端に接続されており、リンス液管５１の上流端はリンス液供給源（不図示）に接続されている。リンス液管５１にはバルブ５２および流量調整バルブ５３が介挿されている。バルブ５２が開くことにより、第２ノズル５からリンス液が吐出され、バルブ５２が閉じることにより、第２ノズル５からのリンス液の吐出が停止する。流量調整バルブ５３は、リンス液管５１を流れるリンス液の流量を調整する。流量調整バルブ５３はマスフローコントローラであってもよい。バルブ５２および流量調整バルブ５３は制御部９０によって制御される。

[0071] 図５の例では、処理部１はノズル移動駆動部５４も含んでいる。ノズル移動駆動部５４は制御部９０によって制御され、第２ノズル５を、次に説明する第２処理位置と第２待機位置との間で移動させる。第２処理位置は、第２ノズル５が、基板保持部２によって保持された基板Wの主面Ｗａに処理液を吐出する位置であり、例えば、基板Wの主面Ｗａの中央部と鉛直方向において対向する位置である。第２待機位置は、第２ノズル５が、基板保持部２によって保持された基板Wの主面Ｗａに処理液を吐出しない位置であり、例えば、基板Wよりも径方向外側の位置である。図５では、第２待機位置で停止した第２ノズル５が示されている。ノズル移動駆動部５４の具体的な構成の一例は、ノズル移動駆動部３４の構成と同様である。

[0072] 第１ノズル３または第２ノズル５から回転中の基板Wの主面Ｗａに向かって処理液が吐出されることにより、処理液が基板Wの主面Ｗａの全面に供給される。これにより、処理液に応じた処理が基板Wに対して行われる。

[0073] 図５の例では、処理部１はガード６１およびガード昇降駆動部６３も含んでいる。ガード６１は、基板保持部２によって保持された基板Wを取り囲む筒状の形状を有している。ガード昇降駆動部６３は制御部９０によって制御され、ガード６１を、次に説明する上位置と下位置との間で昇降させる。上

位置は、ガード６１の上端が、基板保持部２によって保持された基板Ｗの主面Ｗａよりも鉛直上方となる位置である。図５では、上位置で停止したガード６１が示されている。ガード６１が上位置で位置する状態では、処理液が基板Ｗの周縁から径方向外側に飛散すると、ガード６１は、飛散した処理液を受け止めることができる。下位置は、ガード６１の上端が、上位置よりも鉛直下方となる位置であり、例えばスピンベース２１の上面よりも鉛直下方となる位置である。ガード昇降駆動部６３は例えばボールねじ機構またはエアシリンダを有する。

[0074] カップ６２は、ガード６１の内周面を流下した処理液を受け止める。カップ６２の下部には、回収管６４の上流端が接続されており、カップ６２によって受け止められた処理液は回収管６４を通じて回収される。カップ６２はガード６１と別体であってもよく、ガード６１と一体に形成されてもよい。

[0075] ＜基板処理の第１例＞

図６は、第１実施形態にかかる基板処理の第１例を示すフローチャートである。図７および図８は、各ステップにおける処理部１の様子の一例を概略的に示す図である。

[0076] まず、センターロボット１２２が基板Ｗを処理部１のチャンバ１０内に搬入し、基板保持部２が基板Ｗを受け取って、基板Ｗを保持する（ステップＳ１：保持工程）。具体的な一例として、基板保持部２は複数のチャックピン２２をそれぞれの解除位置から保持位置に変位させる。これにより、複数のチャックピン２２が基板Ｗを保持する。基板保持部２は、基板Ｗに対する処理の終了まで基板Ｗを保持し続ける。またここでは、チャンバ１０内への搬入時において、基板Ｗの主面Ｗａはおおむね乾燥状態にある。

[0077] 次に、基板保持部２は基板Ｗを回転軸線Ｑ１のまわりで回転させ始める（ステップＳ２）。基板保持部２は、基板Ｗに対する処理の終了まで基板Ｗの回転を維持してもよい。図９は、基板Ｗの回転速度（例えば目標値）の時間変化の一例を示すグラフである。各ステップにおける基板Ｗの回転速度については、後に述べる。ステップＳ１の後に、ガード昇降駆動部６３はガード

６１を上位置に上昇させてもよい。

[0078] 次に、処理部１は基板Wの主面Ｗａにリンス液Ｌ１を供給する（ステップＳ３：プリウェット工程）。図７（ａ）は、ステップＳ３における処理部１の様子の一例を示している。ステップＳ３において、基板保持部２は、基板Wのダイ０の表面がリンス液Ｌ１で覆われる程度の回転速度で基板Wを回転させる。具体的な一例として、基板保持部２は、２０ｒｐｍ以下の回転速度で基板Wを回転させる。基板Wの回転速度は、１５ｒｐｍ以下であってもよい。なお、基板Wの回転速度の目標値はステップＳ３にわたって一定に設定されてもよい（図９も参照）。制御部９は当該目標値に基づいて、基板Wの回転速度が目標値に近づくように、基板保持部２（具体的にはモータ２３２）を制御する。

[0079] 処理部１は当該回転速度で基板Wを回転させつつ、リンス液Ｌ１を基板Wの主面Ｗａに供給する。処理部１は第１ノズル３または第２ノズル５を用いて、リンス液Ｌ１を基板Wの主面Ｗａに供給して、複数のダイ０を覆うリンス液Ｌ１の液膜を形成する。ここでは一例として、第１ノズル３が用いられる。具体的には、まず、ノズル移動駆動部３４が第１ノズル３を第１処理位置に移動させる。そして、制御部９０はリンスバルブ４４およびバルブ３２を開く。これにより、第１ノズル３の複数の吐出口３ａから連続流の状態でリンス液Ｌ１が吐出される（図７（ａ）も参照）。流量調整バルブ３３はリンス液Ｌ１の流量を例えば０．１Ｌ（リットル）／ｍｉｎ以上かつ２．０Ｌ／ｍｉｎ以下となるように調整する。リンス液Ｌ１の流量は１．０Ｌ／ｍｉｎ以上に調整されてもよい。

[0080] 以上のように、ステップＳ３では、第１ノズル３は、低速回転中の基板Wの主面Ｗａに向かってリンス液Ｌ１を吐出する。もし仮に、基板Wの回転速度が高くなると、基板Wの主面Ｗａ上のリンス液Ｌ１の液膜は薄くなるので、ダイ０の表面の少なくとも一部がリンス液Ｌ１によって覆われずに、露出し得る。これに対して、ステップＳ３では、基板保持部２は例えば２０ｒｐｍ以下（あるいは１５ｒｐｍ）以下の回転速度で基板Wを回転させる。こ

のため、リンス液Ｌ１の液膜の厚みは大きく、リンス液Ｌ１が複数のダイＤ０の表面を覆うことができる。ここで、リンス液Ｌ１の液膜のうちダイＤ０どうしの間の部分の厚みは、ダイＤ０の厚み以上になり得る（後述の図１１も参照）。また、この例では、低回転速度で基板Ｗの主面Ｗａの上に上記液膜を維持するので、ステップＳ３はいわゆるパドル処理であるともいえる。このため、以下では、プリウェット工程をプリパドル工程とも呼ぶ。

[0081] ステップＳ３（プリパドル工程）において、ノズル移動駆動部３４は第１ノズル３を、基板Ｗの主面Ｗａに沿う方向（例えば水平方向）に所定の移動範囲内で往復移動させてもよい。このような往復移動は揺動とも呼ばれ得る。図１０は、第１ノズル３が往復移動する様子の一例を概略的に示す平面図である。所定の移動範囲は、例えば、第１ノズル３の長手方向が回転軸線Ｑ１についての径方向に沿う基準位置を中心に含む範囲である。図１０では、基準位置に位置する第１ノズル３が実線で示されている。例えば、ノズル移動駆動部３４は、回転軸線Ｑ１に最も近い吐出口３ａが、基準位置を中心とした±数十ｍｍ程度（例えば４０ｍｍ）となる移動範囲内で往復移動するように、第１ノズル３を移動させてもよい。

[0082] このようにノズル移動駆動部３４が第１ノズル３を往復移動させれば、各吐出口３ａからのリンス液Ｌ１の着液位置を移動させることができる。具体的には、各着液位置は回転軸線Ｑ１についての周方向のみならず径方向にも移動する。このため、処理部１はリンス液Ｌ１を基板Ｗの主面Ｗａに対してより均一に供給することができる。したがって、処理部１はカバレッジの良好なリンス液Ｌ１の液膜を、より速やかに形成することができる。

[0083] 複数のダイＤ０の表面を十分に覆う程度にリンス液Ｌ１の液膜が形成されると、処理部１はリンス液Ｌ１の供給を停止する。具体的な一例として、リンス液Ｌ１の供給開始から所定のプリ時間が経過したときに、制御部９０は後述のステップＳ４を実行する。なお、プリ時間は予め設定されて、例えば記憶部９２１に記憶される。後述の他の時間も同様である。経過時間の測定は、例えば制御部９０に含まれた不図示のタイマ回路によって行われる。

[0084] 次に、処理部１は、複数のダイＤ０の表面が薬液Ｌ２で覆われる程度の回転速度で基板Ｗを回転させつつ、第１ノズル３から基板Ｗの主面Ｗａに向かって薬液Ｌ２を吐出させる（ステップＳ４：薬液処理工程）。図７（ｂ）および図７（ｃ）は、ステップＳ４における処理部１の様子の一例を示している。図７（ｂ）は、ステップＳ４の初期における処理部１の様子の一例を示しており、図７（ｃ）は、その後の処理部１の様子の一例を示している。

[0085] 例えば、基板保持部２は２０ｒｐｍ以下の回転速度で基板Ｗを回転させる。基板Ｗの回転速度は１５ｒｐｍ以下に設定されてもよい。また、基板Ｗの回転速度の目標値はステップＳ４にわたって一定に設定されてもよい（図９も参照）。図９の例では、ステップＳ４における基板Ｗの回転速度はステップＳ３における基板Ｗの回転速度と同じである。ただし、これらの回転速度が互いに異なっていてもよい。

[0086] 処理部１は低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａに対して、第１ノズル３を用いて薬液Ｌ２を供給する。具体的には、制御部９０はリンスバルブ４４を閉じ、薬液バルブ４３およびバルブ３２を開く。これにより、第１ノズル３の複数の吐出口３ａから連続流の状態で薬液Ｌ２が基板Ｗの主面Ｗａに向かって吐出される（図７（ｂ）参照）。流量調整バルブ３３は薬液Ｌ２の流量を例えば０．１Ｌ／ｍｉｎ以上かつ２．０Ｌ／ｍｉｎ以下となるように調整する。薬液Ｌ２の流量は１．０Ｌ／ｍｉｎ以上に設定されてもよい。

[0087] このように、ステップＳ４では、第１ノズル３は、低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａに向かって薬液Ｌ２を吐出する。ステップＳ４の初期では、薬液Ｌ２は基板Ｗの主面Ｗａ上のリンス液Ｌ１の液膜に着液する。図１１は、薬液Ｌ２がリンス液Ｌ１の液膜に着液する様子の一例を示す図である。図１１に示されるように、薬液Ｌ２はリンス液Ｌ１の液膜に着液するので、ダイＤ０の角部には直接に着液しない。このため、薬液Ｌ２の液はねを抑制することができる。しかも、薬液Ｌ２は基板Ｗの主面Ｗａ上においてリンス液Ｌ１とともに流動することができるので、薬液Ｌ２は基板Ｗの主面Ｗａに沿って流動しやすい。このため、ステップＳ４の初期においても、薬液Ｌ２は各着液

位置からより均一に広がることができる。

[0088] 薬液Ｌ２の供給により、主面Ｗａ上の処理液（リンス液Ｌ１および薬液Ｌ２）は基板Ｗの周縁から溢れ出る。ステップＳ４では、基板Ｗの回転速度が低いので、処理液はガード６１の内周面まで飛散されることなく、基板Ｗの周縁から流下する（図７（ｂ）および図７（ｃ）参照）。言い換えれば、基板保持部２は、基板Ｗの周縁からの処理液がガード６１に到達することなく流下する程度の回転速度で、基板Ｗを回転させている。基板Ｗの周縁から流下した処理液はカップ６２によって受け止められ、回収管６４を通じて回収される。

[0089] 薬液Ｌ２の供給により、処理液が基板Ｗの主面Ｗａ上から溢れ出るので、主面Ｗａ上の処理液はリンス液Ｌ１から薬液Ｌ２に置換される。上述のように、ステップＳ４の初期から薬液Ｌ２はより均一に主面Ｗａ上を広がることができるので、より均一にリンス液Ｌ１を薬液Ｌ２に置換することができる。このため、薬液Ｌ２はより均一に基板Ｗの主面Ｗａに作用し始める。言い換えれば、基板Ｗの主面Ｗａ上の各位置に薬液Ｌ２が作用し始める開始タイミングの主面Ｗａ上の分布のばらつきを低減させることができる。

[0090] また、上述のように、第１ノズル３が、径方向に沿って並ぶ複数の吐出口３ａから薬液Ｌ２を吐出すれば、特に径方向における開始タイミングのばらつきを効果的に低減させることができる。

[0091] ステップＳ４でも、基板Ｗの回転速度は低いので、基板Ｗの主面Ｗａ上の薬液Ｌ２の液膜を厚くすることができ、薬液Ｌ２の液膜が基板Ｗの複数のダイＤＯの表面を覆うことができる。このため、薬液Ｌ２が基板Ｗの主面Ｗａ（特にダイＤＯ）に対してより適切に作用することができる。つまり、基板Ｗの主面Ｗａに対して適切に薬液処理を行うことができる。ここで、薬液Ｌ２の液膜のうちダイＤＯどうしの間の部分の厚みは、ダイＤＯの厚み以上になり得る。この例では、低回転速度で基板Ｗの主面Ｗａの上に上記液膜を維持するので、ステップＳ４もいわゆるパドル処理であるといえる。このため、以下では、薬液処理工程を薬液パドル工程とも呼ぶ。

[0092] ところで、基板Ｗの主面Ｗａ上の薬液Ｌ２は基板Ｗの主面Ｗａと反応するので、当該反応により、薬液Ｌ２中の有効成分が減少する。有効成分の減少は処理の不足またはスループットの低下を招いてしまう。また、当該反応によって副生成物などの異物も生じる。異物が基板Ｗの主面Ｗａ上に残留することは望ましくない。

[0093] そこで、処理部１は、リンス液Ｌ１から薬液Ｌ２の置換後にも、第１ノズル３から薬液Ｌ２を基板Ｗの主面Ｗａに向かって吐出させ続けてもよい。第１ノズル３から新たな薬液Ｌ２が基板Ｗの主面Ｗａに供給され続けるので、十分な有効成分を含んだ薬液Ｌ２が基板Ｗの主面Ｗａと反応する。このため、基板Ｗの主面Ｗａに対する処理の不足を抑制することができる。あるいは、処理のスループットを向上させることができる。また、反応によって生じた異物は古い薬液Ｌ２とともに、基板Ｗの周縁から流下する。このため、異物が基板Ｗの主面Ｗａに残留する可能性を低減させることもできる。

[0094] ここで、基板Ｗの主面Ｗａ上でのリンス液Ｌ１から薬液Ｌ２への置換に要する実質的な時間を置換時間Ｔ１とすると、置換時間Ｔ１の経過後に薬液Ｌ２を吐出し続ける実処理時間Ｔ２は、置換時間Ｔ１よりも長く設定されてもよい（図９参照）。例えば、実処理時間Ｔ２は置換時間Ｔ１の１．５倍以上であってもよく、２倍以上であってもよく、５倍以上であってもよく、１０倍以上であってもよい。これによれば、薬液を用いた処理を基板Ｗの主面Ｗａ（例えばダイＤ０）に対して十分に行うことができる。

[0095] ノズル移動駆動部３４は、ステップＳ４（薬液パドル工程）において第１ノズル３を所定の移動範囲内で水平方向に沿って往復移動させてもよい（図１０参照）。移動範囲は、例えば、ステップＳ３における移動範囲と同じであってもよい。ノズル移動駆動部３４が第１ノズル３を往復移動させれば、各吐出口３ａからの薬液Ｌ２の着液位置を移動させることができる。これにより、さらに均一に薬液Ｌ２を基板Ｗの主面Ｗａに作用させることができる。特に薬液Ｌ２の種類によっては、着液位置での処理が、着液位置以外の位置での処理よりも促進される場合がある。このような薬液Ｌ２を用いた場合

には、第１ノズル３の往復移動により、薬液処理の不均一を効果的に抑制することができる。

[0096] 薬液Ｌ２による処理が十分に行われると、処理部１は薬液Ｌ２の供給を停止する。具体的な一例として、薬液Ｌ２の供給開始から所定の薬液処理時間Ｔ（つまり、置換時間Ｔ１と実処理時間Ｔ２との和）が経過したときに、制御部９０は、後述のステップＳ５を実行する。

[0097] 次に、処理部１は、複数のダイＤ０の表面がリンス液Ｌ１で覆われる回転速度で基板Ｗを回転させつつ、第１ノズル３から基板Ｗの主面Ｗａに向かってリンス液Ｌ１を吐出させる（ステップＳ５：ポストウェット工程）。図８（ａ）は、ステップＳ５における処理部１の様子の一例を示している。

[0098] 例えば、基板保持部２は２０ｒｐｍ以下の回転速度で基板Ｗを回転させる。基板Ｗの回転速度は１５ｒｐｍ以下に設定されてもよい。また、基板Ｗの回転速度の目標値はステップＳ５にわたって一定に設定されてもよい（図９も参照）。図９に示されるように、ステップＳ５における基板Ｗの回転速度（例えば目標値）はステップＳ４における基板Ｗの回転速度（例えば目標値）と同じであってもよい。

[0099] 処理部１は低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａに対して、第１ノズル３を用いてリンス液Ｌ１を供給する。具体的には、制御部９０は薬液バルブ４３を閉じ、リンスバルブ４４およびバルブ３２を開く。これにより、第１ノズル３の複数の吐出口３ａから連続流の状態でリンス液Ｌ１が吐出される（図８（ａ）参照）。流量調整バルブ３３はリンス液Ｌ１の流量を例えば０．１Ｌ／ｍｉｎ以上かつ２．０Ｌ／ｍｉｎ以下となるように調整する。リンス液Ｌ１の流量は１．０Ｌ／ｍｉｎ以上に設定されてもよい。

[0100] 基板Ｗの主面Ｗａ上には、ステップＳ５の直前のステップＳ４によって薬液Ｌ２の液膜が形成されているので、ステップＳ５の初期では、リンス液Ｌ１は基板Ｗの主面Ｗａ上の薬液Ｌ２の液膜に着液する。このため、リンス液Ｌ１の液はねを抑制することができる。しかも、リンス液Ｌ１は基板Ｗの主面Ｗａ上において薬液Ｌ２とともに流動することができるので、リンス液Ｌ

１は各着液位置からより均一に広がることができる。

[0101] リンス液Ｌ１の供給により、主面Ｗａ上の処理液（リンス液Ｌ１および薬液Ｌ２）は基板Ｗの周縁から溢れ出る。ステップＳ５では、基板Ｗの回転速度が低いので、処理液はガード６１の内周面まで飛散されることなく、流下する。言い換えれば、基板保持部２は、基板Ｗの周縁からの処理液がガード６１に到達することなく流下する程度の回転速度で、基板Ｗを回転させている。基板Ｗの周縁から流下した処理液はカップ６２によって受け止められ、回収管６４を通じて回収される。

[0102] リンス液Ｌ１の供給により、処理液が基板Ｗの主面Ｗａ上から溢れ出るので、主面Ｗａ上の処理液は薬液Ｌ２からリンス液Ｌ１に置換される。上述のように、ステップＳ５の初期からリンス液Ｌ１はより均一に主面Ｗａ上を広がることができるので、より均一に薬液Ｌ２をリンス液Ｌ１に置換することができる。この置換により、基板Ｗの主面Ｗａ上の各位置への薬液Ｌ２の作用が実質的に終了する。このため、基板Ｗの主面Ｗａ上の各位置への薬液Ｌ２が作用し終わる停止タイミングの主面Ｗａ上の分布のばらつきを低減させることができる。

[0103] ステップＳ５でも基板Ｗの回転速度は低いので、基板Ｗの主面Ｗａ上のリンス液Ｌ１の液膜を厚くすることができ、リンス液Ｌ１の液膜が基板Ｗの複数のダイＤ０の表面を覆うことができる。ここで、リンス液Ｌ１の液膜のうちダイＤ０どうしの間の部分の厚みは、ダイＤ０の厚み以上になり得る。この例では、低回転速度で基板Ｗの主面Ｗａの上に上記液膜を維持するので、ステップＳ５もいわゆるパドル処理であるといえる。このため、以下では、ポストウェット工程をポストパドル工程とも呼ぶ。

[0104] ノズル移動駆動部３４は、ステップＳ５（ポストパドル工程）においても、第１ノズル３を所定の移動範囲内で水平方向に沿って往復移動させてもよい（図１０参照）。移動範囲は、例えば、ステップＳ４における移動範囲と同じであってもよい。このようにノズル移動駆動部３４が第１ノズル３を往復移動させれば、各吐出口３ａからのリンス液Ｌ１の着液位置を移動させる

ことができる。これにより、さらに均一にリンス液Ｌ１を基板Ｗの主面Ｗａに供給することができる。このため、処理部１はより均一に薬液Ｌ２からリンス液Ｌ１への置換を行うことができる。

[0105] 以上のように、ステップＳ５により、主面Ｗａ上の処理液はおおむね薬液Ｌ２からリンス液Ｌ１に置換される。ただし、基板Ｗの回転速度は低いので、わずかに薬液Ｌ２が基板Ｗの主面Ｗａ上に残留し得る。

[0106] 薬液Ｌ２からリンス液Ｌ１への置換がある程度進行すると、処理部１は、後述のステップＳ６を実行する。例えば、リンス液Ｌ１の供給から所定のポスト時間が経過すると、処理部１は基板Ｗの回転速度を増加させつつ、基板Ｗの主面Ｗａにリンス液Ｌ１を供給する（ステップＳ６：置換促進工程、図９も参照）。

[0107] また、ここでは一例として、処理部１はリンス液Ｌ１を吐出するノズルを第１ノズル３から第２ノズル５へ切り替える。つまり、処理部１は第２ノズル５を用いてリンス液Ｌ１を基板Ｗの主面Ｗａに供給する。図８（ｂ）は、ステップＳ６における処理部１の様子の一例を概略的に示す図である。

[0108] 具体的には、制御部９０はバルブ３２を閉じ、ノズル移動駆動部３４に第１ノズル３を第１待機位置へ移動させ、ノズル移動駆動部５４に第２ノズル５を第２処理位置に移動させ、バルブ５２を開き、基板保持部２に基板Ｗの回転速度を増加させる。これにより、リンス液Ｌ１は、第２ノズル５の単一の吐出口５ａから、比較的に高い回転速度で回転している基板Ｗの主面Ｗａの中央部に向かって、連続流の状態で吐出される。ここでいう中央部とは、例えば、基板Ｗの直径の５分の１以下の直径を有する円領域内の部分であってもよい。基板Ｗの回転速度は、例えば、１００ｒｐｍ以上かつ１２００ｒｐｍ以下程度に設定されてもよく、１００ｒｐｍ以上かつ５００ｒｐｍ以下に設定されてもよく、２００ｒｐｍ以上かつ５００ｒｐｍ以下に設定されてもよい。

[0109] 基板Ｗの主面Ｗａの中央部に着液したリンス液Ｌ１は主面Ｗａを径方向外側に流れて、基板Ｗの周縁から飛散する（図８（ｂ）参照）。基板Ｗの周縁

から飛散したリンス液Ｌ１はガード６１の内周面で受け止められてもよい。言い換えれば、基板保持部２は、リンス液Ｌ１がガード６１の内周面まで到達する程度の回転速度で回転させてもよい。

[0110] 以上のように、ステップＳ６では、基板Wの回転速度が比較的に高い。このため、基板Wの主面Ｗａ上の処理液に生じる遠心力は比較的に大きく、処理液が径方向外側に流れやすい。したがって、基板Wの主面Ｗａ上に残留した薬液Ｌ２も径方向外側に流れやすく、基板Wの周縁から外側に飛散（若しくは流下）しやすい。よって、薬液Ｌ２からリンス液Ｌ１への置換効率を向上させることができる。

[0111] しかも、上述の例では、ステップＳ６において、第２ノズル５が基板Wの主面Ｗａの中央部に向かってリンス液Ｌ１を吐出する。このため、リンス液Ｌ１は基板Wの主面Ｗａをその中央部から径方向外側に流れる。したがって、リンス液Ｌ１が基板Wの主面Ｗａ上の処理液を径方向外側に押し流すことができる。つまり、主面Ｗａ上に残留した薬液Ｌ２がリンス液Ｌ１によって径方向外側に押し流され、リンス液Ｌ１とともに基板Wの周縁から外側に飛散（若しくは流下）する。これにより、薬液Ｌ２からリンス液Ｌ１への置換効率をさらに向上させることができる。

[0112] 薬液Ｌ２からリンス液Ｌ１への置換が十分に行われると、処理部１はリンス液Ｌ１の供給を停止する。例えば、基板Wの回転速度の増加開始から所定の置換促進時間が経過すると、制御部９０はバルブ５２を閉じる。これにより、第２ノズル５からのリンス液Ｌ１の供給が停止する。

[0113] 次に、処理部１は基板Wを乾燥させる（ステップＳ７：乾燥工程）。具体的な一例として、基板保持部２は基板Wの回転速度をさらに増加させる（いわゆるスピン乾燥、図９も参照）。基板Wの回転速度は、例えば、１２００ｒｐｍよりも大きく設定されてもよく、１５００ｒｍｐ以上に設定されてもよく、２０００ｒｐｍ以上に設定されてもよい。基板Wの回転速度がステップＳ６における基板Wの回転速度よりも高いので、基板Wの周縁から飛散する処理液の量を増加させることができる。また、気流によって、基板Wの処

理液の蒸発を促進させることもできる。このため、基板Ｗをより速やかに乾燥させることができる。

[0114] 逆に言えば、ステップＳ６における基板Ｗの回転速度は、ステップＳ７における基板Ｗの回転速度よりも低いので、ステップＳ６において、リンス液Ｌ１の液はねを抑制することができる。

[0115] 基板Ｗが十分に乾燥すると、処理部１は基板Ｗの回転を停止する。例えば、回転速度の増加から所定の乾燥時間が経過すると、基板保持部２は基板Ｗの回転を停止する。

[0116] 次に、基板保持部２は基板Ｗの保持を解除する（ステップＳ８：保持解除工程）。具体的には、基板保持部２は、複数のチャックピン２２をそれぞれの保持位置から解除位置に変位させる。これにより、基板Ｗの保持が解除される。次に、センターロボット１２２が基板Ｗを処理部１から搬出する。

[0117] 以上のように、処理部１は、複数のダイＤ０によって主面Ｗａが凹凸形状を有する基板Ｗに対して、種々の処理を行うことができる。

[0118] 本基板処理方法によれば、処理部１は、ステップＳ３（プリパドル工程）において、複数のダイＤ０の表面がリンス液Ｌ１に覆われる回転速度で基板Ｗを回転させながら、基板Ｗの主面Ｗａにリンス液Ｌ１を供給する。ステップＳ３では、基板Ｗの回転速度が低いからこそ、リンス液Ｌ１が複数のダイＤ０の表面を覆う程度に、リンス液Ｌ１の液膜を大きくすることができる。

[0119] 次のステップＳ４（薬液パドル工程）では、処理部１は、複数のダイＤ０の表面が薬液Ｌ２に覆われる回転速度で基板Ｗを回転させながら、第１ノズル３から基板Ｗの主面Ｗａに向かって薬液Ｌ２を吐出させる。つまり、ステップＳ４でも、基板Ｗの回転速度が低い状態で、薬液Ｌ２が基板Ｗの主面Ｗａに着液する。基板Ｗの回転速度は、例えば、薬液Ｌ２がガード６１の内周面まで飛散されない程度の値に設定される。このように、薬液Ｌ２は低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａに着液するので、薬液Ｌ２の液はねを抑制することができる。

[0120] しかも、本実施の形態では、ステップＳ４の直前のステップＳ３にて、基

板Wの主面Ｗａ上にはリンス液Ｌ１の液膜が形成される。このため、ステップＳ４の開始時では、第１ノズル３からの薬液Ｌ２はリンス液Ｌ１の液膜に着液する。したがって、薬液Ｌ２は、ダイＤ０の角部に直接に着液せず、薬液Ｌ２の液はねをさら抑制することができる。また、薬液Ｌ２は基板Wの主面Ｗａ上でリンス液Ｌ１とともに流動するので、薬液Ｌ２はステップＳ４の初期から高い流動性で広がることができる。

[0121] 比較のために、乾燥状態の基板Wの主面Ｗａに薬液Ｌ２を供給する場合について説明する。この場合、薬液Ｌ２はダイＤ０の角部に直接に着液し得るので、液はねが生じる。液はねした薬液Ｌ２の液滴は基板Wの主面Ｗａ上のランダムな位置に着液し得る。このため、意図しない位置で薬液Ｌ２が主面Ｗａに作用し始める。また、薬液Ｌ２は主面Ｗａの深い凹凸によって主面Ｗａ上を不均一に流れる。このような液はね若しくは不均一な流れによって、薬液Ｌ２が速やかに到達する位置と、到達しにくい位置とが局所的に顕在化する。薬液Ｌ２が速やかに到達する位置では、他の位置に比べて、薬液Ｌ２がより速いタイミングで主面Ｗａに作用し始める。一方で、薬液Ｌ２が到達しにくい位置では、他の位置に比べて、薬液Ｌ２がより遅いタイミングで主面Ｗａに作用し始める。つまり、基板Wの主面Ｗａについての開始タイミングの分布に大きなばらつきが生じる。これによって、実質的な薬液処理が基板Wの主面Ｗａに対して不均一に始まってしまう。

[0122] これに対して、本実施の形態では、薬液Ｌ２は、低速回転中の基板Wの主面Ｗａ上のリンス液Ｌ１の液膜に着液する。このため、薬液Ｌ２の液はねは生じにくく、しかも、薬液Ｌ２は高い流動性でより均一に主面Ｗａ上を広がる。したがって、より均一にリンス液Ｌ１から薬液Ｌ２の置換が行われる。つまり、開始タイミングのばらつきを低減させることができる。言い換えれば、処理部１はより均一に薬液処理を基板Wの主面（例えばダイＤ０）に対して開始することができる。

[0123] また、上述の具体例では、ステップＳ４において第１ノズル３の複数の吐出口３ａから薬液Ｌ２が吐出される。この場合、基板Wの主面Ｗａに対して

より均一に薬液Ｌ２を供給することができる。このため、処理部１はさらに均一に薬液処理を基板Ｗに対して行うことができる。

[0124] また、上述の具体例では、複数の吐出口３ａがおおむね径方向に沿って並んだ状態で、複数の吐出口３ａから薬液Ｌ２が基板Ｗの主面Ｗａに向かって吐出される。この場合、径方向に沿った直線上の各位置における開始タイミングのばらつきをより効果的に低減させることができる。

[0125] また、上述の具体例では、ステップＳ４において第１ノズル３が所定の移動範囲で往復移動する。この場合、各吐出口３ａからの着液位置が時間とともに変動する。これによっても、処理部１は基板Ｗの主面Ｗａに対してより均一に薬液Ｌ２を供給することができ、さらに均一に薬液処理を基板Ｗに対して行うことができる。

[0126] また、上述の具体例では、ステップＳ４において基板Ｗの主面Ｗａ上のリンス液Ｌ１が薬液Ｌ２に置換された後にも、第１ノズル３は薬液Ｌ２を吐出し続ける。このため、処理部１は処理の不足を抑制しつつ、より高いスループットで薬液処理を基板Ｗに対して行うことができる。

[0127] また、上述の具体例では、ステップＳ３およびステップＳ４において同じ第１ノズル３が用いられている。このため、ノズルの切換が必要なく、処理が簡易である。

[0128] また、上述の具体例では、処理部１は、ステップＳ５（ポストパドル工程）において、複数のダイＤ０の表面がリンス液Ｌ１に覆われる回転速度で基板Ｗを回転させつつ、第１ノズル３から基板Ｗの主面Ｗａに向かってリンス液Ｌ１を吐出させる。基板Ｗの回転速度は、例えば、処理液がガード６１の内周面まで飛散されない程度の値に設定される。このように、リンス液Ｌ１は低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａに着液するので、リンス液Ｌ１の液はねを抑制することができる。

[0129] もし仮にリンス液Ｌ１が薬液Ｌ２の液膜に着液して跳ね返ると、薬液Ｌ２がリンス液Ｌ１に巻き込まれて跳ね上がる。これにより、基板Ｗの主面Ｗａに対して薬液Ｌ２が不均一に作用するおそれがある。これに対して、上述の

具体例では、ステップＳ５においてリンス液Ｌ１の液はねを抑制することができる。したがって、処理部１はより均一に基板Ｗの主面Ｗａ上の処理液を薬液Ｌ２からリンス液Ｌ１への置換することができる。

[0130] また、上述の具体例では、ステップＳ６（置換促進工程）が行われる。ステップＳ６における基板Ｗの回転速度は、ステップＳ３からステップＳ５における基板Ｗの回転速度よりも高く設定される。具体的な一例として、ステップＳ６における基板Ｗの回転速度は、基板Ｗの周縁から飛散した処理液がガード６１の内周面に到達する程度の値に設定されてもよい。この基板Ｗの回転速度の増加によれば、たとえステップＳ５によって基板Ｗの主面Ｗａ上に薬液Ｌ２が残留したとしても、ステップＳ６において、薬液Ｌ２をより確実に基板Ｗの周縁から飛散させることができる。

[0131] また、上述の具体例では、ステップＳ６において第２ノズル５が基板Ｗの主面Ｗａの中央部に向かってリンス液Ｌ１を吐出する。これにより、リンス液Ｌ１が基板Ｗの主面Ｗａ上の薬液Ｌ２を中央部から径方向外側に押し流すので、薬液Ｌ２をさらに確実に基板Ｗの周縁から飛散させることができる。

[0132] ＜薬液処理時間＞

ステップＳ４（薬液パドル工程）における基板Ｗの回転速度は低いので、第１ノズル３が薬液Ｌ２の吐出を開始する時点での基板Ｗの回転位置と、第１ノズル３が薬液Ｌ２の吐出を停止する時点での基板Ｗの回転位置との間のずれが、薬液処理の均一性に大きく影響する。以下に、具体的に説明する。なお以下では、説明の簡単のために、ステップＳ４において、第１ノズル３を往復移動させないものとする。

[0133] 図１２は、第１ノズル３と基板Ｗとの位置関係を示す平面図である。図１２には、基板Ｗの回転方向が矢印で示されている。図１２の例では、基板Ｗは反時計回りに回転する。図１２には、薬液Ｌ２が最初に着液する着液位置を結んだ仮想的な開始線ＶＬ１と、薬液Ｌ２が最後に着液する着液位置を結んだ仮想的な終了線ＶＬ２とが示されている。第１ノズル３が複数の吐出口３ａから薬液Ｌ２を吐出し始めると、薬液Ｌ２はまず開始線ＶＬ１上の各着

液位置に着液し、続けて、基板Ｗの回転に伴って、回転方向上流側の各位置に着液する。つまり、各着液位置は、基板Ｗの主面Ｗａ上において、回転軸線Ｑ１を中心としたリング状の軌跡ＣＬ１を回転方向上流側に向かって相対的に移動する。薬液処理時間Ｔが経過すると、第１ノズル３が複数の吐出口３ａからの薬液Ｌ２の吐出を停止する。これにより、最後の薬液Ｌ２が終了線ＶＬ２上の各着液位置に着液する。

[0134] 基板Ｗの主面Ｗａは、開始線ＶＬ１および終了線ＶＬ２によって領域Ｒ１と領域Ｒ２とに二分される。領域Ｒ１は、開始線ＶＬ１よりも回転方向上流側の領域である。言い換えれば、領域Ｒ１の回転方向下流側の端が開始線ＶＬ１であり、回転方向上流側の端が終了線ＶＬ２である。領域Ｒ２は、終了線ＶＬ２よりも回転方向上流側の領域である。

[0135] 領域Ｒ１上の各位置は領域Ｒ２よりも１回多く第１ノズル３の直下を通過するので、領域Ｒ１には、領域Ｒ２よりも多くの薬液Ｌ２が供給される。このため、領域Ｒ１と領域Ｒ２との間には、薬液Ｌ２による処理の程度の差が生じ得る。特に本実施の形態では、ステップＳ４における基板Ｗの回転速度は低いので、当該差は比較的に大きい。開始線ＶＬ１および終了線ＶＬ２が同じであれば、基板Ｗの主面Ｗａの全体が領域Ｒ１に相当するので、薬液処理の均一性を最も高めることができる。逆に言えば、開始線ＶＬ１および終了線ＶＬ２が一直線上に並ぶ場合には、領域Ｒ１および領域Ｒ２の面積が同じとなり、薬液処理の均一性が最も低下する。

[0136] 開始線ＶＬ１の周方向の位置は、第１ノズル３が薬液Ｌ２を吐出し始めるタイミングでの基板Ｗの回転位置によって規定され、終了線ＶＬ２の周方向の位置は、第１ノズル３が薬液Ｌ２の吐出を停止するタイミングでの基板Ｗの回転位置によって規定される。つまり、開始線ＶＬ１および終了線ＶＬ２の相対位置は、薬液Ｌ２を吐出する薬液処理時間Ｔおよび基板Ｗの回転速度に依存する。

[0137] そこで、薬液処理時間Ｔを基板Ｗの回転速度に応じて設定してもよい。言い換えれば、薬液処理時間Ｔを、基板Ｗの１回転に要する単位時間ΔＴに応

じて設定してもよい。具体的には、以下の式（１）を満たすように、薬液処理時間Ｔが設定されてもよい。

[0138] ｜Ｔ－ｎ・ΔＴ｜／ΔＴ≦α ・・・（１）

ここで、ｎは整数であり、薬液処理時間Ｔ内において基板Ｗが回転する回数（小数点は切り下げ）を示す。αは例えば０，２５以下に設定される。式（１）によれば、薬液処理時間Ｔと単位時間ΔＴの整数倍（＝ｎ・ΔＴ）との差が、単位時間ΔＴの４分の１以下となるように、薬液処理時間Ｔが設定される。αは例えば０．２に設定されてもよく、０．１に設定されてもよい。αが小さく設定されるほど、開始線ＶＬ１と終了線ＶＬ２との差（角度）を小さくすることができる。つまり、αを小さく設定するほど、薬液処理の均一性を向上させることができる。αがゼロである場合には、薬液処理時間Ｔは単位時間ΔＴの整数倍に設定される。この薬液処理時間Ｔは予め設定されて、例えば記憶部９２１に記憶されてもよい。

[0139] ＜ポストパドル工程のノズル＞

上述の具体例では、ステップＳ４（薬液パドル工程）では、第１ノズル３から薬液Ｌ２が吐出され、ステップＳ５（ポストパドル工程）では、同じく第１ノズル３からリンス液Ｌ１が吐出される。つまり、ステップＳ４およびステップＳ５で用いられるノズルはいずれも第１ノズル３である。これによれば、以下に説明するように、処理部１はさらに均一に基板Ｗの主面Ｗａに対して薬液処理を行うことができる。

[0140] まず、ステップＳ４の初期において、薬液Ｌ２が基板Ｗの主面Ｗａに着液し始める様子について説明する。上述の具体例では、第１ノズル３は、径方向に沿って並ぶ複数の吐出口３ａから薬液Ｌ２を吐出する。しかも、本実施の形態では、複数の吐出口３ａから吐出された薬液Ｌ２はリンス液Ｌ１の液膜に着液する（図１１も参照）。このため、薬液Ｌ２は各着液位置から速やかに広がることができる。したがって、基板Ｗの主面Ｗａのうち径方向に沿う直線上の各位置には、非常に小さい時間差で薬液Ｌ２が供給される。そこで、ここでは説明の簡単のために、該直線上では同時に薬液Ｌ２が供給され

るものとする。

[0141] 基板Wの主面Ｗａ上の位置が第１ノズル３の直下を通過する際に、薬液Ｌ２が当該位置に着液する。このため、薬液Ｌ２が各位置に供給され始める開始タイミングｔ１は、開始線ＶＬ１から回転方向上流側の位置ほど遅くなる。図１３は、基板Wの主面Ｗａ上の周方向の各位置における開始タイミングｔ１、終了タイミングｔ２および実質的な処理時間を示すグラフである。終了タイミングｔ２および処理時間については後に詳述する。図１３の例では、基板Wの主面Ｗａ上の周方向における各位置を角度θ（図１２も参照）で示しており、開始線ＶＬ１を０度とし、回転方向上流側に向かう方向を正としている。

[0142] 図１３に示されるように、開始タイミングｔ１は、開始線ＶＬ１から回転方向上流側に離れる位置ほど、遅い。開始タイミングｔ１は、基板Wの回転速度に応じた比例係数で、周方向の位置に比例する。当該比例係数は、基板Wの回転速度が低いほど大きい。つまり、本実施の形態のように、基板Wの回転速度が低い場合には、開始線ＶＬ１における開始タイミングｔ１と、開始線ＶＬ１よりも回転方向下流側の直後の位置における開始タイミングｔ１との差は大きくなる。

[0143] 基板Wの主面Ｗａ上の各位置に対する薬液Ｌ２の作用は、実質的には、ステップＳ５（ポストパドル工程）のリンス液Ｌ１の供給によって終了する。このため、簡単には、リンス液Ｌ１が着液し始めるタイミングを、終了タイミングｔ２と把握することができる。上述の具体例では、ステップＳ５において、第１ノズル３は、径方向に沿って並ぶ複数の吐出口３ａからリンス液Ｌ１を吐出する。そこで、ここでは説明の簡単のために、基板Wの主面Ｗａのうち径方向に沿う直線上の各位置には、同時にリンス液Ｌ１が供給されるものとする。

[0144] 図１３の例では、終了線ＶＬ２を０度としている。つまり、開始線ＶＬ１および終了線ＶＬ２が同じである。第１ノズル３からのリンス液Ｌ１は最初に終了線ＶＬ２（＝開始線ＶＬ１）に着液する。基板Wの回転に伴って、終

了線ＶＬ２から回転方向上流側に離れた部分にも徐々にリンス液Ｌ１が着液するので、終了線ＶＬ２から回転方向上流側に離れた位置ほど、より遅いタイミングでリンス液Ｌ１が着液する。したがって、図１３に示されるように、終了タイミングｔ２は、終了線ＶＬ２から回転方向上流側で離れた位置ほど、遅い。終了タイミングｔ２は、基板Ｗの回転速度に応じた比例係数で、周方向の位置に比例する。当該比例係数は、基板Ｗの回転速度が低いほど大きい。

[0145] 基板Ｗの主面Ｗａ上の各位置における実質的な処理時間は、同じ位置における終了タイミングｔ２と開始タイミングｔ１との間の時間（＝ｔ２－ｔ１）である。上述のように、開始タイミングｔ１は、より回転方向上流側の位置ほど遅くなり、終了タイミングｔ２も、より回転方向上流側の位置ほど遅くなるので、各位置における実質的な処理時間（＝ｔ２－ｔ１）のばらつきを低減させることができる。

[0146] 以上のように、ステップＳ４およびステップＳ５において、処理部１は同じ第１ノズル３からそれぞれ薬液Ｌ２およびリンス液Ｌ１を吐出させる。このため、実質的な処理時間の主面Ｗａ上の分布のばらつきを低減させることができる。したがって、処理部１はさらに均一に基板Ｗに対して薬液処理を行うことができる。

[0147] ステップＳ４およびステップＳ５における基板Ｗの回転速度（例えば目標値）が同じであれば、理想的には、実質的な処理時間のばらつきを解消することができる。図１３の例では、実質的な処理時間が基板Ｗの主面Ｗａ上の位置によらず、一定で示されている。なお、両回転速度は完全に同じでなくてもよく、異なっていてもよい。例えば、ステップＳ４における基板Ｗの回転速度（例えば目標値）と、ステップＳ５における基板Ｗの回転速度（例えば目標値）との差は、ステップＳ４における基板Ｗの回転速度の５０％以下であってもよく、２０％以下であってもよく、１０％以下であってもよく、５％以下であってもよい。これによれば、実質的な処理時間のばらつきをより効果的に低減させることができる。

[0148] なお、ステップＳ４からステップＳ５への遷移において、制御部９０はバルブ３２を開き続けつつ、薬液バルブ４３およびリンスバルブ４４の開閉状態を切り替えてもよい。これによれば、第１ノズル３は薬液Ｌ２に続いて時間的に連続的にリンス液Ｌ１を吐出することができる。言い換えれば、第１ノズル３が薬液Ｌ２に連続的にリンス液Ｌ１を吐出できる程度の時間差内で、薬液バルブ４３およびリンスバルブ４４の開閉状態を切り替えてもよい。第１ノズル３がリンス液Ｌ１を薬液Ｌ２に連続して吐出することにより、リンス液Ｌ１を、薬液Ｌ２が最後に着液する終了線ＶＬ２に対してより高い位置精度で着液させることができる。

[0149] ＜薬液の流量および基板の回転速度＞

ステップＳ４（薬液パドル工程）における薬液Ｌ２の流量を、ステップＳ３（プリパドル工程）におけるリンス液Ｌ１の流量よりも大きく設定してもよい。さらに、ステップＳ４における基板Ｗの回転速度を、ステップＳ３における基板Ｗの回転速度よりも高く設定してもよい。つまり、ステップＳ４における基板Ｗの回転速度を、ステップＳ３における基板Ｗの回転速度よりも高く、かつ、ステップＳ７（置換促進工程）における基板Ｗの回転速度よりも低く設定してもよい。

[0150] 薬液Ｌ２の流量がより大きく、かつ、基板Ｗの回転速度がより高いので、基板Ｗの主面Ｗａ上において古い薬液Ｌ２が新しい薬液Ｌ２へ速やかに置換される。しかも、新しい薬液Ｌ２が供給されることにより、基板Ｗの主面Ｗａ上の薬液Ｌ２の濃度分布を均一化させることができる。このため、薬液処理の均一性を向上させることができる。

[0151] また、異物が基板Ｗの主面Ｗａ上で分散していると、処理が不均一に行われ得る。これに対して、薬液Ｌ２の流量がより大きく、かつ、基板Ｗの回転速度がより高ければ、異物を速やかに基板Ｗの主面Ｗａから除去することができる。このため、薬液処理の均一性をさらに向上させることができる。

[0152] ＜複数の薬液処理＞

上述の具体例では、処理部１は１種類の薬液を用いた薬液処理を行うもの

の、複数種類の薬液を用いた薬液処理を基板Ｗに対して順次に行ってもよい。図１４は、第１実施形態にかかる処理部１の構成の第２例を概略的に示す図である。図１４の例では、処理部１は、第１薬液（例えばフッ酸）、第２薬液（例えば硫酸と過酸化水素水の混合液）およびリンス液を選択的に基板Ｗに供給可能に構成されている。具体的には、切換部４は、給液管３１の上流端、薬液供給管４１の下流端およびリンス液供給管４２の下流端のみならず、薬液供給管４５の下流端にも接続されている。切換部４は、給液管３１に連通させる配管を、薬液供給管４１、薬液供給管４５およびリンス液供給管４２の間で切り替える。薬液供給管４１の上流端は第１薬液供給源（不図示）に接続され、薬液供給管４５の上流端は第２薬液供給源（不図示）に接続される。第１薬液および第２薬液は互いに異なる種類の薬液である。

[0153] 切換部４は例えば多連弁であってもよい。具体的には、切換部４は薬液バルブ４３およびリンスバルブ４４のみならず、薬液バルブ４６も含んでもよい。薬液バルブ４３が開くことにより、薬液供給管４１が給液管３１に連通し、リンスバルブ４４が開くことにより、リンス液供給管４２が給液管３１に連通し、薬液バルブ４６が開くことにより、薬液供給管４５が給液管３１に連通する。これらのバルブは制御部９０によって制御される。

[0154] 図１５は、第１実施形態にかかる基板処理の第２例を示すフローチャートである。まず、ステップＳ１と同様に、基板Ｗが処理部１に搬入され、基板保持部２が基板Ｗを保持する（ステップＳ１１：保持工程）。次に、ステップＳ２と同様に、基板保持部２が基板Ｗの回転を開始する（ステップＳ１２：回転開始工程）。

[0155] 次に、ステップＳ３と同様に、処理部１は低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａにリンス液を供給して、基板Ｗの主面Ｗａにリンス液の液膜を形成する（ステップＳ１３：プリウェット工程（プリパドル工程））。次に、ステップＳ４と同様に、処理部１は第１ノズル３から低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａに向かって第１薬液を吐出させる（ステップＳ１４：薬液処理工程（薬液パドル工程））。これにより、基板Ｗの主面Ｗａ上に第１薬液の液膜が形成され

、第１薬液が基板Ｗの主面に作用する。つまり、第１薬液に応じた処理が基板Ｗ（例えばダイＤ０）に対して行われる。次に、ステップＳ５と同様に、処理部１は低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａにリンス液を供給する（ステップＳ１５：ポストウェット工程（ポストパドル工程））。これにより、基板Ｗの主面Ｗａ上の第１薬液がリンス液に置換される。ただし、ステップＳ１５では基板Ｗの回転速度が低いので、基板Ｗの主面Ｗａ上に第１薬液がわずかに残留し得る。そこで、次に、ステップＳ６と同様に、処理部１は、基板Ｗの回転速度を増加させつつ、第２ノズル５から基板Ｗの主面Ｗａの中央部に向かってリンス液を吐出させる（ステップＳ１６：置換促進工程）。これにより、基板Ｗの主面Ｗａ上に残留した第１薬液をより確実にリンス液に置換することができる。

[0156] ステップＳ１６では、基板Ｗの回転速度がステップＳ１３からステップＳ１５における基板Ｗの回転速度よりも高いので、基板Ｗの主面Ｗａ上のリンス液の液膜は薄くなり、基板Ｗのダイ Ｄ０の上面の少なくとも一部が露出し得る。言い換えれば、置換促進工程における基板Ｗの回転速度は、基板Ｗの主面Ｗａ上のダイＤ０の上面の少なくとも一部が吐出する程度の値に設定されてもよい。

[0157] そこで、図１５の例では、ステップＳ３と同様に、処理部１は基板Ｗの回転速度を低減させ、再び、低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａにリンス液を供給して、基板Ｗの主面Ｗａにリンス液の液膜を形成する（ステップＳ１７：プリパドル工程）。これにより、処理部１は、複数のダイＤ０の表面を覆うリンス液の液膜を基板Ｗの主面Ｗａ上に再び形成することができる。次に、ステップＳ４と同様に、処理部１は第１ノズル３から低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａに向かって第２薬液を吐出させる（ステップＳ１８：薬液パドル工程）。これにより、基板Ｗの主面Ｗａ上に第２薬液の液膜が形成され、第２薬液が基板Ｗの主面Ｗａに作用する。つまり、第２薬液に応じた処理が基板Ｗの主面Ｗａ（例えばダイＤ０）に対して行われる。次に、ステップＳ５と同様に、処理部１は低速回転中の基板Ｗの主面Ｗａにリンス液を供給する（ス

テップＳ１９：ポストパドル工程）。これにより、基板Ｗの主面Ｗａ上の第２薬液がリンス液に置換される。ただし、ステップＳ１９では基板Ｗの回転速度が低いので、基板Ｗの主面Ｗａ上に第２薬液がわずかに残留し得る。そこで、次に、ステップＳ６と同様に、処理部１は、基板Ｗの回転速度を増加させつつ、第２ノズル５から基板Ｗの主面Ｗａの中央部に向かってリンス液を吐出させる（ステップＳ２０：置換促進工程）。これにより、基板Ｗの主面Ｗａ上に残留した第２薬液をより確実にリンス液に置換することができる。

[0158] 次に、ステップＳ７と同様に、処理部１は基板Ｗの回転速度を増加させ、基板Ｗを乾燥させる（ステップＳ２１：乾燥工程）。次に、ステップＳ８と同様に、処理部１は基板Ｗの保持を解除し（保持解除工程）、センターロボット１２２が基板Ｗを搬出する。

[0159] 以上のように、処理部１は、基板Ｗに対して第１薬液に応じた第１薬液処理および第２薬液に応じた第２薬液処理をこの順で行うことができる。つまり、処理部１は、ステップＳ３（プリパドル工程）、ステップＳ４（薬液パドル工程）、ステップＳ５（ポストパドル工程）およびステップＳ６（置換促進工程）を一組とした処理を、複数回行っている。ただし、処理部１は、各ステップＳ４において、互いに異なる種類の薬液を基板Ｗの主面Ｗａに供給する。３種以上の薬液処理を行う場合には、処理部１は当該一組の処理を繰り返し３回以上行う。

[0160] ＜第２実施形態＞

図１６は、第２実施形態にかかる処理部１の構成の一例を概略的に示す図である。以下では、第２実施形態にかかる処理部１を処理部１Ａとも呼ぶ。処理部１Ａは、例えば、基板Ｗの姿勢および第１ノズル３の位置という点で処理部１と相違する。また、図１６の例では、処理部１Ａには第２ノズル５が設けられていない。

[0161] 図１６に示されるように、処理部１Ａでは、基板保持部２は、主面Ｗａが鉛直下方に向く姿勢で基板Ｗを保持する。つまり、第２実施形態では、基板

Wは、センターロボット１２２によって、その主面Ｗａが鉛直下方を向いた姿勢で処理部１Ａに搬入され、基板保持部２が当該姿勢で基板Ｗを受け取って基板Ｗを保持する。

[0162] また、処理部１Ａでは、第１ノズル３は、基板保持部２によって保持された基板Ｗよりも鉛直下方に位置している。図１６の例では、第１ノズル３は基板Ｗの主面Ｗａとスピンベース２１との間に設けられている。第１ノズル３は、基板保持部２によって保持された基板Ｗの主面Ｗａに向かって、処理液を吐出する。図１６の例では、第１ノズル３は、基板Ｗの主面Ｗａに沿う方向に延びており、その上部に複数の吐出口３ａが形成されている。図１６の例では、第１ノズル３は回転軸線Ｑ１についての径方向に沿って延びている。複数の吐出口３ａは第１ノズル３の長手方向（つまり、径方向）に沿って間隔をあけて配列される。複数の吐出口３ａは１列に配列されてもよい。吐出口３ａの個数は特に制限されないものの、例えば、１０個以上であってもよく、１５個以上であってもよい。吐出口３ａは例えば平面視で円状の形状を有していてもよく、その直径は例えば数ｍｍ程度に設定されていてもよい。

[0163] 第１ノズル３は、処理液として薬液およびリンス液を選択的に吐出可能である。図１６の例では、第１ノズル３は給液管３１の下流端に接続される。図１６の例では、シャフト２３１は中空シャフトであり、スピンベース２１の中央部には、鉛直方向においてスピンベース２１を貫通する貫通穴が形成されている。貫通穴はシャフト２３１の中空部に連通している。給液管３１はシャフト２３１の中空部およびスピンベース２１を貫通しており、その上端（下流端）がスピンベース２１から鉛直上方に突出する。給液管３１の上端は第１ノズル３に接続される。第１ノズル３は給液管３１の上端から径方向外側に向かって延びている。給液管３１の下端（上流端）は切換部４に接続され、切換部４は薬液供給管４１の下流端およびリンス液供給管４２の下流端にも接続される。薬液供給管４１の上流端は薬液供給源に接続され、リンス液供給管４２の上流端はリンス液供給源に接続される。切換部４は制御

部９０によって制御され、給液管３１に連通させる配管を、薬液供給管４１およびリンス液供給管４２の間で切り替える。

[0164] ところで、基板Wの回転時の主面Ｗａの各位置の周方向の移動速度は径方向外側に向かうほど高くなる。そこで、第１ノズル３は、基板Wの主面Ｗａのうち径方向内側の中央領域への流量よりも大きな流量で、主面Ｗａのうち径方向外側の周辺領域に処理液を吐出してもよい。図１７の例では、径方向外側に位置する吐出口３ａの開口面積が径方向内側に位置する吐出口３ａの開口面積よりも大きい。複数の吐出口３ａの開口面積は、径方向外側に向かうにしたがって単調非減少で大きくなっていてもよい。つまり、ある吐出口３ａの開口面積は、当該吐出口３ａよりも径方向内側に位置する開口面積以上であってもよい。これによれば、第１ノズル３は移動速度の高い周辺領域に対して中央領域よりも大きな流量で処理液を吐出することができるので、基板Wの主面Ｗａに対してより均一に処理液を供給することができる。

[0165] あるいは、第１ノズル３の隣り合う吐出口３ａどうしのピッチが、径方向外側に向かうにつれて、単調非減少で大きくなっていてもよい。つまり、ある２つの吐出口３ａ間のピッチが、当該２つの吐出口３ａよりも径方向内側に位置する２つの吐出口３ａのピッチ以上であってもよい。これによれば、第１ノズル３は移動速度の高い周辺領域に大きな流量で処理液を吐出することができるので、基板Wの主面Ｗａに対してより均一に処理液を供給することができる。これによっても、第１ノズル３は移動速度の高い周辺領域に対して中央領域よりも大きな流量で処理液を吐出することができるので、基板Wの主面Ｗａに対してより均一に処理液を供給することができる。

[0166] 図１７は、第２実施形態にかかる基板処理の一例を示すフローチャートである。まず、センターロボット１２２が基板Wを処理部１Ａのチャンバ１０内に搬入し、基板保持部２が基板Wを受け取って、基板Wを保持する（ステップＳ３１：保持工程）。ここでは、センターロボット１２２は、基板Wの主面Ｗａが鉛直下方を向く姿勢で基板Wをチャンバ１０内に搬入する。基板保持部２は、主面Ｗａが鉛直下方を向く姿勢で基板Wを保持する。基板保持

部２は、基板Ｗに対する処理の終了まで基板Ｗを保持し続ける。またここでは、チャンバ１０内への搬入時において、基板Ｗの主面Ｗａはおおむね乾燥状態にある。

[0167] 次に、基板保持部２は基板Ｗを回転軸線Ｑ１のまわりで回転させ始める（ステップＳ３２）。基板保持部２は、基板Ｗに対する処理の終了まで基板Ｗの回転を維持してもよい。また、ステップＳ３１の後に、ガード昇降駆動部６３はガード６１を上位置に上昇させてもよい。

[0168] 次に、処理部１Ａは基板Ｗの主面Ｗａにリンス液を供給する（ステップＳ３３：プリウェット工程）。具体的には、制御部９０はリンスバルブ４４およびバルブ３２を開く。これにより、第１ノズル３の複数の吐出口３ａから連続流の状態でリンス液が吐出される。リンス液の流量および基板Ｗの回転速度は、基板Ｗのダイ００の表面がリンス液で覆われるように設定される。第２実施形態では、基板Ｗの主面Ｗａが鉛直下方を向くので、リンス液の液膜のうち厚みの大きい部分は落下しやすい。このため、リンス液の液膜のうちのダイ００どうしの間の部分の厚みは、ダイ００の厚み未満になり得る。

[0169] リンス液の供給開始から所定のプリ時間が経過したときに、制御部９０は後述のステップＳ３４を実行する。

[0170] 次に、処理部１Ａは基板Ｗの主面Ｗａに薬液を供給する（ステップＳ３４：薬液処理工程）。制御部９０はリンスバルブ４４を閉じ、薬液バルブ４３およびバルブ３２を開く。これにより、第１ノズル３の複数の吐出口３ａから連続流の状態で薬液が基板Ｗの主面Ｗａに向かって吐出される。薬液の流量および基板Ｗの回転速度は、基板Ｗのダイ００の表面が薬液で覆われるように設定される。薬液の液膜のうちのダイ００の間の部分の厚みは、ダイ００の厚み未満になり得る。

[0171] 薬液の供給により、主面Ｗａに付着する処理液はリンス液から薬液に置換される。薬液は、第１実施形態と同様に、初期的には基板Ｗの主面Ｗａに付着したリンス液の液膜に着液する。このため、薬液はステップＳ３４の初期からより均一に主面Ｗａ上を広がることができる。したがって、処理部１Ａ

はより均一にリンス液を薬液に置換することができ、薬液はより均一に基板Wの主面Ｗａに作用し始める。言い換えれば、基板Wの主面Ｗａ上の各位置に薬液が作用し始める開始タイミングの主面Ｗａ上の分布のばらつきを低減させることができる。

[0172] また、上述のように、第１ノズル３が、径方向に沿って並ぶ複数の吐出口３ａから薬液を吐出すれば、特に径方向における開始タイミングのばらつきを効果的に低減させることができる。

[0173] 薬液による処理が十分に行われると、処理部１Ａは薬液の供給を停止する。具体的な一例として、薬液の供給開始から所定の薬液処理時間が経過したときに、制御部９０は、後述のステップＳ３５を実行する。

[0174] 次に、処理部１Ａは基板Wの主面Ｗａにリンス液を供給する（ステップＳ３５：ポストウェット工程）。具体的には、制御部９０は薬液バルブ４３を閉じ、リンスバルブ４４およびバルブ３２を開く。これにより、第１ノズル３の複数の吐出口３ａから連続流の状態でリンス液が基板Wの主面Ｗａに向かって吐出される。リンス液の流量および基板Wの回転速度は、基板WのダイＤ０の表面がリンス液で覆われるように設定される。リンス液の液膜のうちのダイＤ０どうしの部分の厚みは、ダイＤ０の厚み未満になり得る。

[0175] リンス液の供給により、基板Wの主面Ｗａに付着した処理液は薬液からリンス液に置換される。第１実施形態と同様に、リンス液はステップＳ３５の初期からより均一に主面Ｗａ上を広がることができるので、より均一に薬液をリンス液に置換することができる。この置換により、基板Wの主面Ｗａ上の各位置への薬液の作用が実質的に終了する。このため、基板Wの主面Ｗａ上の各位置への薬液が作用し終わる停止タイミングの主面Ｗａ上の分布のばらつきを低減させることができる。

[0176] 以上のように、ステップＳ３５により、主面Ｗａに付着した処理液は薬液からリンス液に置換される。

[0177] 薬液からリンス液への置換が十分に行われると、処理部１Ａはリンス液の供給を停止する。例えば、リンス液の供給開始から所定のポスト時間が経過

すると、制御部９０はリンスバルブ４４およびバルブ３２を閉じる。これにより、第１ノズル３からのリンス液の供給が停止する。

[0178] 次に、処理部１Ａは基板Ｗを乾燥させる（ステップＳ３６：乾燥工程）。具体的な一例として、基板保持部２は基板Ｗの回転速度をさらに増加させる（いわゆるスピン乾燥）。基板Ｗの回転速度は、例えば、１２００ｒｐｍよりも大きく設定されてもよく、１５００ｒｍｐ以上に設定されてもよく、２０００ｒｐｍ以上に設定されてもよい。基板Ｗの回転速度がステップＳ３３からステップＳ３５における基板Ｗの回転速度よりも高いので、基板Ｗの周縁から飛散する処理液の量を増加させることができる。また、気流によって、基板Ｗの処理液の蒸発を促進させることもできる。このため、基板Ｗをより速やかに乾燥させることができる。

[0179] 基板Ｗが十分に乾燥すると、処理部１は基板Ｗの回転を停止する。例えば、回転速度の増加から所定の乾燥時間が経過すると、基板保持部２は基板Ｗの回転を停止する。

[0180] 次に、基板保持部２は基板Ｗの保持を解除する（ステップＳ３７：保持解除工程）。具体的には、基板保持部２は、複数のチャックピン２２をそれぞれの保持位置から解除位置に変位させる。これにより、基板Ｗの保持が解除される。次に、センターロボット１２２が基板Ｗを処理部１Ａから搬出する。

[0181] 以上のように、処理部１Ａは、複数のダイＤ０によって主面Ｗａが凹凸形状を有する基板Ｗに対して、種々の処理を行うことができる。

[0182] しかも、処理部１Ａでは、基板Ｗの主面Ｗａは鉛直下方を向いており、第１ノズル３は複数の吐出口３ａから鉛直上方に処理液を吐出して、基板Ｗの主面Ｗａに処理液を供給する。このため、処理液が基板Ｗの主面Ｗａの凹凸において跳ね返っても、跳ね返った処理液の液滴群は、スピンベース２１に向かう。したがって、液滴群がガード６１の外側にはほとんど飛散しない。

[0183] また、第２実施形態でも、ステップＳ３４の直前のステップＳ３３にて、基板Ｗの主面Ｗａ上にはリンス液の液膜が形成される。このため、ステップ

Ｓ３４の開始時では、第１ノズル３からの薬液はリンス液の液膜に着液する。したがって、薬液は、ダイＤ０の角部に直接に着液せず、基板Ｗの主面Ｗａ上でリンス液とともに流動する。このため、薬液はステップＳ３４の初期から高い流動性で広がることができる。したがって、より均一にリンス液から薬液の置換が行われる。つまり、開始タイミングのばらつきを低減させることができる。言い換えれば、処理部１Ａはより均一に薬液処理を基板Ｗの主面Ｗａ（例えばダイＤ０）に対して開始することができる。

[0184] また、上述の具体例では、ステップＳ３４において第１ノズル３の複数の吐出口３ａから薬液が吐出される。この場合、基板Ｗの主面Ｗａに対してより均一に薬液を供給することができる。このため、処理部１Ａはさらに均一に薬液処理を基板Ｗに対して行うことができる。

[0185] ＜第３実施形態＞

図１８は、第３実施形態にかかる処理部１の構成の一例を概略的に示す図である。以下では、第３実施形態にかかる処理部１を処理部１Ｂとも呼ぶ。処理部１Ｂは、処理液を吐出する構成および遮断板７１の有無という点で処理部１と相違している。

[0186] 処理部１Ｂには、いずれも第１ノズル３の一例であるノズル３Ａおよびノズル３Ｂが設けられている。ノズル３Ｂは、基板保持部２によって保持された基板Ｗよりも鉛直下方に設けられている。第３実施形態では、基板保持部２は、例えば、主面Ｗａが鉛直上方を向く状態で、基板Ｗを保持する。図１８の例では、ノズル３Ｂは、基板Ｗの中央部と鉛直方向において対向する位置に設けられる。具体的には、ノズル３Ｂは、スピンベース２１の中央部に設けられた貫通穴から鉛直上方に突出している。ノズル３Ｂはその上端に吐出口３ａを有しており、吐出口３ａから鉛直上方に向かって、つまり、基板Ｗの主面Ｗｂの中央部に向かって処理液を吐出する。

[0187] ノズル３Ｂは給液管３１Ｂの下流端に接続されている。図１８の例では、シャフト２３１は中空シャフトであり、給液管３１Ｂは、処理部１Ａの給液管３１と同様に、スピンベース２１およびシャフト２３１を鉛直方向におい

て貫通している。給液管３１Ｂの下端（上流端）は切換部４Ｂに接続され、切換部４Ｂは薬液供給管４１Ｂの下流端およびリンス液供給管４２Ｂの下流端にも接続される。薬液供給管４１Ｂの上流端は薬液供給源に接続され、リンス液供給管４２Ｂの上流端はリンス液供給源に接続される。切換部４Ｂは制御部９０によって制御され、給液管３１Ｂに連通させる配管を、薬液供給管４１Ｂおよびリンス液供給管４２Ｂの間で切り替える。

[0188] 切換部４Ｂは例えば多連弁であってもよい。具体的には、切換部４Ｂは薬液バルブ４３Ｂおよびリンスバルブ４４Ｂを含んでもよい。これらのバルブは制御部９０によって制御される。薬液バルブ４３Ｂが開くことにより、薬液供給管４１Ｂが給液管３１Ｂに連通する。この状態で後述のバルブ３２Ｂが開くと、薬液供給源からの薬液は薬液供給管４１Ｂ、切換部４Ｂおよび給液管３１Ｂを通じてノズル３Ｂに供給され、ノズル３Ｂから吐出される。また、リンスバルブ４４Ｂが開くことにより、リンス液供給管４２Ｂが給液管３１Ｂに連通する。この状態で後述のバルブ３２Ｂが開くと、リンス液供給源からのリンス液はリンス液供給管４２Ｂ、切換部４Ｂおよび給液管３１Ｂを通じてノズル３Ｂに供給され、ノズル３Ｂから吐出される。

[0189] 給液管３１Ｂには、バルブ３２Ｂおよび流量調整バルブ３３Ｂが介挿されている。バルブ３２Ｂが開くことにより、ノズル３Ｂから処理液が吐出され、バルブ３２Ｂが閉じることにより、ノズル３Ｂからの処理液の吐出が停止する。流量調整バルブ３３Ｂは、給液管３１Ｂを流れる処理液の流量を調整する。流量調整バルブ３３Ｂはマスフローコントローラであってもよい。バルブ３２Ｂおよび流量調整バルブ３３Ｂは制御部９０によって制御される。

[0190] 遮断板７１は対向板とも呼ばれる。遮断板７１は、基板保持部２よりも鉛直上方に設けられており、鉛直方向において基板保持部２と対向する。遮断板７１は例えば円板形状を有しており、その下面たる対向面７１ａが基板保持部２と鉛直方向において対向する。遮断板７１の対向面７１ａは平坦面であってもよく、例えば水平面に平行である。対向面７１ａは例えば平面視において円形状を有する。対向面７１ａは基板Ｗの直径以上であってもよい。

[0191] 図１８の例では、遮断板７１は、基板Ｗを保持する機能も有している。具体的には、遮断板７１の対向面７１ａには複数のチャックピン７２が設けられている。複数のチャックピン７２は対向面７１ａから鉛直下方に突出する。複数のチャックピン７２は回転軸線Ｑ１についての周方向に沿って例えば等間隔に設けられる。複数のチャックピン７２は、次に説明する保持位置と解除位置との間で変位可能に設けられる。保持位置とは、チャックピン７２が基板Ｗの周縁に当接する位置である。複数のチャックピン７２がそれぞれの保持位置で停止することにより、複数のチャックピン７２が基板Ｗを保持する。このため、各チャックピン７２の保持位置は、基板Ｗの直径と同じ円周上に位置する。解除位置とは、各チャックピン７２が基板Ｗから離れた位置である。つまり、各チャックピン７２の解除位置は、基板Ｗの直径よりも大きな円周上に位置する。複数のチャックピン７２がそれぞれの解除位置で停止することにより、チャックピン７２による基板Ｗの保持が解除される。図１８の例では、解除位置に位置するチャックピン７２が示されている。解除位置に位置するチャックピン７２の径方向の位置は、保持位置に位置するチャックピン２２よりも径方向外側である。また、保持位置に位置するチャックピン７２の径方向の位置は、解除位置に位置するチャックピン２２よりも径方向内側である。処理部１Ｂにはチャックピン７２を変位させるピン駆動部（不図示）が設けられる。ピン駆動部は、例えばモータまたはエアシリンダ等の駆動源を含み、制御部９０によって制御される。

[0192] 図１８の例では、遮断板７１の上面には支軸７３が設けられている。支軸７３は例えば回転軸線Ｑ１上に設けられる。支軸７３および遮断板７１には、回転軸線Ｑ１に沿って延びる貫通穴が形成されており、当該貫通穴には給液管３１Ａが配置されている。給液管３１Ａの下端にはノズル３Ａが接続される。ノズル３Ａは、基板Ｗの中央部と対向する位置に設けられている。ノズル３Ａはその下端に吐出口３Ａａを有しており、吐出口３Ａａから処理液を吐出する。

[0193] 給液管３１Ａの上流端は切換部４Ａに接続され、切換部４Ａは薬液供給管

４１Ａの下流端およびリンス液供給管４２Ａの下流端にも接続される。薬液供給管４１Ａの上流端は薬液供給源に接続され、リンス液供給管４２Ａの上流端はリンス液供給源に接続される。切換部４Ａは制御部９０によって制御され、給液管３１Ａに連通させる配管を、薬液供給管４１Ａおよびリンス液供給管４２Ａの間で切り替える。

[0194] 切換部４Ａは例えば多連弁であってもよい。具体的には、切換部４Ａは薬液バルブ４３Ａおよびリンスバルブ４４Ａを含んでもよい。これらのバルブは制御部９０によって制御される。薬液バルブ４３Ａが開くことにより、薬液供給管４１Ａが給液管３１Ａに連通する。この状態で後述のバルブ３２Ａが開くと、薬液供給源からの薬液は薬液供給管４１Ａ、切換部４Ａおよび給液管３１Ａを通じてノズル３Ａに供給され、ノズル３Ａから吐出される。また、リンスバルブ４４Ａが開くことにより、リンス液供給管４２Ａが給液管３１Ａに連通する。この状態で後述のバルブ３２Ａが開くと、リンス液供給源からのリンス液はリンス液供給管４２Ａ、切換部４Ａおよび給液管３１Ａを通じてノズル３Ａに供給され、ノズル３Ａから吐出される。

[0195] 給液管３１Ａには、バルブ３２Ａおよび流量調整バルブ３３Ａが介挿されている。バルブ３２Ａが開くことにより、ノズル３Ａから処理液が吐出され、バルブ３２Ａが閉じることにより、ノズル３Ａからの処理液の吐出が停止する。流量調整バルブ３３Ａは、給液管３１Ａを流れる処理液の流量を調整する。流量調整バルブ３３Ａはマスフローコントローラであってもよい。バルブ３２Ａおよび流量調整バルブ３３Ａは制御部９０によって制御される。

[0196] 図１８の例では、処理部１Ｂには、遮断板昇降駆動部７５および遮断板回転駆動部７４が設けられている。遮断板昇降駆動部７５は、遮断板７１、ノズル３Ａ、給液管３１Ａおよび支軸７３を、処理位置と待機位置との間で一体に昇降させる。処理位置は、基板保持部２に近い位置であり、待機位置は、処理位置よりも鉛直上方の位置である。遮断板昇降駆動部７５は、例えば、モータ等の駆動源と、ボールねじ機構等の動力伝達部とを含む。遮断板昇降駆動部７５は制御部９０によって制御される。

[0197] 遮断板回転駆動部７４は遮断板７１を回転軸線Ｑ１のまわりで回転させる。遮断板回転駆動部７４は、支軸７３および遮断板７１を回転軸線Ｑ１のまわりで回転させてもよい。遮断板回転駆動部７４は、例えば、モータ等の駆動源を含む。遮断板回転駆動部７４は制御部９０によって制御される。

[0198] 処理部１Ｂの動作の一例は図１７と同様である。ただし、ステップＳ３１からステップＳ３４の具体的な動作が第２実施形態にかかる処理部１Ａの動作と相違する。

[0199] 例えばステップＳ３１（保持工程）では、遮断板７１がセンターロボット１２２から基板Ｗを受け取って保持する。具体的には、センターロボット１２２は、ハンド上に載置された基板Ｗの中心が回転軸線Ｑ１と一致する位置にハンドを移動させる。そして、遮断板昇降駆動部７５は、複数のチャックピン７２がハンド上の基板Ｗと水平方向において隣り合う受取位置まで遮断板７１を下降させる。この状態で、処理部１Ｂが複数のチャックピン７２を保持位置に移動させる。これにより、複数のチャックピン７２が基板Ｗを保持する。そして、センターロボット１２２がハンドをチャンバ１０から後退させる。次に、遮断板昇降駆動部７５は遮断板７１を処理位置に下降させる。これにより、遮断板７１によって保持された基板Ｗがスピンベース２１に近接した状態となる。つまり、基板Ｗとスピンベース２１との間隔が狭くなる。処理位置は、基板保持部２のチャックピン２２が保持位置に移動することにより、基板保持部２が基板Ｗを保持することが可能な位置である。

[0200] 次に、ステップＳ３２（回転開始工程）では、回転駆動部２３および遮断板回転駆動部７４がそれぞれスピンベース２１および遮断板７１を回転軸線Ｑ１のまわりで回転させ始める。スピンベース２１および遮断板７１の回転方向は例えば同一であり、回転駆動部２３および遮断板回転駆動部７４はスピンベース２１および遮断板７１を例えば同期回転させる。なお、解除位置に位置するチャックピン２２は、保持位置に位置するチャックピン７２よりも径方向外側にあるので、たとえスピンベース２１と遮断板７１の回転速度または回転方向が異なっていても、処理部１Ｂはチャックピン２２およびチ

ャックピン７２の衝突を避けて、遮断板７１およびスピンベース２１を回転させることができる。

[0201] 次に、ステップＳ３３（プリウェット工程）では、処理部１Ｂは基板Ｗにリンス液を供給して、リンス液を遮断板７１の対向面７１ａと基板Ｗの主面Ｗａとの間の第１空間に充填させる。ここでは、制御部９０は、バルブ３２Ａ、リンスバルブ４４Ａ、バルブ３２Ｂおよびリンスバルブ４４Ｂを開く。これにより、ノズル３Ａから基板Ｗの主面Ｗａに向かって連続流の状態でリンス液が吐出されるとともに、ノズル３Ｂから基板Ｗの主面Ｗｂに向かって連続流の状態でリンス液が吐出される。

[0202] ノズル３Ａから吐出されたリンス液は基板Ｗの主面Ｗａの中央部に着液し、基板Ｗの回転に伴う遠心力を受けて径方向外側に流れ、基板Ｗの周縁から外側に飛散（もしくは流下）する。ここでは、遮断板７１の対向面７１ａと基板Ｗの主面Ｗａとの間隔は狭いので、リンス液は対向面７１ａと主面Ｗａとの間の第１空間に充填される。つまり、対向面７１ａと主面Ｗａとの間の第１空間は、リンス液による液密状態となる。言い換えれば、対向面７１ａと主面Ｗａとの間隔およびノズル３Ａからのリンス液の流量は、第１空間の液密状態を実現可能な程度に設定される。なお、対向面７１ａと主面Ｗａとの間隔は狭いので、第１空間に充填されたリンス液は液膜を形成しているといえる。

[0203] ノズル３Ｂから吐出されたリンス液は基板Ｗの主面Ｗｂの中央部に着液し、基板Ｗの回転に伴う遠心力を受けて径方向外側に流れ、基板Ｗの周縁から外側に飛散（もしくは流下）する。ここでは、基板Ｗの主面Ｗｂとスピンベース２１との間隔は狭いので、リンス液は基板Ｗとスピンベース２１との間の第２空間に充填される。つまり、基板Ｗとスピンベース２１との間の第２空間は、リンス液による液密状態となる。言い換えれば、基板Ｗとスピンベース２１との間隔およびノズル３Ｂからのリンス液の流量は、第２空間の液密状態を実現可能な程度に設定される。なお、基板Ｗの主面Ｗａとスピンベース２１の上面との間隔は狭いので、第２空間に充填されたリンス液も液膜

を形成しているといえる。

[0204] なお、ステップＳ３３において、遮断板７１およびスピンベース２１の回転速度は互いに異なっていてもよく、遮断板７１およびスピンベース２１の回転方向は互いに逆であってもよい。これにより、リンス液の液膜を攪拌させることができる。このため、リンス液の液膜中に気泡が存在していても、当該気泡を効率的につぶすことができる。

[0205] リンス液が第１空間および第２空間に十分に充填されると、処理部１Ｂはリンス液の供給を停止する。具体的な一例として、リンス液の供給開始から所定のプリ時間が経過したときに、制御部９０はステップＳ３４を実行する。

[0206] ステップＳ３４（薬液処理工程）において、処理部１Ｂは基板Ｗに薬液を供給して、薬液を遮断板７１の対向面７１ａと基板Ｗの主面Ｗａとの間の第１空間に充填させる。ここでは、制御部９０は、リンスバルブ４４Ａおよびリンスバルブ４４Ｂを閉じ、バルブ３２Ａ、薬液バルブ４３Ａ、バルブ３２Ｂおよび薬液バルブ４３Ｂを開く。これにより、ノズル３Ａから基板Ｗの主面Ｗａに向かって薬液が吐出されるとともに、ノズル３Ｂから基板Ｗの主面Ｗｂに向かって薬液が吐出される。このため、薬液は遮断板７１と基板Ｗとの間の第１空間に充填されつつ、基板Ｗとスピンベース２１との間の第２空間に充填される。つまり、第１空間に薬液の液膜が形成されつつ、第２空間にも薬液の液膜が形成される。

[0207] 薬液の供給により、第１空間および第２空間内の処理液はリンス液から薬液に置換される。第１実施形態と同様に、薬液はステップＳ３４の初期からより均一に主面Ｗａ上を広がることができるので、より均一にリンス液を薬液に置換することができる。このため、薬液はより均一に基板Ｗの主面Ｗａに作用し始める。言い換えれば、基板Ｗの主面Ｗａ上の各位置に薬液が作用し始める開始タイミングの主面Ｗａ上の分布のばらつきを低減させることができる。

[0208] ここで、遮断板７１およびスピンベース２１の回転速度を互いに異なるよ

うに時間的に変化させてもよく、あるいは、遮断板７１およびスピンベース２１の回転方向を交互に切り換えてもよい。これにより、遮断板７１とスピンベース２１との相対的な回転状態が時間とともに変化する。このため、遮断板７１によって保持された基板Ｗの主面Ｗｂと、スピンベース２１との間の第２空間内の薬液の液膜を効果的に攪拌させることができる。したがって、第２空間内の薬液の液膜中に気泡が存在していても、当該気泡を効率的につぶすことができる。

[0209] 次に、処理部１Ｂは基板Ｗを遮断板７１から基板保持部２に持ち替えさせる。具体的には、まず、制御部９０は、薬液バルブ４３Ｂを閉じる。これにより、基板Ｗの主面Ｗｂとスピンベース２１との間の第２空間の液密状態が解除される。そして、制御部９０は遮断板７１および基板保持部２の回転を停止させる。このとき、制御部９０は遮断板７１の複数のチャックピン７２と基板保持部２の複数のチャックピン２２とが周方向で異なるように、停止させる。次に、処理部１Ｂは基板保持部２の複数のチャックピン２２をそれぞれの保持位置に移動させた上で、遮断板７１の複数のチャックピン７２をそれぞれの解除位置に移動させる。これにより、基板Ｗが遮断板７１から基板保持部２に持ち替えられる。

[0210] 次に、処理部１Ｂは遮断板７１および基板保持部２のスピンベース２１を再び回転させるとともに、制御部９０は薬液バルブ４３Ｂを開く。これにより、再び第２空間が液密状態となる。

[0211] ここで、遮断板７１およびスピンベース２１の回転速度を互いに異なるように時間的に変化させてもよく、遮断板７１およびスピンベース２１の回転方向を交互に切り換えてもよい。これにより、遮断板７１とスピンベース２１との相対的な回転状態が時間とともに変化するので、遮断板７１の対向面７１ａと、基板保持部２によって保持された基板Ｗの主面Ｗａとの間の第１空間内の薬液の液膜を効果的に攪拌させることができる。このため、第１空間内の薬液の液膜中に気泡が存在していても、当該気泡を効率的につぶすことができる。

[0212] 基板Ｗに対する薬液の処理が十分に行われると、処理部１Ｂは薬液の供給を停止する。具体的な一例として、薬液の供給開始から所定の薬液処理時間が経過したときに、制御部９０はステップＳ３５を実行する。

[0213] ステップＳ３５（ポストウェット工程）において、処理部１Ｂはリンス液を基板Ｗに供給して、リンス液を遮断板７１の対向面７１ａと基板Ｗの主面Ｗａとの間の第１空間に充填させる。ここでは、制御部９０は、薬液バルブ４３Ａおよび薬液バルブ４３Ｂを閉じ、バルブ３２Ａ、リンスバルブ４４Ａ、バルブ３２Ｂおよびリンスバルブ４４Ｂを開く。これにより、ノズル３Ａから基板Ｗの主面Ｗａに向かってリンス液が吐出されるとともに、ノズル３Ｂから基板Ｗの主面Ｗｂに向かってリンス液が吐出される。リンス液は遮断板７１と基板Ｗとの間の第１空間の薬液を径方向外側に押し流しつつ、基板Ｗとスピンベース２１との間の第２空間の薬液を径方向外側に押し流す。これにより、第１空間にリンス液の液膜が形成されつつ、第２空間にもリンス液の液膜が形成される。

[0214] 基板Ｗは基板保持部２によって保持されているので、遮断板７１と基板Ｗとの相対的な回転により、第１空間内のリンス液を攪拌させることができる。遮断板７１と基板Ｗとの回転状態を時間的に変化させれば、第１空間内のリンス液をより効果的に攪拌させることができる。これにより、より効果的に第１空間の液体を薬液からリンス液に置換することができる。

[0215] 次に、処理部１Ｂは基板Ｗを基板保持部２から遮断板７１に持ち替えさせる。この持ち替えは、例えば、リンスバルブ４４Ｂを閉じた状態で、チャックピン２２およびチャックピン７２を変位させることにより行われる。そして、制御部９０がリンスバルブ４４Ｂを開くことで、ノズル３Ｂからリンス液を再び吐出させる。これにより、第２空間が再び液密状態となる。

[0216] 基板Ｗは遮断板７１によって保持されているので、基板Ｗとスピンベース２１との相対的な回転により、第２空間内のリンス液を攪拌させることができる。基板Ｗとスピンベース２１との回転状態を時間的に変化させれば、第２空間内のリンス液をより効果的に攪拌させることができる。これにより、

より効果的に第２空間の液体を薬液からリンス液に置換することができる。

[0217] 薬液からリンス液への置換が十分に行われると、処理部１Ｂはリンス液の供給を停止する。具体的な一例として、リンスの供給開始から所定のポスト時間が経過したときに、制御部９０はバルブ３２Ａ、リンスバルブ４４Ａ、バルブ３２Ｂおよびリンスバルブ４４Ｂを閉じる。

[0218] 次に、ステップＳ３６（乾燥工程）において、処理部１Ｂは基板Ｗを乾燥させる。具体的な一例として、基板保持部２は基板Ｗの回転速度をさらに増加させる（いわゆるスピン乾燥）。基板Ｗの回転速度は、例えば、１２００ｒｐｍよりも大きく設定されてもよく、１５００ｒｍｐ以上に設定されてもよく、２０００ｒｐｍ以上に設定されてもよい。基板Ｗの回転速度がステップＳ３３からステップＳ３５における基板Ｗの回転速度よりも高いので、基板Ｗの周縁から飛散する処理液の量を増加させることができる。また、気流によって、基板Ｗの処理液の蒸発を促進させることもできる。このため、基板Ｗをより速やかに乾燥させることができる。

[0219] なお、処理部１Ｂは、遮断板７１の対向面７１ａに形成された第１ガス吐出口（不図示）から基板Ｗの主面Ｗａに向かって不活性ガスを吐出する第１ガス供給部（不図示）と、スピンベース２１の上面に形成された第２ガス吐出口（不図示）から基板Ｗの主面Ｗｂに向かって不活性ガスを吐出する第２ガス供給部（不図示）とを含んでいてもよい。この場合には、ステップＳ３６において第１ガス供給部および第２ガス供給部が不活性ガスを吐出してもよい。これによれば、基板Ｗの乾燥を促進させることができる。

[0220] 基板Ｗが十分に乾燥すると、処理部１は基板Ｗの回転を停止する。例えば、回転速度の増加から所定の乾燥時間が経過すると、基板保持部２は基板Ｗの回転を停止する。

[0221] 次に、ステップＳ３７（保持解除工程）において、処理部１Ｂは基板Ｗの保持を解除する。具体的には、まず、遮断板昇降駆動部７５が遮断板７１を受渡位置に上昇させ、センターロボット１２２がハンドを受渡位置に移動させる。そして、処理部１Ｂは、複数のチャックピン７２をそれぞれの保持位

置から解除位置に変位させて、センターロボット１２２のハンドに基板Ｗを受け渡す。そして、センターロボット１２２がハンドをチャンバ１０から退避させることにより、基板Ｗを処理部１Ｂから搬出する。

[0222] 以上のように、処理部１Ｂは、複数のダイＤ０によって主面Ｗａが凹凸形状を有する基板Ｗに対して、種々の処理を行うことができる。

[0223] 第３実施形態でも、ステップＳ３４の直前のステップＳ３３にて、基板Ｗの主面Ｗａ上（つまり、第１空間）にはリンス液の液膜が形成される。このため、ステップＳ３４の開始時では、第１ノズル３からの薬液はリンス液の液膜に供給される。したがって、薬液は、ダイＤ０の角部に直接に着液せず、基板Ｗの主面Ｗａ上でリンス液とともに流動する。このため、薬液はステップＳ３４の初期から高い流動性で広がることができる。したがって、より均一にリンス液から薬液の置換が行われる。つまり、開始タイミングのばらつきを低減させることができる。言い換えれば、処理部１Ｂはより均一に薬液処理を基板Ｗの主面Ｗａ（例えばダイＤ０）に対して開始することができる。

[0224] しかも、処理部１Ｂは、遮断板７１と基板Ｗとの間の第１空間をリンス液で充填した状態で、薬液を供給する。つまり、ノズル３Ａの吐出口３Ａａがリンス液の液膜に接触した状態で、吐出口３Ａａから薬液がリンス液の液膜中に吐出される。このため、薬液はリンス液の液膜を広がるので、基板Ｗの主面Ｗａの凹凸による薬液の液はねを回避することができる。したがって、液滴群がガード６１の外側にはほとんど飛散しない。

[0225] ＜第４実施形態＞

第４実施形態では、基板Ｗの別の種類の一例について説明する。図１９は、基板Ｗの構成の一部の一例を概略的に示す断面図である。図１９の例では、基板Ｗの支持基板Ｗ０のうちのダイＤ０が設けられる面には、凹部Ｗｒが形成されている。凹部Ｗｒにはダイ Ｄ０の一部が挿入される。凹部Ｗｒは平面視においてダイＤ０と同様の矩形形状を有する。ダイＤ０の深さは、例えば、ダイＤ０の厚みの５分の１以下に設定されてもよく、１０分の１以下に

設定されてもよい。具体的な一例として、凹部Ｗｒの深さは１５μｍ程度に設定され得る。支持基板Ｗ０には、複数のダイＤ０に対応して複数の凹部Ｗｒが形成される。複数の凹部Ｗｒは例えばマトリックス状に配列される。例えば図２のダイＤ０と同様に凹部Ｗｒが配列される。

[0226] 第１実施形態から第３実施形態にかかる基板処理装置１００および基板処理方法は、図１９に例示された基板Ｗに対しても適用可能である。また、第１実施形態から第３実施形態にかかる基板処理装置１００および基板処理方法は、支持基板Ｗ０に対して適用されてもよい。つまり、ダイＤ０が配置される前の支持基板Ｗ０に対して、第１実施形態から第３実施形態のいずれかにかかる基板処理装置１００および基板処理方法が適用されてもよい。

[0227] 以上のように、基板処理方法は詳細に説明されたが、上記した説明は、全ての局面において例示であって、この開示がそれに限定されるものではない。また、上述した各種変形例は、相互に矛盾しない限り組み合わせて適用可能である。そして、例示されていない多数の変形例が、この開示の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

[0228] 例えば、図５、図１６および図１８では、薬液およびリンス液が共通の第１ノズル３から吐出されるものの、処理部１は、薬液用の第１ノズル３およびリンス液用の第１ノズル３を個別に含んでいてもよい。この場合、薬液用の第１ノズル３およびリンス液用の第１ノズル３の形状は互いに同じであってもよい。より具体的には、複数の吐出口３ａの形状、大きさ、個数およびピッチは、薬液用の第１ノズル３およびリンス液用の第１ノズル３の間で共通であってもよい。

[0229] また、図１４の例では、第１薬液、第２薬液およびリンス液が共通の第１ノズル３から吐出されるものの、処理部１は、第１薬液およびリンス液用の第１ノズル３と、第２薬液およびリンス液用の第１ノズル３を個別に含んでいてもよい。さらに、処理部１は、第１薬液用の第１ノズル３、第２薬液用の第１ノズル３およびリンス液用の第１ノズル３を個別に含んでいてもよい。これらの第１ノズル３の形状は互いに同じであってもよい。

[0230] また、第１実施形態および第２実施形態の上述の具体例では、第１ノズル３は、一列に配列された複数の吐出口３ａを有するノズルであるものの、複数の吐出口３ａが平面視において二次元的に分散配置された平型のノズルであってもよい。この第１ノズル３は基板Wの主面Ｗａに対してより広い範囲で処理液を供給することができる。この第１ノズル３は全面ノズルとも呼ばれ得る。

[0231] また、ステップＳ３（プリウェット工程）におけるリンス液は、ステップＳ５（ポストウェット工程）におけるリンス液と異なる種類のリンス液であってもよい。

[0232] また、第３実施形態では、基板Wとスピンベース２１との間の第２空間も処理液の液密状態としたが、必ずしもこれに限らない。ステップＳ３３からステップＳ３５において、ノズル３Ｂは処理液を吐出しなくてもよい。この場合、ノズル３Ｂは設けられなくてもよい。また、第３実施形態において、遮断板７１は基板Wを保持する機能を有していなくてもよい。つまり、複数のチャックピン７２が設けられなくてもよい。この場合、基板保持部２がステップＳ３３からステップＳ３５において基板Wを保持し続ける。

符号の説明

[0233] ３，３Ａ，３Ｂ　第１ノズル

３ａ，３Ａａ　吐出口

７１　遮断板

７１ａ　対向面

ＤＯ　ダイ

Ｌ１　リンス液

Ｌ２　薬液

Ｓ１，Ｓ１１　保持工程（ステップ）

Ｓ３，Ｓ１３，Ｓ１７　プリウェット工程、プリパドル工程（ステップ）

Ｓ３３　プリウェット工程

Ｓ３４　薬液処理工程

Ｓ３５　ポストウェット工程

Ｓ４，Ｓ１４，Ｓ１８　薬液処理工程、薬液パドル工程（ステップ）

Ｓ５，Ｓ１５，Ｓ１９　ポストウェット工程、ポストパドル工程（ステップ）

Ｓ６，Ｓ１６，Ｓ２０　置換促進工程（ステップ）

Ｓ７，Ｓ２１　乾燥工程（ステップ）

Ｔ　薬液処理時間

Ｔ１　置換時間

Ｔ２　実処理時間

Ｗ　基板

Ｗａ　主面

ΔＴ　単位時間

請求の範囲

[請求項1] 複数のダイを主面に有する基板を保持する保持工程と、

前記複数のダイをリンス液が覆う回転速度で前記基板を回転させつつ、前記基板の前記主面に前記リンス液を供給するプリウェット工程と、

前記プリウェット工程の後に、前記複数のダイを薬液が覆う回転速度で前記基板を回転させつつ、第１ノズルから前記基板の前記主面に向かって前記薬液を供給する薬液処理工程と

を備える、基板処理方法。

[請求項2] 請求項１に記載の基板処理方法であって、

前記保持工程において、前記主面を上方に向けた姿勢で前記基板を保持し、

前記プリウェット工程は、前記基板の前記主面上に、前記複数のダイを覆う前記リンス液の液膜を維持するプリパドル工程であり、

前記薬液処理工程は、前記基板の前記主面上に、前記複数のダイを覆う前記薬液の液膜を維持する薬液パドル工程である、基板処理方法。

[請求項3] 請求項２に記載の基板処理方法であって、

前記薬液パドル工程において、複数の吐出口を有する前記第１ノズルを、前記基板の前記主面に沿う方向に往復移動させながら、前記複数の吐出口から前記基板の前記主面に向かって前記薬液を吐出させる、基板処理方法。

[請求項4] 請求項２または請求項３に記載の基板処理方法であって、

前記薬液パドル工程において、前記基板の前記主面上の前記リンス液を前記薬液に置換した後にも、前記リンス液から前記薬液への置換に要する置換時間よりも長い実処理時間にわたって、前記第１ノズルから前記薬液を吐出させ続ける、基板処理方法。

[請求項5] 請求項２または請求項３に記載の基板処理方法であって、

前記第１ノズルから前記基板の前記主面に向かって前記薬液を吐出する薬液処理時間と、前記基板の１回転に要する単位時間の整数倍との差は、前記単位時間の４分の１以下である、基板処理方法。

[請求項6] 請求項２または請求項３に記載の基板処理方法であって、

前記プリパドル工程において、前記第１ノズルから前記基板の前記主面に向かって前記リンス液を吐出させる、基板処理方法。

[請求項7] 請求項２または請求項３に記載の基板処理方法であって、

前記薬液パドル工程の後に、前記複数のダイを前記リンス液が覆う回転速度で前記基板を回転させつつ、前記第１ノズルから前記基板の前記主面に向かって前記リンス液を吐出させるポストパドル工程をさらに備える、基板処理方法。

[請求項8] 請求項７に記載の基板処理方法であって、

前記薬液パドル工程における前記基板の回転速度と、前記ポストパドル工程における前記基板の回転速度との差は、前記薬液パドル工程における前記基板の回転速度の５０％以下である、基板処理方法。

[請求項9] 請求項７に記載の基板処理方法であって、

前記ポストパドル工程の後に、前記ポストパドル工程における前記基板の回転速度よりも高い回転速度で前記基板を回転させつつ、前記基板の前記主面に前記リンス液を供給する置換促進工程をさらに備える、基板処理方法。

[請求項10] 請求項９に記載の基板処理方法であって、

前記置換促進工程において、第２ノズルから前記基板の前記主面の中央部に向かって前記リンス液を吐出させる、基板処理方法。

[請求項11] 請求項９に記載の基板処理方法であって、

前記置換促進工程の後に、前記置換促進工程における前記基板の回転速度よりも高い回転速度で前記基板を回転させて、前記基板を乾燥させる乾燥工程をさらに備える、基板処理方法。

[請求項12] 請求項９に記載の基板処理方法であって、

前記プリパドル工程、前記薬液パドル工程、前記ポストパドル工程および前記置換促進工程の一組を複数回行い、

前記薬液パドル工程では、互いに異なる薬液を前記基板の前記主面に供給する、基板処理方法。

[請求項13] 請求項１に記載の基板処理方法であって、

前記保持工程において、前記主面を下方に向けた姿勢で前記基板を保持する、基板処理方法。

[請求項14] 請求項１３に記載の基板処理方法であって、

前記薬液処理工程において、第１ノズルの複数の吐出口から前記基板の前記主面に向かって前記薬液を吐出させ、

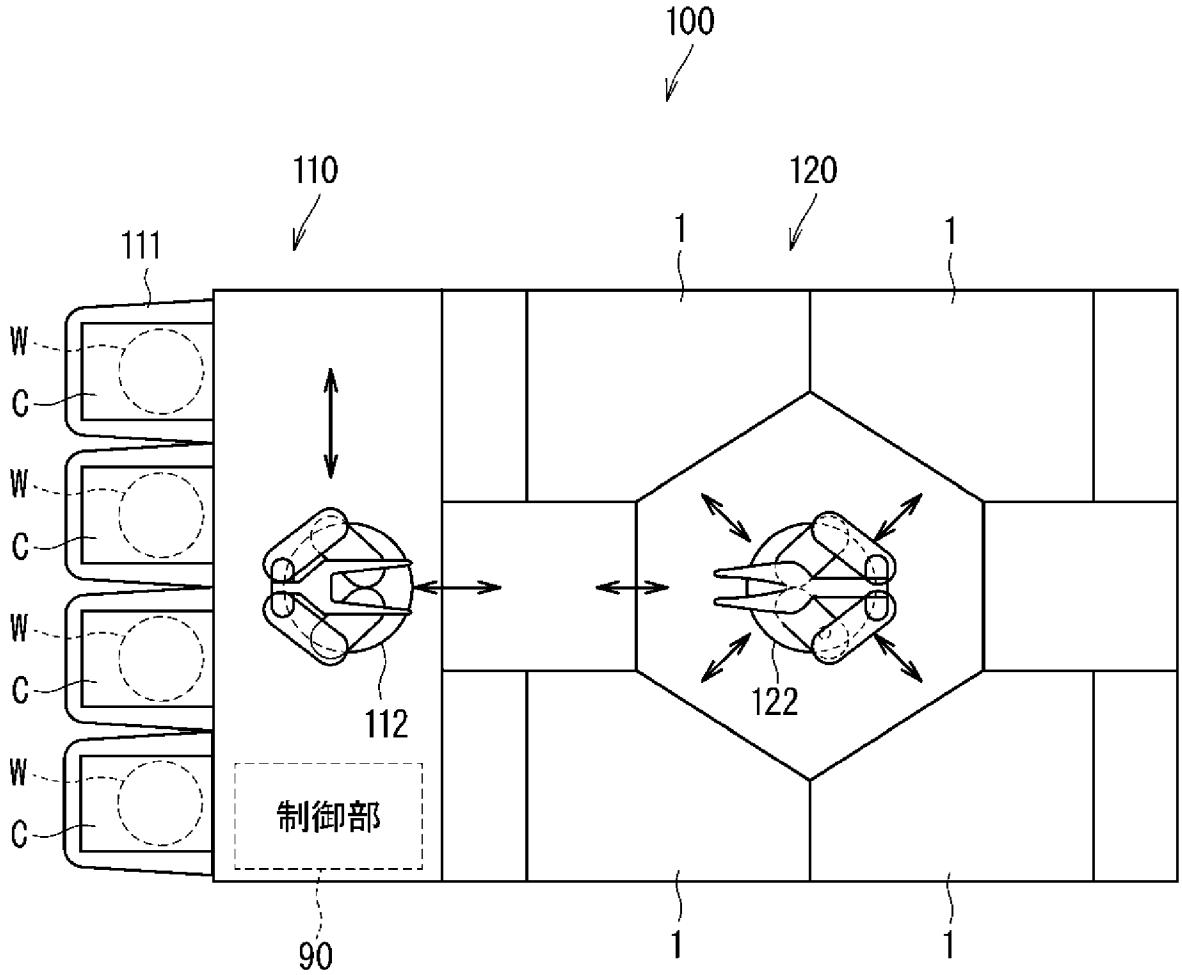
前記第１ノズルは、前記基板の前記主面のうちの径方向内側の中央領域への流量よりも大きな流量で前記主面のうちの径方向外側の周辺領域に向かって前記薬液を吐出させる、基板処理方法。

[請求項15] 請求項１に記載の基板処理方法であって、

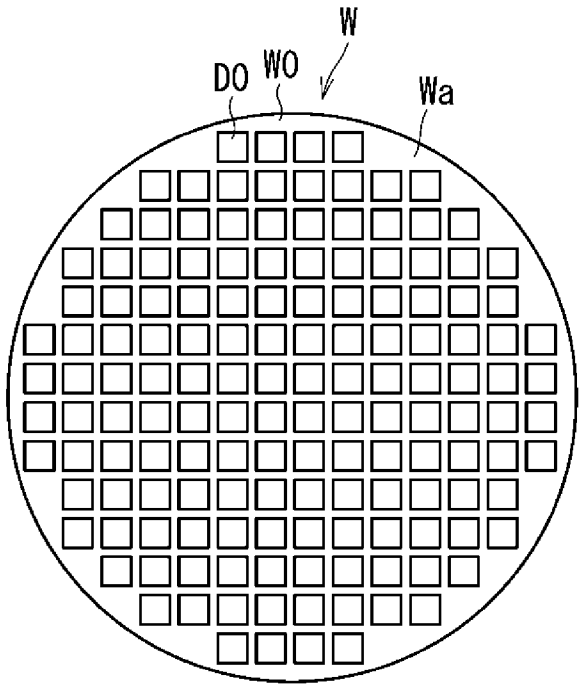
前記プリウェット工程において、前記基板の前記主面と向かい合う遮断板の対向面と、前記主面との間の空間に前記リンス液を充填させ、

前記薬液処理工程において、前記対向面と前記主面との間の前記空間に前記薬液を充填させる、基板処理方法。

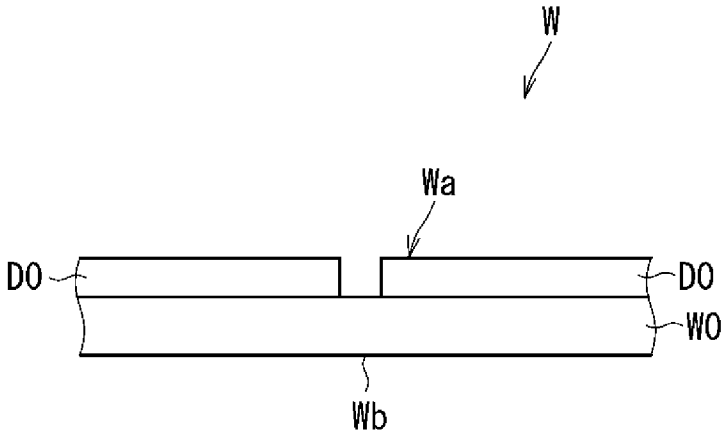
[図1]



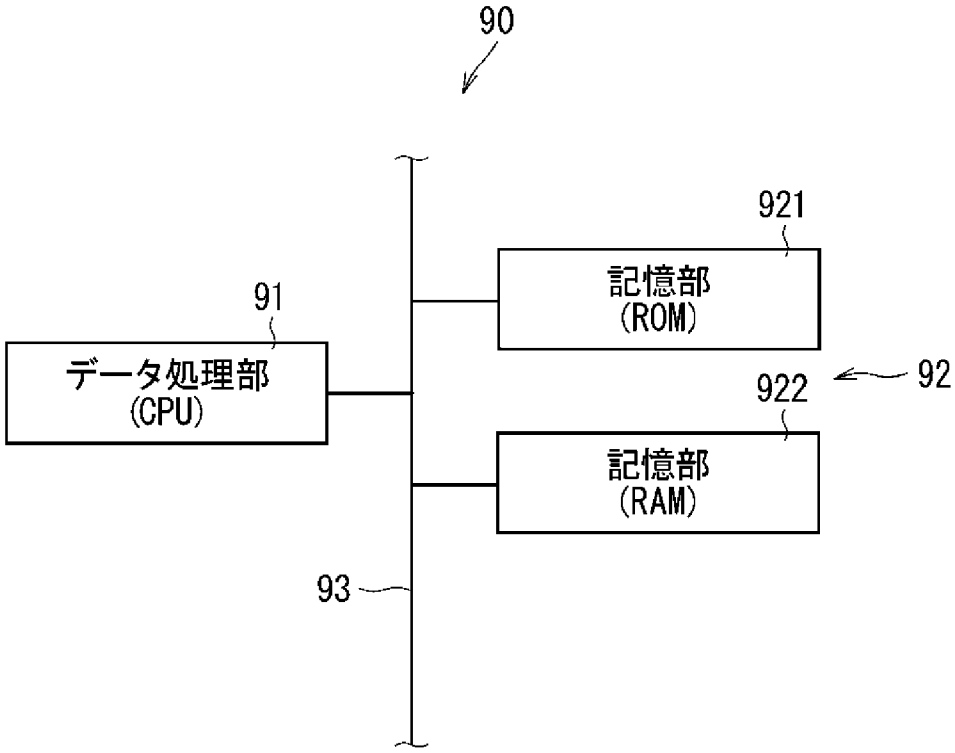
[図2]



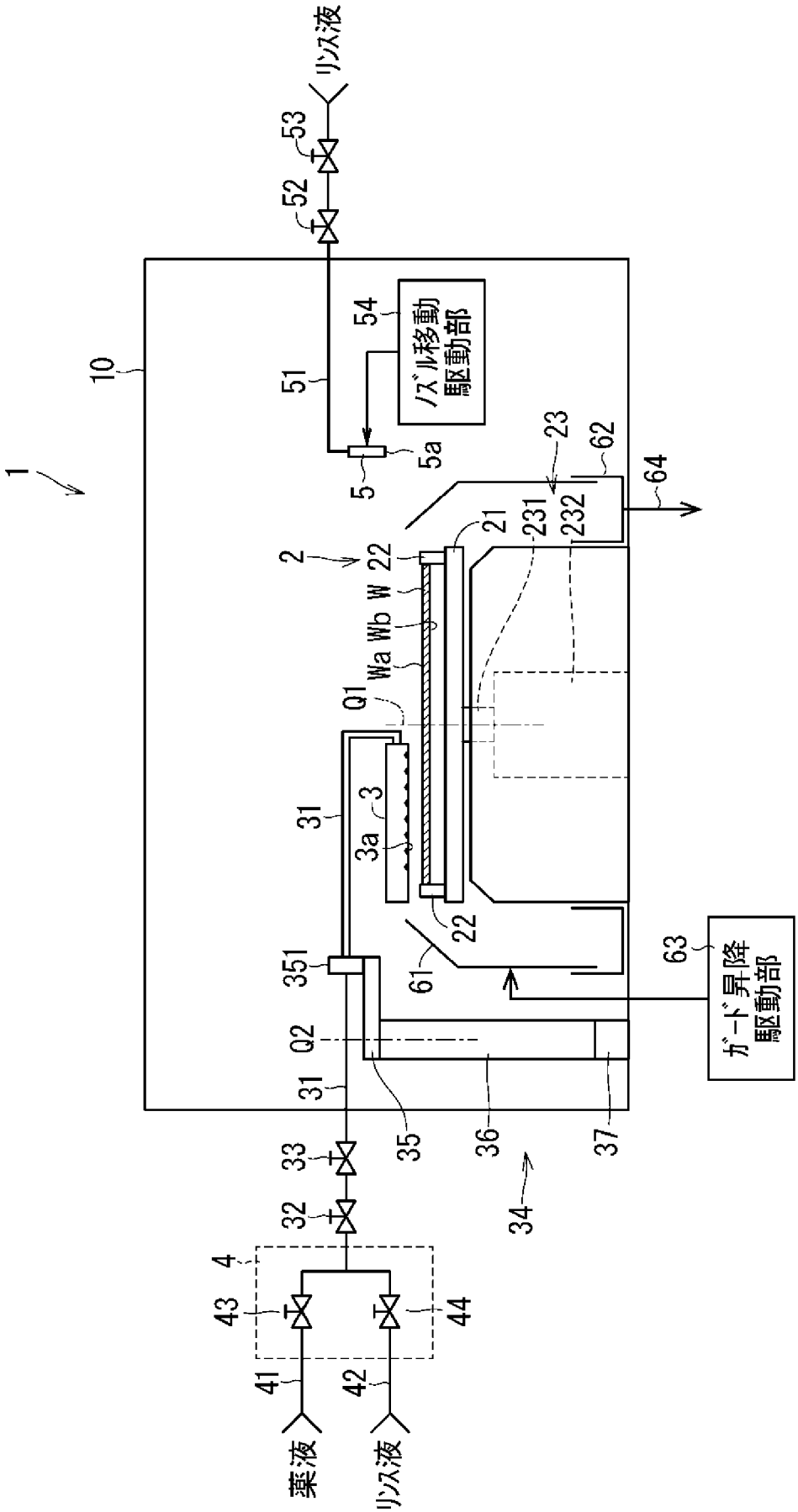
[図3]



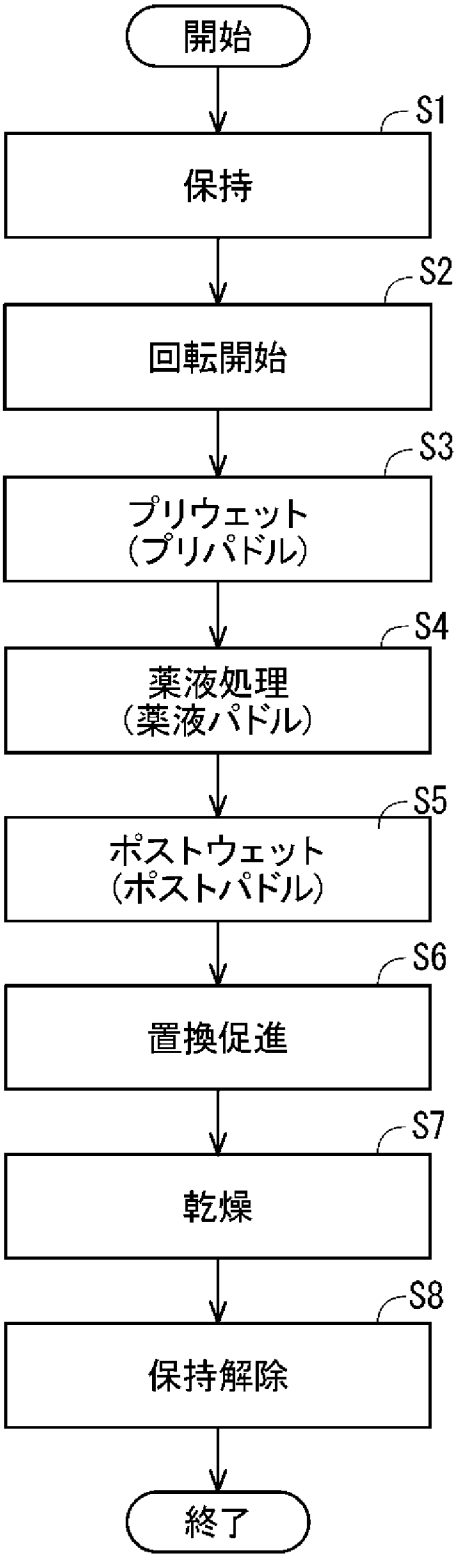
[図4]



[図5]

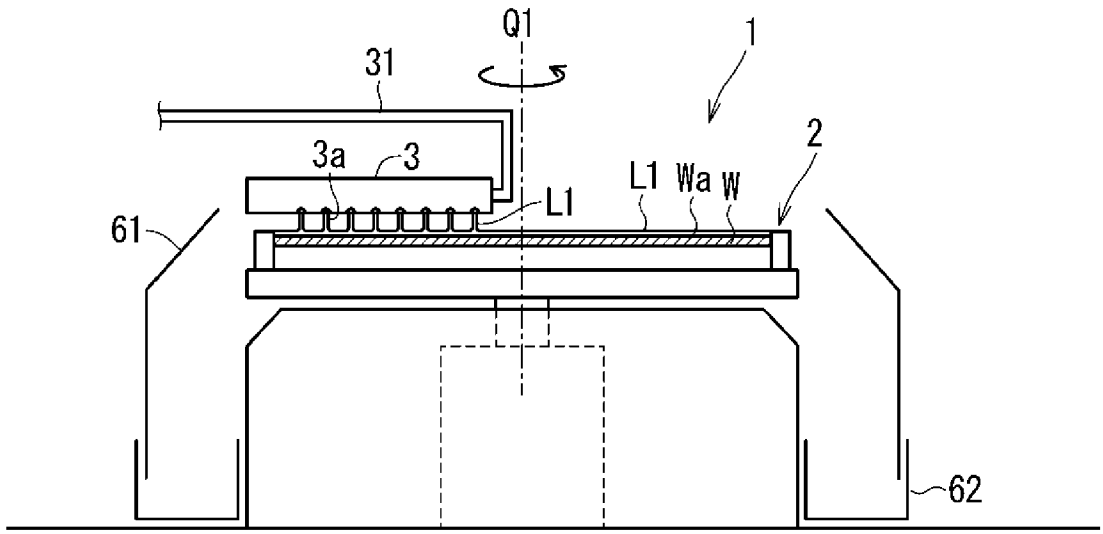

リンス液
53
52
54
ノズル移動駆動部
10
51
1
5
5a
23
62
64
2
21
231
232
22
W
Wa
Wb
Q1
31
3
3a
22
351
61
63
ガード昇降駆動部
Q2
31
35
36
37
33
34
32
4
43
44
41
42
薬液
リンス液

[図6]

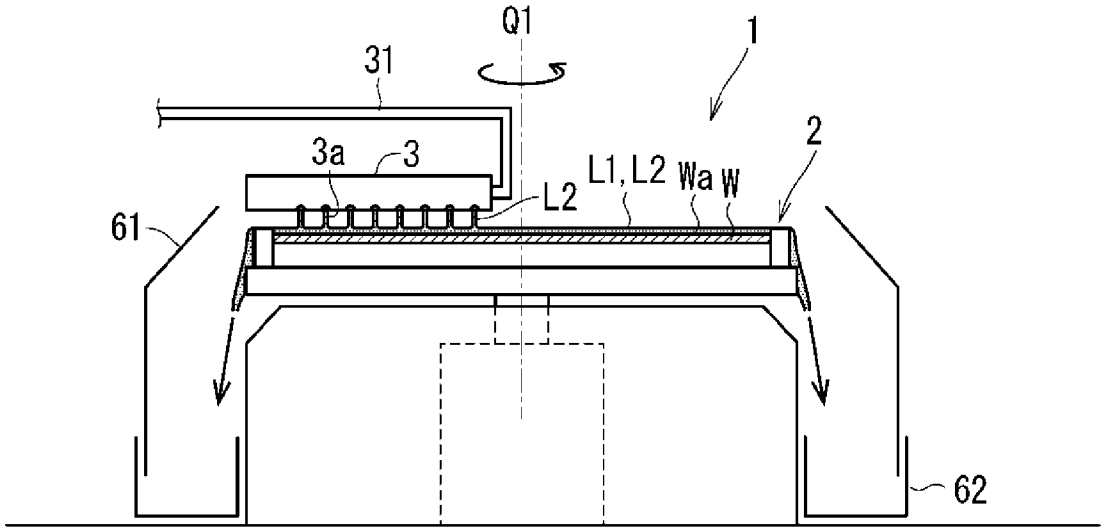

開始
S1
保持
S2
回転開始
S3
プリウェット
(プリパドル)
S4
薬液処理
(薬液パドル)
S5
ポストウェット
(ポストパドル)
S6
置換促進
S7
乾燥
S8
保持解除
終了

[図7]

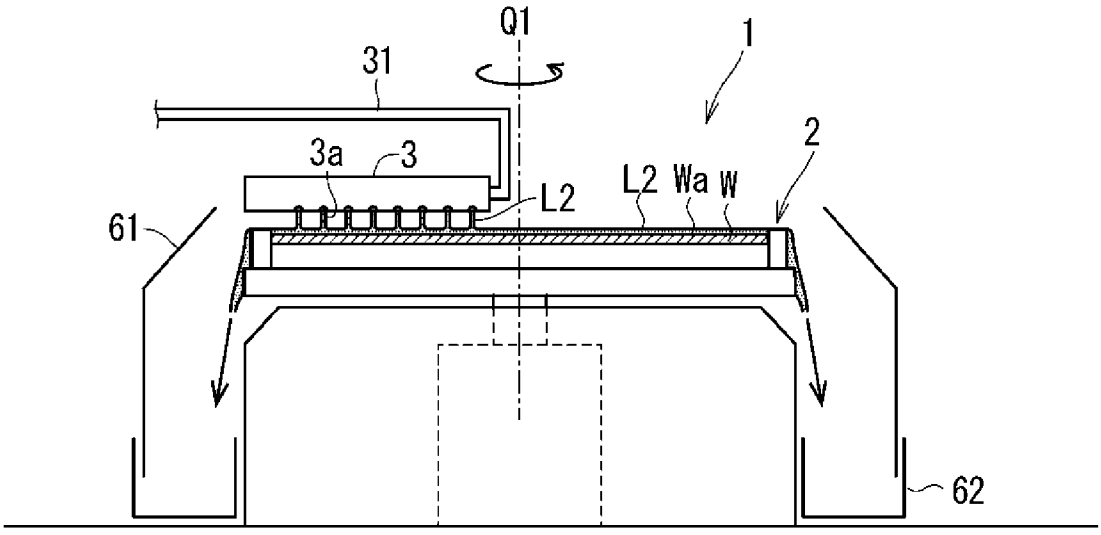
(a)


Q1
1
31
2
3a
3
L1
Wa
W
61
62

(b)

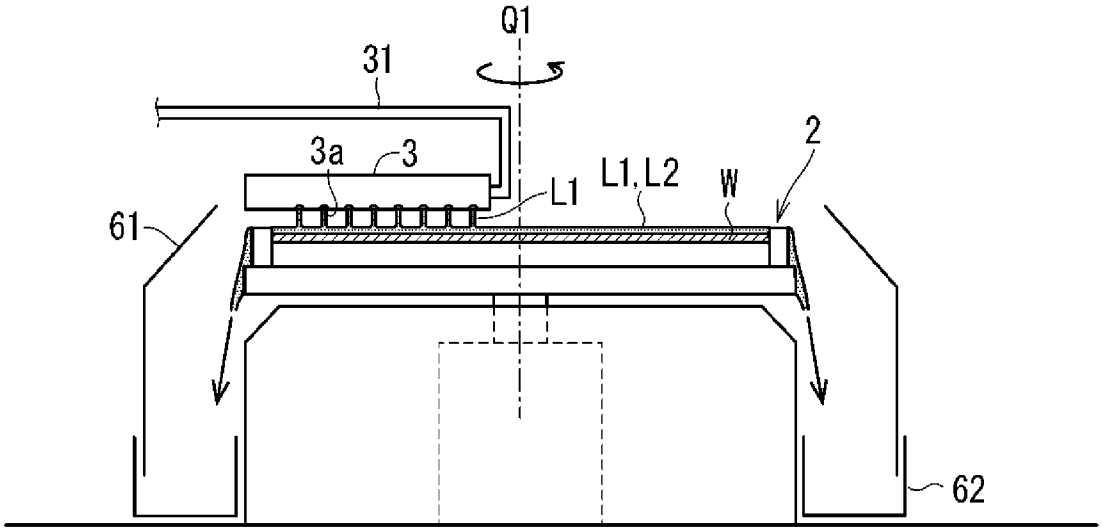

Q1
1
31
2
3a
3
L2
L1, L2
Wa
W
61
62

(c)

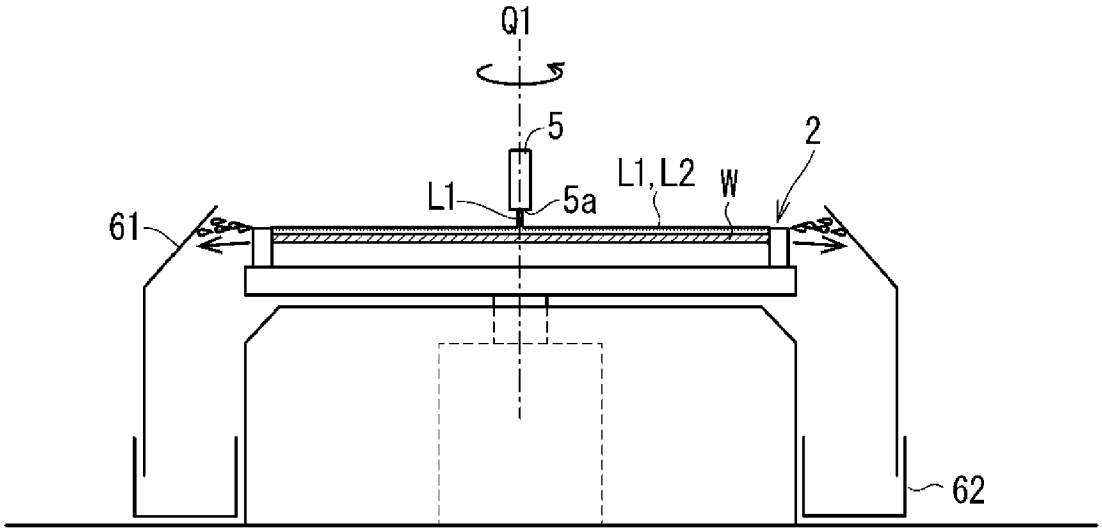

Q1
1
31
2
3a
3
L2
Wa
W
61
62

[図8]

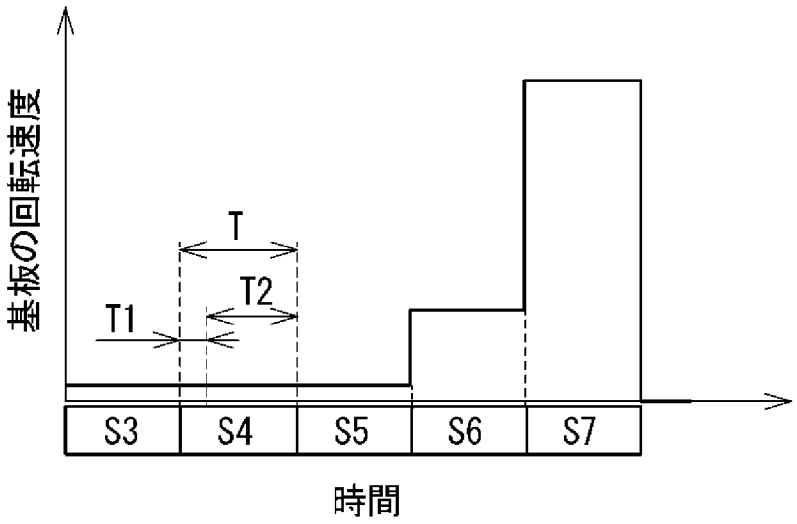
(a)



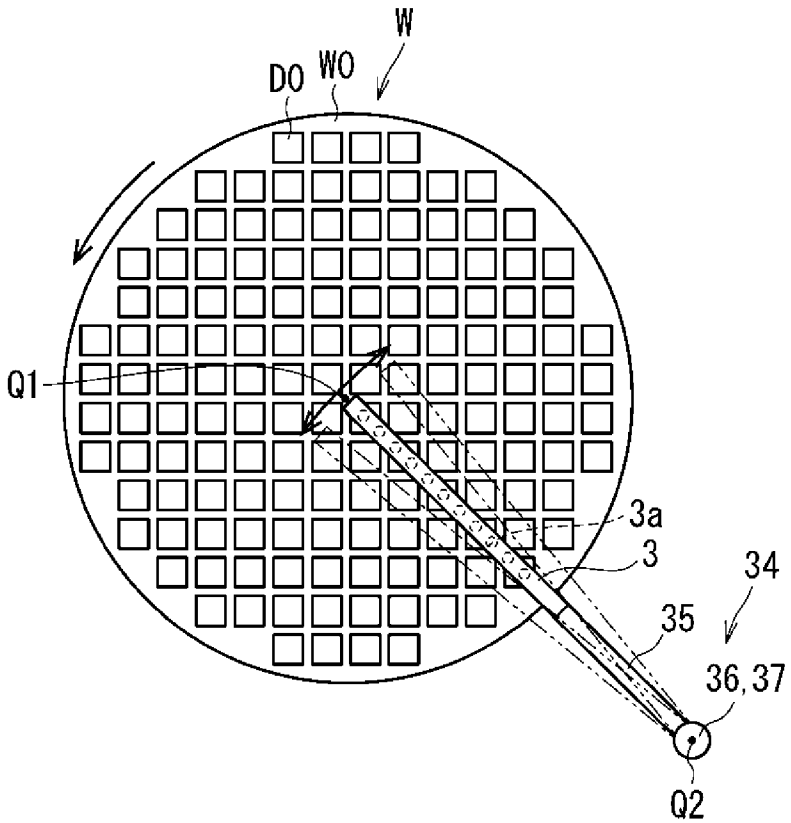
(b)



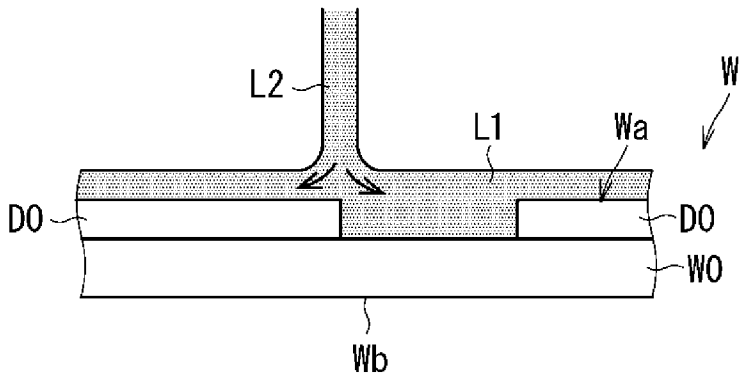
[図9]


基板の回転速度
T
T2
T1
S3
S4
S5
S6
S7
時間

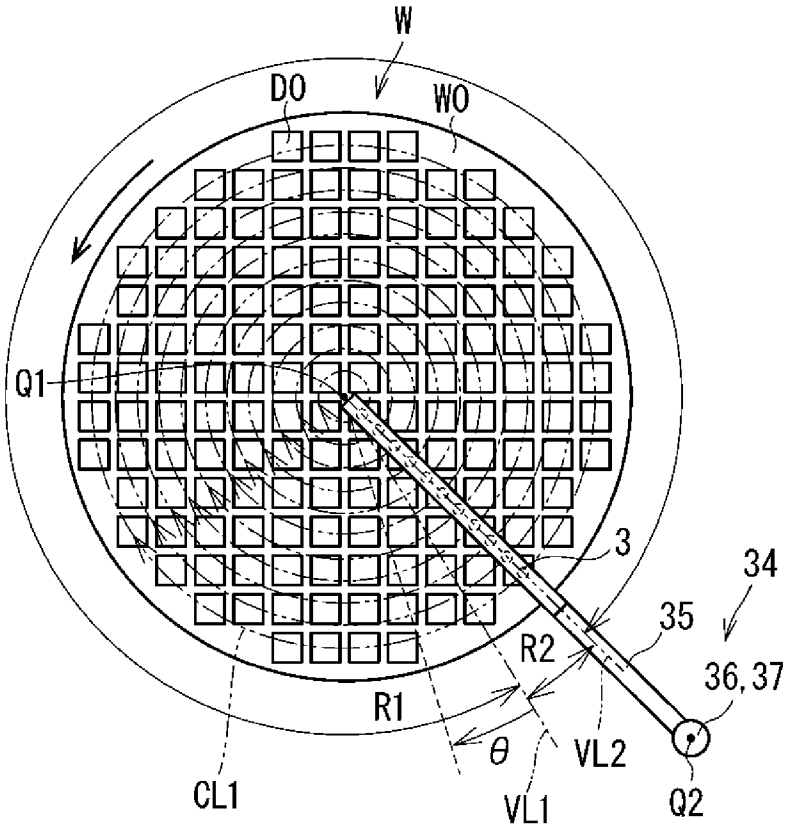
[図10]


W
D0
W0
Q1
3a
3
34
35
36,37
Q2

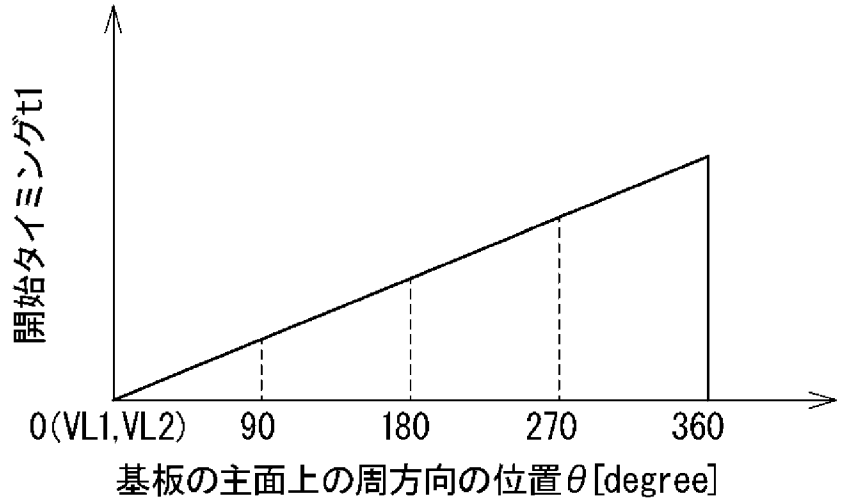
[図11]

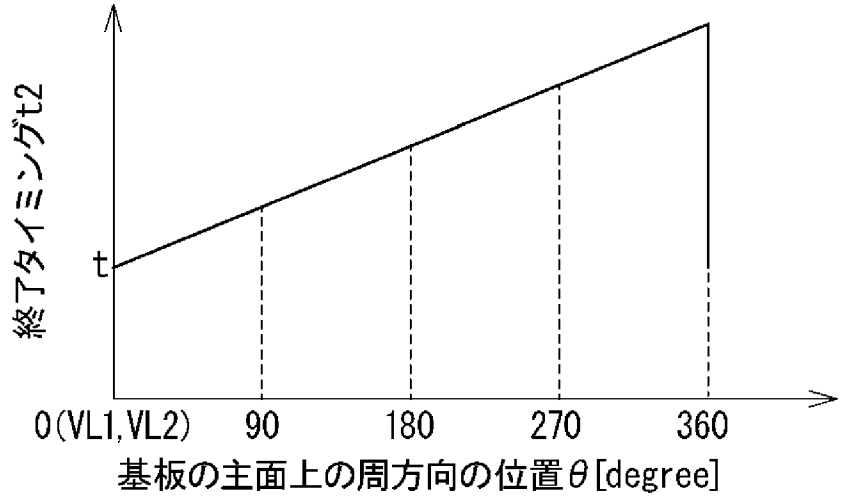

L2
L1
Wa
W
D0
D0
W0
Wb

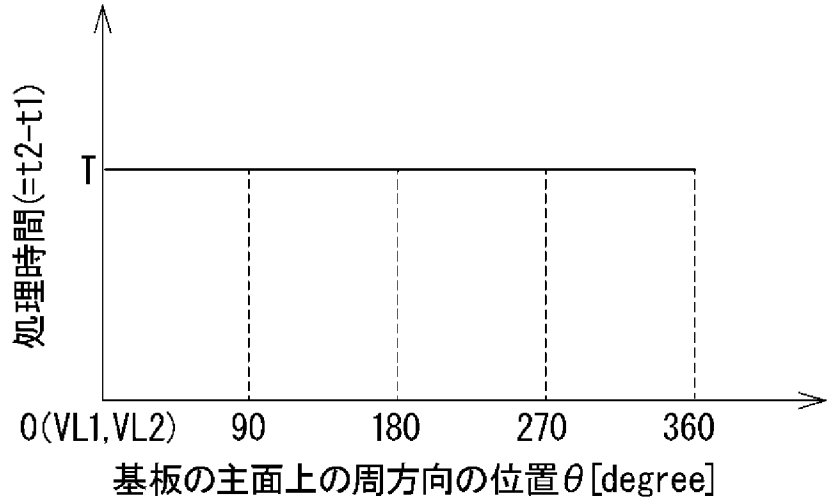
[図12]



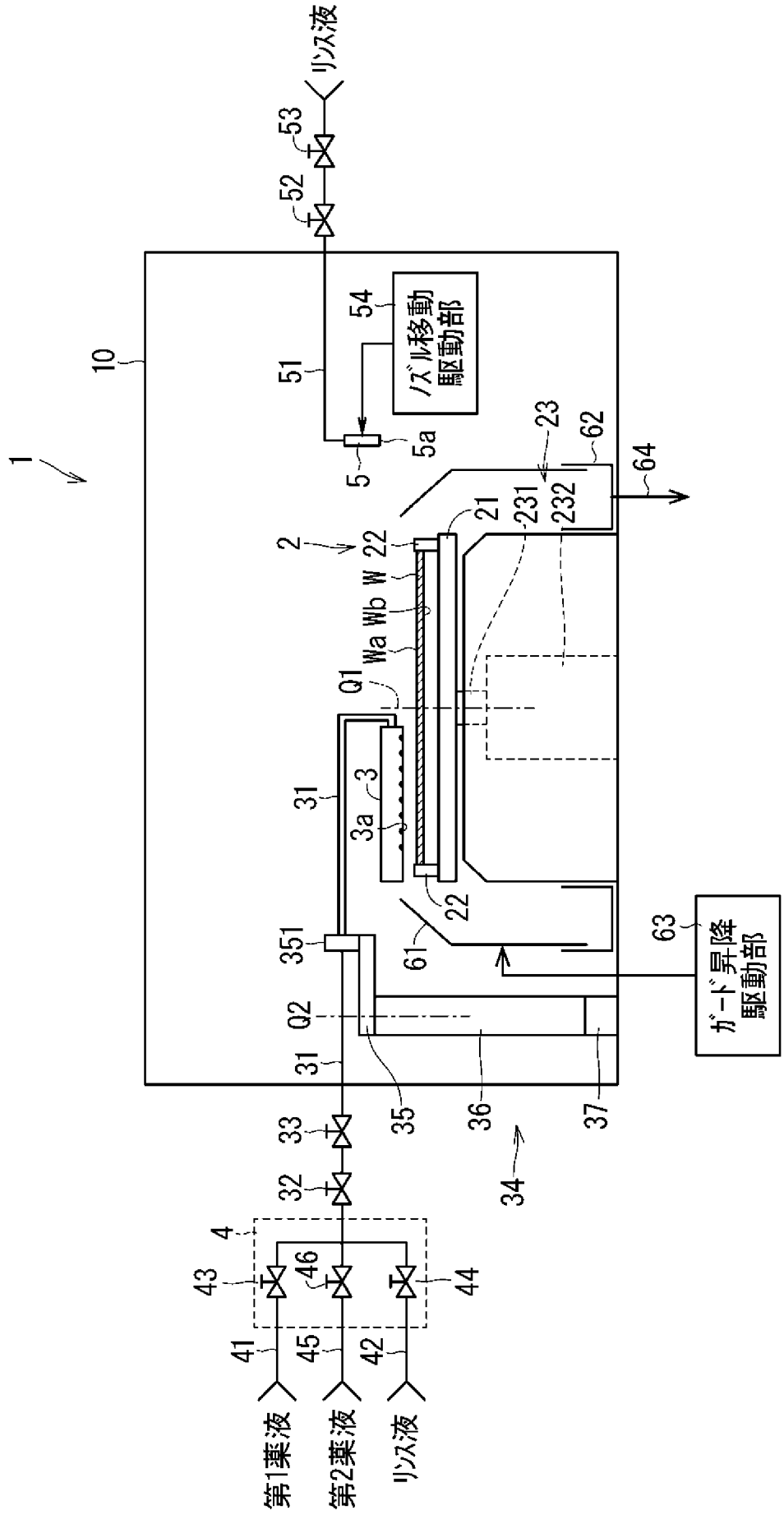
[図13]


開始タイミングt1
0(VL1,VL2)
90
180
270
360
基板の主面上の周方向の位置θ[degree]

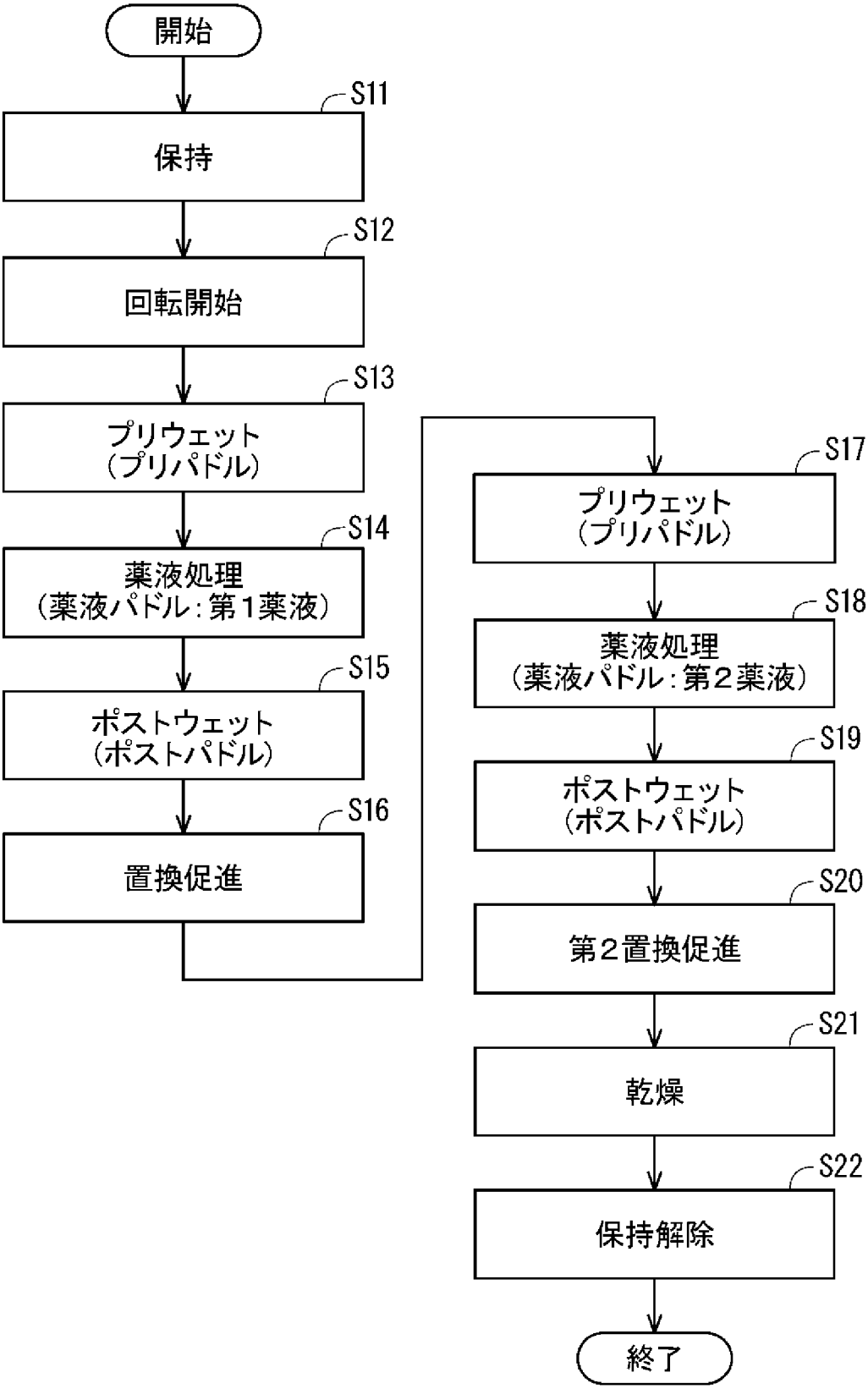

終了タイミングt2
t
0(VL1,VL2)
90
180
270
360
基板の主面上の周方向の位置θ[degree]


処理時間(=t2-t1)
T
0(VL1,VL2)
90
180
270
360
基板の主面上の周方向の位置θ[degree]

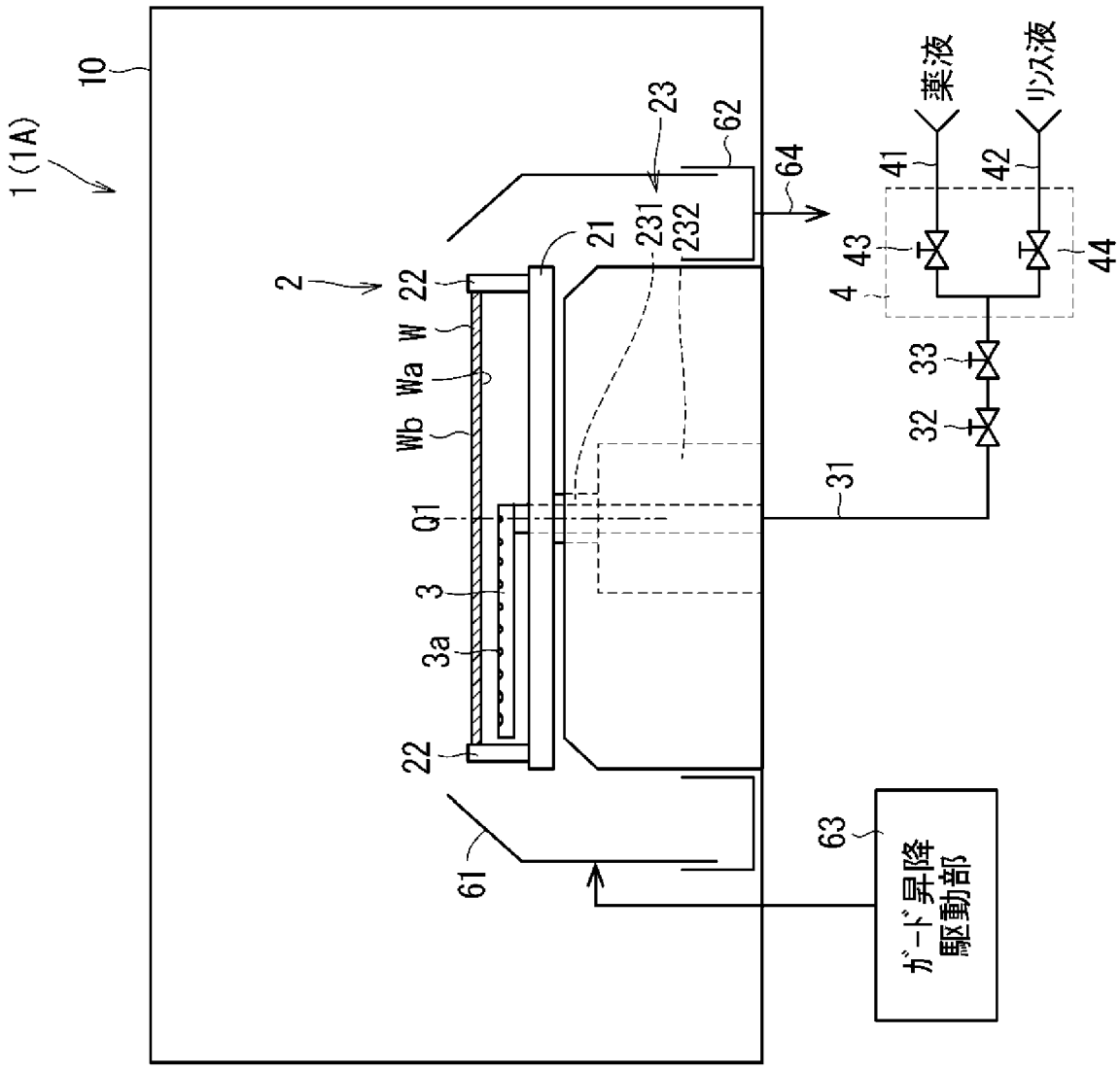
[図14]


リンス液
53
52
54
ノズル移動駆動部
10
51
1
5a
5
23
62
64
21
231
232
2
22
W
Wa Wb
Q1
31
3
3a
22
61
63
ガード昇降駆動部
351
Q2
31
35
36
37
34
33
32
4
43
46
44
41
45
42
第1薬液
第2薬液
リンス液

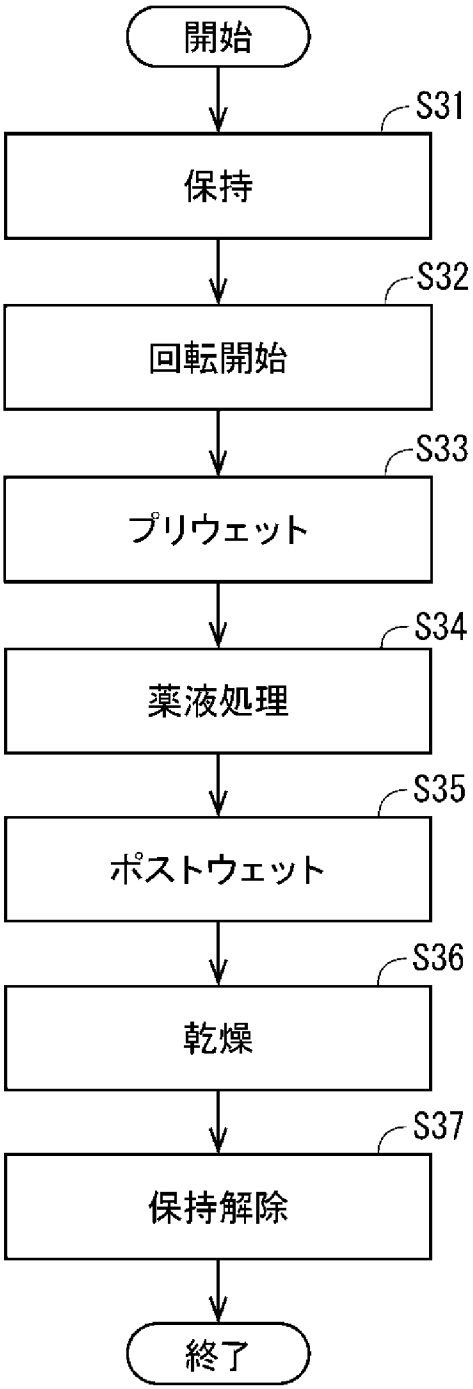
[図15]


開始
S11
保持
S12
回転開始
S13
プリウェット
(プリパドル)
S14
薬液処理
(薬液パドル:第1薬液)
S15
ポストウェット
(ポストパドル)
S16
置換促進
S17
プリウェット
(プリパドル)
S18
薬液処理
(薬液パドル:第2薬液)
S19
ポストウェット
(ポストパドル)
S20
第2置換促進
S21
乾燥
S22
保持解除
終了

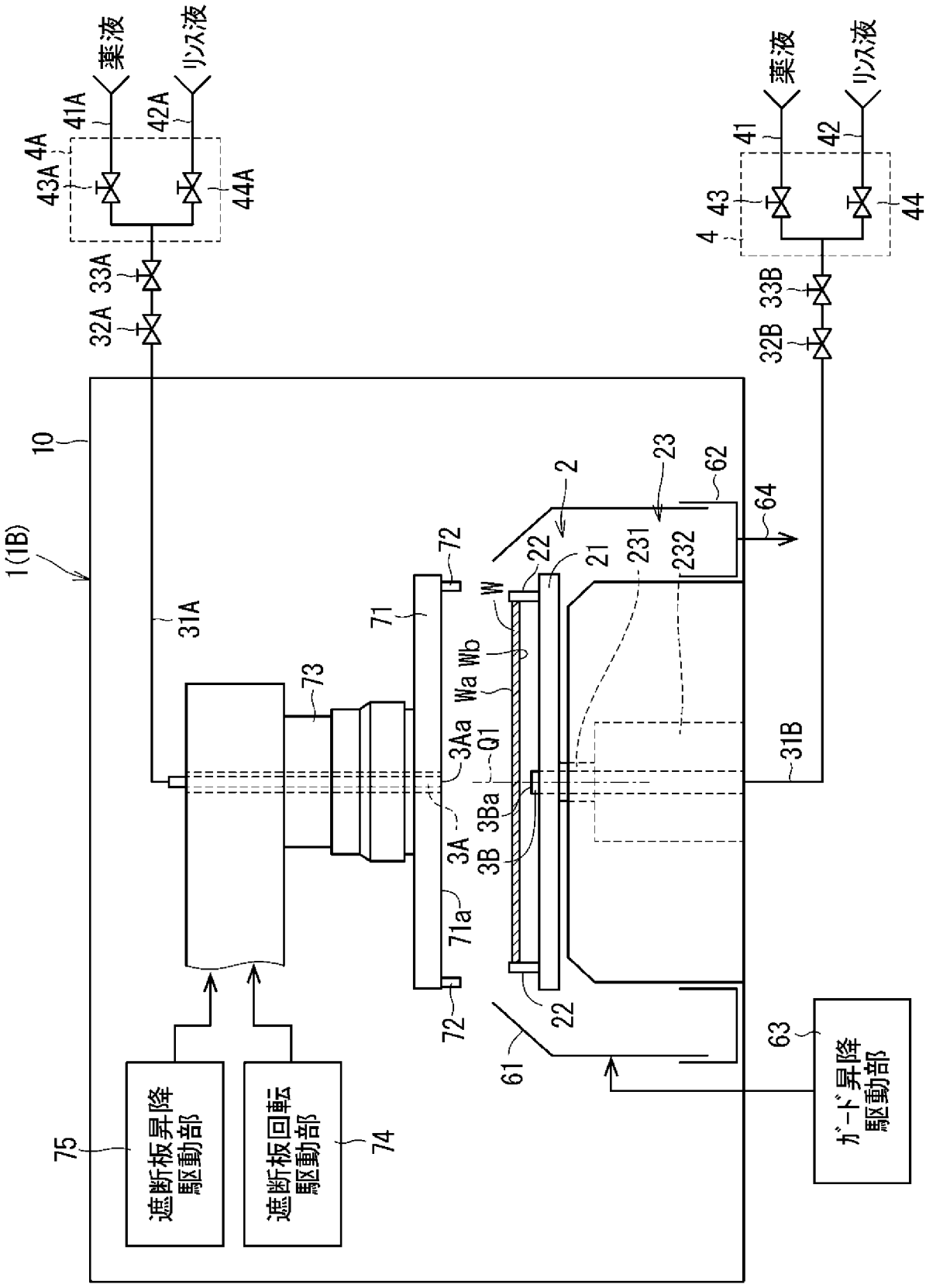
[図16]


10
1(1A)
2
22
W
Wa
Wb
Q1
3
3a
22
61
63
ガード昇降駆動部
23
62
64
21
231
232
41
42
43
44
4
薬液
リンス液
33
32
31

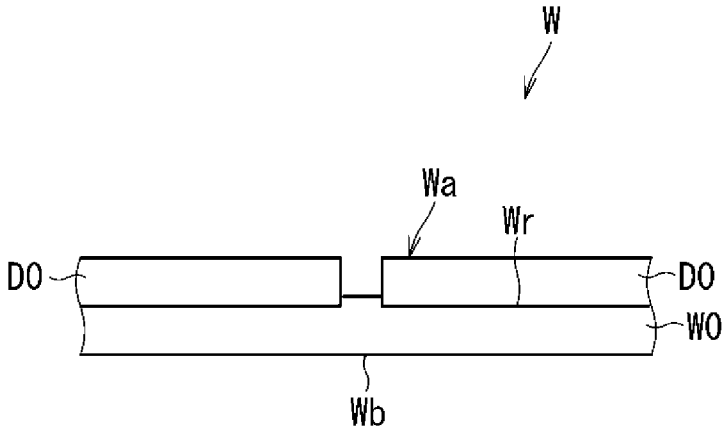
[図17]


開始
S31
保持
S32
回転開始
S33
プリウェット
S34
薬液処理
S35
ポストウェット
S36
乾燥
S37
保持解除
終了

[図18]


薬液
リンス液
41A
42A
4A
43A
44A
33A
32A
10
1(1B)
31A
73
71
72
W
Wa Wb
3Aa
Q1
3Ba
3A
3B
71a
2
22
21
231
232
23
62
64
31B
41
42
43
44
4
33B
32B
遮断板昇降駆動部
遮断板回転駆動部
ガード昇降駆動部
75
74
61
63

[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/040526

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/304(2006.01)i
FI: H01L21/304 648H; H01L21/304 651A; H01L21/304 643A; H01L21/304 643C

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2015/053329 A1 (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 16 April 2015 (2015-04-16) paragraphs [0010], [0030]-[0102], fig. 1-10	1-5
Y		6-8, 15
A		9-14
X	WO 2019/058701 A1 (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 28 March 2019 (2019-03-28) paragraphs [0006], [0051], [0061], [0096]-[0107], fig. 1-6	1
A		2-15
Y	JP 2016-134390 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 25 July 2016 (2016-07-25) paragraph [0052], fig. 1	6-8
A		1-5, 9-15
Y	JP 2020-136438 A (TOKYO ELECTRON LTD) 31 August 2020 (2020-08-31) paragraph [0026]	6-8
A		1-5, 9-15

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 December 2023	**09 January 2024**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-12916 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 04 February 2021 (2021-02-04) paragraphs [0142]-[0157], fig. 9-10	15
A		1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/040526

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2015/053329 A1	16 April 2015	US 2016/0247698 A1 paragraphs [0011], [0047]-[0119], fig. 1-10 KR 10-2016-0067216 A	
WO 2019/058701 A1	28 March 2019	US 2020/0273696 A1 paragraphs [0006], [0066], [0076], [0110]-[0121], fig. 1-6 KR 10-2020-0029603 A CN 111095495 A	
JP 2016-134390 A	25 July 2016	(Family: none)	
JP 2020-136438 A	31 August 2020	(Family: none)	
JP 2021-12916 A	04 February 2021	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/040526

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/304(2006.01)i
FI: H01L21/304 648H; H01L21/304 651A; H01L21/304 643A; H01L21/304 643C

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2015/053329 A1（株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス）16.04.2015（2015-04-16） 段落[0010],[0030]-[0102], 図1-10	1-5
Y		6-8,15
A		9-14
X	WO 2019/058701 A1（株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス）28.03.2019（2019-03-28） 段落[0006],[0051],[0061],[0096]-[0107], 図1-6	1
A		2-15
Y	JP 2016-134390 A（株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス）25.07.2016（2016-07-25） 段落[0052], 図1	6-8
A		1-5,9-15
Y	JP 2020-136438 A（東京エレクトロン株式会社）31.08.2020（2020-08-31） 段落[0026]	6-8
A		1-5,9-15

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
20.12.2023	09.01.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
小池　英敏 5F 8396

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2021-12916 A（株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス）04.02.2021（2021-02-04） 段落[0142]-[0157]，図9-10	15
A		1-14

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/040526

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2015/053329 A1	16.04.2015	US 2016/0247698 A1 段落[0011],[0047]-[0119], 図1-10 KR 10-2016-0067216 A	
WO 2019/058701 A1	28.03.2019	US 2020/0273696 A1 段落[0006],[0066],[0076], [0110]-[0121], 図1-6 KR 10-2020-0029603 A CN 111095495 A	
JP 2016-134390 A	25.07.2016	（ファミリーなし）	
JP 2020-136438 A	31.08.2020	（ファミリーなし）	
JP 2021-12916 A	04.02.2021	（ファミリーなし）	