(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
2025年1月2日(02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/005140 A1

(51) 国際特許分類:
*H01L 21/304* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/023191

(22) 国際出願日： 2024年6月26日(26.06.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

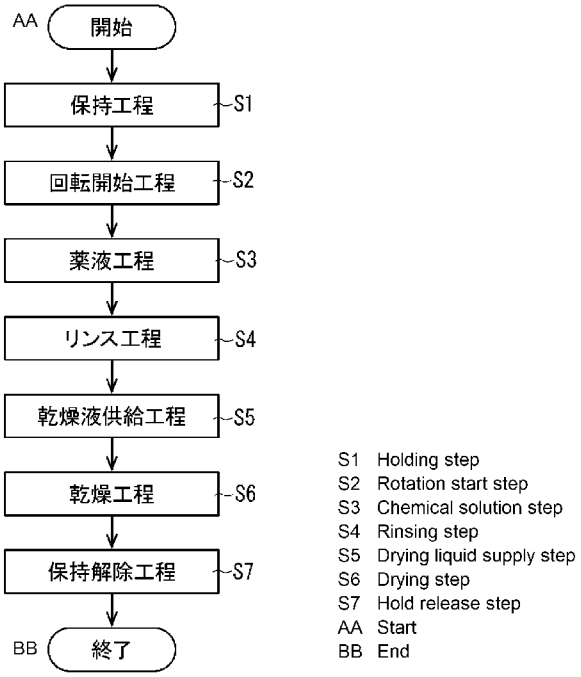
(30) 優先権データ：
特願 2023-106668 2023年6月29日(29.06.2023) JP
特願 2024-078643 2024年5月14日(14.05.2024) JP

(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:牧 祐介(**MAKI Yusuke**); 〒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). 竹松 佑介(**TAKEMATSU Yusuke**); 〒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). 仲野 彰義(**NAKANO Akiyoshi**); 〒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). ▲高▼木 圭将(**TAKAGI Keisuke**); 〒6028585 京都府京都

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

(54) 発明の名称： 基板処理方法




(57) **Abstract:** The present invention provides a technique capable of effectively reducing the pattern collapse ratio. The substrate processing method is provided with a holding step, a liquid supply step, a drying liquid supply step and a drying step. The holding step involves holding a substrate, which has a first main surface on which a pattern is formed and a second main surface on the side thereof opposite the first main surface. The liquid supply step involves supplying a processing liquid to the first main surface of the substrate. The drying liquid supply step involves supplying a drying liquid to the

WO 2025/005140 A1

［続葉有］

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). 加藤 雅彦(KATO Masahiko); 〒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). 石津 岳明(ISHIZU Takaaki); 〒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). 岩川 裕(IWAKAWA Yutaka); 〒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). 水上 大乗(MIZUKAMI Daijo); 〒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). 藤井 定(FUJII Sadamu); 〒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).

(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))

of the substrate during a prescribed period after the drying liquid supply step, and drying the substrate with the substrate temperature on the first main surface of the substrate at or above the substrate temperature of the drying liquid supply step.

(57) 要約：パターンの倒壊率を効果的に低減させることができる技術を提供する。基板処理方法は、保持工程と、液供給工程と、乾燥液供給工程と、乾燥工程とを備える。保持工程では、パターンが形成された第１主面と、第１主面とは逆側の第２主面とを有する基板を保持する。液供給工程では、基板の前記第１主面に処理液を供給する。乾燥液供給工程では、液供給工程の後に、基板の第１主面に乾燥液を供給する。乾燥工程では、乾燥液供給工程の後の所定期間において基板の第２主面を加熱して、基板の第１主面の基板温度を、乾燥液供給工程における基板温度以上とし、基板を乾燥させる。

# 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、基板を処理する枚葉式の基板処理装置が開示されている（例えば特許文献１）。特許文献１では、基板処理装置は、基板にリンス液を供給した後に、リンス液よりも表面張力が低いイソプロピルアルコールを基板に供給し、その後、基板を乾燥させる。これにより、乾燥時における基板のパターンの倒壊を抑制している。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１５－２３１８２号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながら、特許文献１では、イソプロピルアルコールの温度について考察されていない。このため、効果的にパターンの倒壊率を低減させることができない。

[0005]　そこで、本開示は、パターンの倒壊率を効果的に低減させ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、パターンが形成された第１主面と、前記第１主面とは逆側の第２主面とを有する基板を保持する保持工程と、前記基板の前記第１主面に処理液を供給する液供給工程と、前記液供給工程の後に、前記基板の前記第１主面に乾燥液を供給する乾燥液供給工程と、前記乾燥液供給工程の後の所定期間において前記基板の前記第２主面を加熱して、前記基板の前記第１主面の基板温度を、前記乾燥液供給工程における前

記基板温度以上とし、前記基板を乾燥させる乾燥工程とを備える。

[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、前記所定期間において、前記基板の前記第１主面のうちの少なくとも一部の前記基板温度を前記乾燥液の沸点以上とする。

[0008] 第３の態様は、第１または第２の態様にかかる基板処理方法であって、前記乾燥液供給工程において、単位時間当たりの第１熱量で前記基板の前記第２主面を加熱し、前記乾燥工程の前記所定期間において、前記第１熱量よりも大きな単位時間当たりの第２熱量で前記基板の前記第２主面を加熱する。

[0009] 第４の態様は、第１から第３のいずれか一つの態様にかかる基板処理方法であって、前記所定期間において、熱媒体を前記基板の前記第２主面に供給する。

[0010] 第５の態様は、第３の態様にかかる基板処理方法であって、前記乾燥液供給工程において、高温熱媒体と、前記高温熱媒体よりも温度が低い低温熱媒体とを混合して得られた熱媒体を、前記基板の前記第２主面に供給し、前記高温熱媒体と前記低温熱媒体との混合比を調整して、前記乾燥液供給工程での前記熱媒体よりも高温の前記熱媒体を、前記乾燥工程の少なくとも前記所定期間において前記基板の前記第２主面に供給する。

[0011] 第６の態様は、第４または第５の態様にかかる基板処理方法であって、前記所定期間において、前記乾燥液の沸点以上の温度の前記熱媒体を、前記基板の前記第２主面に供給する。

[0012] 第７の態様は、第４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、前記乾燥液供給工程において、前記乾燥液の沸点以上の温度の前記熱媒体を、前記基板の前記第２主面に供給しつつ、前記基板の前記第１主面の前記基板温度が前記沸点未満となる流量で前記乾燥液を供給する。

[0013] 第８の態様は、第４から第７のいずれか一つの態様にかかる基板処理方法であって、前記熱媒体は液体を含み、前記乾燥液供給工程において、前記基板の前記第１主面と対向する対向面を有する遮断板が遮断処理位置に位置する状態で、前記基板の前記第１主面に前記乾燥液を供給し、前記乾燥工程の

前記所定期間において、前記遮断板が前記遮断処理位置よりも前記第１主面に近い乾燥位置に移動させた状態で、前記遮断板の中央部のガス吐出口から前記基板の前記第１主面に向かって不活性ガスを供給する。

[0014] 第９の態様は、第８の態様にかかる基板処理方法であって、前記所定期間において、前記基板の前記第１主面に、加熱された前記不活性ガスを供給する。

[0015] 第１０の態様は、第８または第９の態様にかかる基板処理方法であって、前記乾燥液供給工程において、前記ガス吐出口に向かうにつれて広がる拡径流路を有する前記遮断板の内部のガス流路を通じて前記不活性ガスを前記基板の前記第１主面に供給し、前記遮断板を前記遮断処理位置から前記乾燥位置に移動させつつ、前記不活性ガスの流量を増加させる。

[0016] 第１１態様は、第１０の態様にかかる基板処理方法であって、前記乾燥液供給工程において、前記遮断板が前記遮断処理位置の一つである第１遮断処理位置に位置する状態で、前記基板の前記第１主面に前記乾燥液を供給し、その後、前記乾燥液を供給しつつ、前記遮断処理位置の一つであって、前記第１遮断処理位置よりも前記基板の前記第１主面に近い第２遮断処理位置に、前記遮断板を移動させる。

[0017] 第１２の態様は、第１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、前記乾燥工程の前記所定期間において、前記乾燥液供給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る。

[0018] 第１３の態様は、第１から第１２のいずれか一つの態様にかかる基板処理方法であって、前記乾燥液供給工程において、前記乾燥液を供給する乾燥液供給時間のうちの後時間のみにおいて、前記基板の前記第２主面を加熱する。

## 発明の効果

[0019] 第１の態様によれば、所定期間において、基板の第２主面を加熱している。このため、乾燥液の表面張力がより小さく、かつ、蒸発速度がより高い状態で、乾燥液を蒸発させることができる。したがって、基板の第１主面の乾

燥時におけるパターンの倒壊を抑制することができる。

[0020] 第２の態様によれば、所定期間における乾燥液の表面張力をさらに低減させることができ、また、乾燥液の蒸発速度をさらに向上させることができる。このため、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0021] 第３の態様によれば、乾燥液供給工程では、比較的小さい第１熱量で基板の第２主面が加熱されつつ、乾燥液が基板の第１主面に供給される。このため、乾燥液が供給された状態では、基板温度の上昇を抑制することができ、乾燥液の沸騰を抑制することができる。このため、パーティクルの付着を抑制することができる。一方、乾燥工程の所定期間では、乾燥液が基板に供給されていない状態で、比較的大きな第２熱量で基板の第２主面が加熱される。このため、所定時間における乾燥液の表面張力をさらに低減させつつ、蒸発速度をさらに向上させることができる。したがって、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0022] 第４の態様によれば、基板の第２主面を簡単に加熱することができる。

[0023] 第５の態様によれば、混合比を調整するので、基板の第２主面に供給する熱媒体の温度を速やかに上昇させることができる。このため、乾燥工程において、より早いタイミングで乾燥液を昇温させることができる。したがって、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0024] 第６の態様によれば、乾燥工程において、乾燥液の表面張力をさらに低減させつつ、蒸発速度をさらに向上させることができる。したがって、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0025] 第７の態様によれば、乾燥液供給工程において、基板の第１主面の温度を乾燥液の沸点のより近い温度に上昇させることができる。

[0026] 第８の態様によれば、所定期間においては、遮断板が基板に近い乾燥位置に位置している。このため、基板と遮断板との間隔を狭くすることができ、基板と遮断板との間から径方向外側に流出する不活性ガスの流速を高くすることができる。したがって、基板の周縁を介した第２主面から第１主面への熱媒体の回り込みを抑制することができる。

[0027] 第９の態様によれば、さらに短時間で乾燥液を蒸発させることができる。このため、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0028] 第１０の態様によれば、乾燥液の遮断板への付着を抑制しつつ、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0029] 第１１の態様によれば、乾燥工程の直前において、遮断板は第２遮断処理位置に位置している。このため、遮断板をより速やかに乾燥位置に移動させることができる。したがって、基板をより速やかに乾燥させることができ、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0030] 第１２の態様によれば、さらに短時間で乾燥液を蒸発させることができる。このため、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0031] 第１３の態様によれば、消費電力を低減させることができる。

## 図面の簡単な説明

[0032] [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]制御部の内部構成の一例を概略的に示すブロック図である。

[図3]第１実施形態にかかる処理ユニットの構成の一例を概略的に示す縦断面図である。

[図4]処理ユニットの動作の一例を示すフローチャートである。

[図5]各ステップにおける処理ユニットの様子の一例を概略的に示す図である。

[図6]各ステップにおける処理ユニットの様子の一例を概略的に示す図である。

[図7]処理ユニットのタイミングチャートおよび基板の第１主面の温度の時間変化の一例を模式的に示す図である。

[図8]第２実施形態にかかる基板加熱部の構成の一例を概略的に示す図である。

[図9]第２実施形態にかかる処理ユニットのタイミングチャート、熱媒体の流量および熱媒体の温度の時間変化の一例を模式的に示す図である。

[図10]第３実施形態にかかる処理ユニットのタイミングチャートおよび基板

の第１主面の温度変化の一例を模式的に示す図である。

[図11]第４実施形態にかかる処理ユニットのタイミングチャート、熱媒体の流量、熱媒体の温度および基板の第１主面の温度の時間変化の一例を模式的に示す図である。

[図12]第５実施形態にかかる処理ユニットの動作の第１例を示すフローチャートである。

[図13]第５実施形態にかかる処理ユニットの動作の第２例を示すフローチャートである。

[図14]第６実施形態にかかる遮断板の構成の第１例を概略的に示す図である。

[図15]不活性ガスが吐出される様子の一例を概略的に示す図である。

[図16]第６実施形態にかかる処理ユニットのタイミングチャートの第１例を示す図である。

[図17]第６実施形態にかかる処理ユニットのタイミングチャートの第２例を模式的に示す図である。

[図18]乾燥液供給工程における処理ユニットの様子の一例を示す図である。

[図19]第６実施形態にかかる乾燥液供給工程における処理ユニットの様子の一例を示す図である。

[図20]第６実施形態にかかる遮断板の構成の第２例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0033] 以下、図面を参照しつつ実施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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] ＜第１実施形態＞

＜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。

[0038] 基板Ｗは、例えば、半導体ウエハ、液晶ディスプレイ用基板、有機ＥＬ(Electroluminescence)用基板、ＦＰＤ(Flat Panel Display)用基板、光ディスプレイ用基板、磁気ディスク用基板、光ディスク用基板、光磁気ディスク用

基板、フォトマスク用基板、太陽電池用基板である。基板Wは、第１主面Ｗａおよび第２主面Ｗｂを有する、薄い平板形状を有する。第２主面Ｗｂは第１主面Ｗａと逆側の面である。以下では、基板Wが半導体ウエハであるものとする。基板Wは例えば円板形状を有している。基板Wの直径は例えば３００ｍｍ程度であり、基板Wの厚さは例えば０．５ｍｍ程度以上かつ３ｍｍ程度以下である。基板Wの主面にはパターンが形成されている。ここでいうパターンは、例えば、配線パターン、電極パターン、半導体パターンおよび絶縁パターンの少なくとも一つを含む。パターンにおけるアスペクト比は、例えば、５以上かつ５００以下である。パターン幅は、例えば、３ｎｍ以上かつ５０ｎｍ以下である。このような高アスペクト比のパターンは倒壊しやすい。

[0039] 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とを含んでいる。処理ブロック１２０は、主として基板Wの処理を行う部分であり、インデクサブロック１１０は、主として、基板処理装置１００の外部と処理ブロック１２０との間での基板Wの搬送を行う部分である。

[0040] インデクサブロック１１０は、ロードポート１１１と、第１搬送部１１２とを含む。ロードポート１１１には、外部から搬入された基板収容器（以下、キャリアと呼ぶ）Ｃが載置される。キャリアＣには、複数の基板Wが、例えば鉛直方向において互いに間隔を空けて並んだ状態で、収容される。図１の例では、複数のロードポート１１１が配列される。

[0041] 第１搬送部１１２は搬送ロボットであって、各ロードポート１１１に載置されたキャリアＣから未処理の基板Wを取り出すことができる。第１搬送部１１２はインデクサロボットとも呼ばれ得る。第１搬送部１１２は、キャリアＣから取り出した未処理の基板Wを処理ブロック１２０に搬送する。処理ブロック１２０は該未処理の基板Wに処理を行うことができる。また、第１搬送部１１２は、処理済みの基板Wを処理ブロック１２０から受け取り、処理済みの基板Wをロードポート１１１のキャリアＣに搬送することができる

。

[0042] 図１の例では、処理ブロック１２０は、複数の処理ユニット１と、第２搬送部１２２とを含んでいる。第２搬送部１２２は搬送ロボットであって、第１搬送部１１２と複数の処理ユニット１との間で基板Ｗを搬送することができる。図１の例では、処理ブロック１２０は載置部１２３も含んでいる。載置部１２３は、例えば、複数の基板Ｗを鉛直方向に並べた状態で載置することができる棚である。第１搬送部１１２は未処理の基板Ｗを載置部１２３に載置する。第２搬送部１２２は載置部１２３から未処理の基板Ｗを取り出し、該基板Ｗを処理ユニット１に搬送する。処理ユニット１は基板Ｗを処理する。処理ユニット１の構成については後に述べる。第２搬送部１２２は処理済みの基板Ｗを処理ユニット１から取り出し、該基板Ｗを載置部１２３に搬送する。第１搬送部１１２は載置部１２３から該基板Ｗを取り出し、該基板Ｗをロードポート１１１のキャリアＣに搬送する。

[0043] 図１の例では、複数（例えば４つ）の処理ユニット１は平面視において第２搬送部１２２の周りを囲むように設けられている。この第２搬送部１２２はセンターロボットとも呼ばれ得る。平面視上の各位置において、複数の処理ユニット１が鉛直方向に積層されていてもよい。つまり、鉛直方向に積層された複数の処理ユニット１によって構成されるタワーＴＷの複数（図では４つ）が、第２搬送部１２２を囲むように設けられてもよい。

[0044] 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は第１搬送部１１２、第２搬送部１２２および処理ユニット１を制御する。図２は、制御部９０の内部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２の具体例では、データ処理部９１と記憶部９２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））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。

[0045] ＜処理ユニットの概要＞

図３は、第１実施形態にかかる処理ユニット１の構成の一例を概略的に示す縦断面図である。なお、基板処理装置１００に属する全ての処理ユニット１が、図３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ユニット１が、図３に例示された構成を有していればよい。

[0046] 処理ユニット１は、基板保持部２と、少なくとも一つのノズル３と、基板加熱部４０とを含んでいる。

[0047] 図３の例では、処理ユニット１にはチャンバ１０も設けられている。チャンバ１０は箱形の形状を有し、その内部空間は、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。第２搬送部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。

[0048] 図３の例では、チャンバ１０の天井部にはファンフィルタユニット１１が設けられている。ファンフィルタユニット１１は、チャンバ１０の外部の空気を取り込んで清浄化し、その清浄化後の空気をチャンバ１０の内部に送風する。ファンフィルタユニット１１の作動により、チャンバ１０内には清浄な空気によるダウンフローが形成される。図３の例では、チャンバ１０の側壁の下部には、排気管１３の上流端が接続されている。チャンバ１０内のガスは排気管１３を通じて外部に排出される。

[0049] 基板保持部２はチャンバ１０内に設けられており、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。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。

[0050] ここでは、パターンが形成された基板Ｗの第１主面Ｗａが鉛直上方を向いている。つまり、図３の例では、基板保持部２によって保持された基板Ｗの第１主面Ｗａが上面に相当する。パターンは、例えば、配線パターン、絶縁パターンおよび半導体パターンの少なくともいずれかを含む。

[0051] 図３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。スピンベース２１の上面には複数のチャックピン２２が設けられている。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ている。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３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、複数のチャックピン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、モータおよび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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 少なくとも一つのノズル３は、基板保持部２によって保持された基板Wの第１主面Ｗａに向かって液体を吐出する。図３の例では、第１主面Ｗａは上面であるので、ノズル３は基板保持部２によって保持された基板Wよりも鉛直上方に設けられている。

[0055] 図３の例では、ノズル３としてノズル３ｃ、ノズル３ｗおよびノズル３ｉが設けられている。ノズル３ｃは薬液を吐出し、ノズル３ｗはリンス液を吐出し、ノズル３ｉは乾燥液を吐出する。薬液、リンス液および乾燥液の具体例は後に述べる。以下では、薬液、リンス液および乾燥液を総称して処理液とも呼ぶ。ノズル３は、例えば、処理液を連続流の状態で吐出するストレートノズルである。

[0056] 図３の例では、ノズル３は移動駆動部３５によって移動可能に設けられている。図３の例では、移動駆動部３５として、移動駆動部３５ｃ、移動駆動部３５ｗおよび移動駆動部３５ｉが示されている。移動駆動部３５ｃはノズル３ｃを移動させ、移動駆動部３５ｗはノズル３ｗを移動させ、移動駆動部３５ｉはノズル３ｉを移動させる。

[0057] 移動駆動部３５ｃはノズル３ｃ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待機位置とは、ノズル３ｃが薬液を基板Wの第１主面Ｗａに向かって吐出しない位置であり、例えば、基板保持部２よりも径方向外側の位置である。図３の例では、第１待機位置で停止したノズル３ｃが示されている。第１処理位置とは、ノズル３ｃが薬液を基板Wの第１主面Ｗａに向かって吐出する位置であり、例えば、基板Wの第１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。

[0058] 移動駆動部３５ｗはノズル３ｗ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処理位置とは、ノズル３ｗがリンス液を基板

Wの第１主面Ｗａに向かって吐出する位置であり、例えば、基板Wの第１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。図３の例では、第２処理位置で停止したノズル３ｗが示されている。第２待機位置とは、ノズル３ｗがリンス液を基板Wの第１主面Ｗａに向かって吐出しない位置であり、例えば、基板保持部２よりも径方向外側の位置である。

[0059] 図３では、移動駆動部３５ｗの具体的な構成の一例が示されている。図３の例では、移動駆動部３５ｗは、アーム３５１と、支持柱３５２と、駆動源３５３とを含んでいる。支持柱３５２は、後述のガード７よりも径方向外側に設けられており、鉛直方向に沿って延びている。アーム３５１は水平方向に沿って延びており、その先端がノズル３ｗに接続され、その基端が支持柱３５２に接続されている。駆動源３５３は制御部９０によって制御され、支持柱３５２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。駆動源３５３は例えばモータを含む。支持柱３５２が中心軸線Ｑ２のまわりで所定の角度範囲で正逆方向に回転すると、ノズル３ｗは、中心軸線Ｑ２についての周方向に沿って往復移動する。支持柱３５２は、ノズル３ｗの移動軌跡上に第２処理位置および第２待機位置が位置するように、設置される。なお、移動駆動部３５ｗは必ずしも図３の態様に限らず、例えばリニアモータ等の直動機構を含んでいてもよい。移動駆動部３５ｃは例えば移動駆動部３５ｗと同様の構成を有してもよい。

[0060] 移動駆動部３５ｉはノズル３ｉを、次に説明する遮断処理位置と遮断待機位置との間で移動させる。なお、図３の例では、ノズル３ｉは、後述の遮断板６と一体に設けられており、移動駆動部３５ｉはノズル３ｉおよび遮断板６を一体に移動させる。遮断処理位置とは、ノズル３ｉが乾燥液を基板Wの第１主面Ｗａに向かって吐出する位置であり、例えば、基板Wの第１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。遮断待機位置とは、ノズル３ｉが乾燥液を基板Wの第１主面Ｗａに向かって吐出しない位置であり、例えば、遮断処理位置よりも鉛直上方の位置である。図３の例では、遮断待機位置で停止したノズル３ｉおよび遮断板６が示されている。移動駆動部

３５ｉは、ノズル３ｉを鉛直方向に沿って移動させるので、昇降駆動部であるともいえる。移動駆動部３５ｉは、モータ等の駆動源と、駆動源からの動力をノズル３ｉおよび遮断板６に伝達する動力伝達部とを含む。動力伝達部は、例えば、カム機構またはボールねじ機構を含む。

[0061] ノズル３は供給管３１の下流端に接続され、供給管３１の上流端は処理液供給源に接続される。図３の例では、供給管３１として、供給管３１ｃ、供給管３１ｗおよび供給管３１ｉが示されている。供給管３１ｃの下流端はノズル３ｃに接続され、供給管３１ｃの上流端は薬液供給源に接続される。薬液供給源は、薬液を貯留するタンク（不図示）を有し、供給管３１ｃの上流端に薬液を供給する。薬液としては、例えば、フッ酸と硝酸と水とを混合して得られるフッ硝酸、フッ酸と過酸化水素と水とを混合して得られるフッ酸過酸化水素水溶液（ＦＰＭ）、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド（ＴＭＡＨ）、硫酸と過酸化水素水との混合液（ＳＰＭ）、アンモニア水、アンモニアと過酸化水素と水との混合液（ＳＣ－１）、および、塩化水素と過酸化水素と水との混合液（ＳＣ－２）等の液体を適用できる。なお、薬液は混合液ではなく、単液でもよい。例えば、フッ酸（ＨＦ）、過酸化水素水および硫酸等の単液を薬液として適用できる。

[0062] 供給管３１ｗの下流端はノズル３ｗに接続され、供給管３１ｗの上流端はリンス液供給源に接続される。リンス液供給源は、リンス液を貯留するタンク（不図示）を有し、供給管３１ｗの上流端にリンス液を供給する。リンス液としては、例えば、純水、二酸化炭素水またはオゾン水を適用することができる。

[0063] 供給管３１ｉの下流端はノズル３ｉに接続され、供給管３１ｉの上流端は乾燥液供給源に接続される。乾燥液供給源は、乾燥液を貯留するタンク（不図示）を有し、供給管３１ｉの上流端に乾燥液を供給する。乾燥液としては、例えば、イソプロピルアルコール等の有機溶剤を適用することができる。乾燥液の表面張力は他の処理液の表面張力（例えば薬液の表面張力およびリンス液の表面張力の両方）よりも低い。また、乾燥液の揮発性は他の処理液

の揮発性（例えば薬液の揮発性およびリンス液の揮発性の両方）よりも高い。

[0064] 供給管３１には供給弁３２および流量調整弁３３が介挿されている。図３の例では、供給管３１ｃには供給弁３２ｃおよび流量調整弁３３ｃが介挿され、供給管３１ｗには供給弁３２ｗおよび流量調整弁３３ｗが介挿され、供給管３１ｉには供給弁３２ｉおよび流量調整弁３３ｉが介挿される。供給弁３２は供給管３１の開閉を切り換える。流量調整弁３３は、供給管３１を流れる処理液の流量を調整する。流量調整弁３３はマスフローコントローラであってもよい。供給弁３２および流量調整弁３３は制御部９０によって制御される。

[0065] 基板保持部２が基板Ｗを回転させ、かつ、ノズル３が処理位置に位置する状態で、供給弁３２が開くと、ノズル３から回転中の基板Ｗの第１主面Ｗａに向かって処理液が吐出される。基板Ｗの第１主面Ｗａに着液した処理液は基板Ｗの回転に伴う遠心力を受けて、第１主面Ｗａに沿って径方向外側に流れ、基板Ｗの周縁から外側に飛散する。これにより、処理液の種類に応じた処理が基板Ｗの第１主面Ｗａに対して行われる。例えば、洗浄用の薬液が吐出される場合、基板Ｗの第１主面Ｗａが薬液によって洗浄される。

[0066] 基板加熱部４０は、基板保持部２によって保持された基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱する。図３の例では、基板加熱部４０は、基板Ｗの第２主面Ｗｂと鉛直方向において対向する位置に設けられている。図３の例では、基板Ｗの第２主面Ｗｂは下面に相当するので、基板加熱部４０は基板Ｗの直下に設けられている。

[0067] 図３の例では、基板加熱部４０はノズル４を含んでいる。ノズル４は基板Ｗの第２主面Ｗｂに向かって熱媒体を吐出する。図３の例では、基板Ｗの第２主面Ｗｂは下面に相当するので、ノズル４は下面ノズルとも呼ばれ得る。図３の例では、基板保持部２のスピンベース２１の中央部には貫通穴が形成されており、シャフト２３１は中空シャフトである。スピンベース２１の貫通穴およびシャフト２３１の中空部は鉛直方向において、つながっている。

ノズル４の一部は当該貫通穴に配置されている。ノズル４の上面には吐出口が形成されており、ノズル４の吐出口は基板Ｗの第２主面Ｗｂの中央部と鉛直方向において対向している。ノズル４は熱媒体を基板Ｗの第２主面Ｗｂの中央部に向かって吐出する。

[0068] ノズル４には供給管４１の下流端が接続される。供給管４１はシャフト２３１の内部において延びており、シャフト２３１を貫通している。供給管４１の上流端は熱媒体供給源に接続される。熱媒体は流体（気体または液体）であり、より具体的な一例として水等の液体である。熱媒体供給源は、例えば熱媒体を貯留するタンク（不図示）を有し、熱媒体を供給管４１の上流端に供給する。

[0069] 図３の例では、供給管４１には供給弁４２、流量調整弁４３およびヒータ４４が設けられている。供給弁４２は供給管４１の開閉を切り換える。流量調整弁４３は、供給管４１を流れる熱媒体の流量を調整する。流量調整弁４３はマスフローコントローラであってもよい。ヒータ４４は、供給管４１を流れる熱媒体を加熱する。ヒータ４４は、例えば、電熱線を有する電気抵抗式のヒータであってもよい。供給弁４２、流量調整弁４３およびヒータ４４は制御部９０によって制御される。

[0070] 供給弁４２が開くと、ノズル４から回転中の基板Ｗの第２主面Ｗｂの中央部に高温の熱媒体が吐出される。基板Ｗの第２主面Ｗｂの中央部に着液した熱媒体は基板Ｗの回転に伴う遠心力を受けて、第２主面Ｗｂに沿って径方向外側に流れ、基板Ｗの周縁から外側に飛散する。高温の熱媒体が基板Ｗの第２主面Ｗｂに沿って流れる際に、熱媒体から基板Ｗに熱が移動し、基板Ｗが加熱される。

[0071] 図３の例では、処理ユニット１にはガード７およびガード昇降駆動部７１が設けられている。ガード７は、回転軸線Ｑ１を中心軸とした筒状の形状を有しており、基板保持部２を囲む。ガード７は、基板Ｗの周縁から飛散する処理液および熱媒体を受け止めることができる。ガード昇降駆動部７１はガード７を、次に説明する上位置と下位置との間で昇降させる。上位置とは、

ガード７の上端が、基板保持部２によって保持された基板Ｗよりも鉛直上方となる位置である。ガード７は、上位置に位置する状態で、基板Ｗの周縁から飛散した処理液および熱媒体を受け止めることができる。下位置は、上位置よりも低い位置であり、例えば、ガード７の上端がスピンベース２１の上面よりも鉛直下方となる位置である。

[0072] 図３の例では、複数のガード７が設けられている。複数のガード７は同心状に配置される。複数のガード７は処理液の種類に応じて使い分けられてもよい。図３の例では、各ガード７に対応したカップ７２が設けられている。カップ７２は、回転軸線Ｑ１を囲む環状（例えば円環状）の凹部（溝）を有する。各カップ７２は、対応するガード７の内周面を流下した処理液を受け止める。各カップ７２の例えば底部には、排出管１２の上流端が接続されている。各カップ７２で受け止められた処理液は排出管１２を通じて処理ユニット１の外部に排出される。

[0073] 図３の例では、処理ユニット１は遮断板６をさらに含んでいる。遮断板６は、基板保持部２によって保持された基板Ｗの第１主面Ｗａと鉛直方向において対向する位置に設けられている。図３の例では、基板Ｗの第１主面Ｗａは上面に相当するので、遮断板６は基板Ｗよりも鉛直上方に設けられている。遮断板６は例えば板状の形状を有しており、その厚み方向が鉛直方向に沿う姿勢で設けられる。遮断板６の下面は、基板Ｗの第１主面Ｗａと対向する対向面である。遮断板６は平面視において、例えば円形状を有する。遮断板６の直径（つまり、対向面の直径）は例えば基板Ｗの直径の８割以上であってもよく、９割以上であってもよく、基板Ｗの直径以上であってもよい。遮断板６の中央部には、自身を鉛直方向に貫通する貫通穴が形成されており、ノズル３ｉが当該貫通穴の内部に設けられている。

[0074] 図３の例では、遮断板６の上面には、中空軸６１が設けられている。中空軸６１は中空部を有しており、当該中空部が遮断板６の貫通穴と鉛直方向においてつながっている。ノズル３ｉの外周面の直径は、中空軸６１および遮断板６の内周面の直径よりも小さい。ノズル３ｉの外周面と、中空軸６１お

よび遮断板６の内周面との間の空間は、後述のようにガス流路３ｇとして機能する。

[0075] 図３の例では、中空軸６１の上部は供給管３１ｇの下流端に接続されている。つまり、供給管３１ｇの下流端は、ノズル３ｉの外周面と中空軸６１および遮断板６の内周面との間のガス流路３ｇにつながっている。供給管３１ｇの上流端はガス供給源に接続されている。ガス供給源は、不活性ガスを貯留する貯留部（不図示）を有しており、不活性ガスを供給管３１ｇの上流端に供給する。不活性ガスは、例えば、窒素ガスおよび希ガスの少なくともいずれか一方を含む。希ガスは例えばアルゴンガスを含む。

[0076] 供給管３１ｇには供給弁３２ｇ、流量調整弁３３ｇおよびヒータ３４ｇが設けられている。供給弁３２ｇは供給管３１ｇの開閉を切り換える。流量調整弁３３ｇは、供給管３１ｇを流れる不活性ガスの流量を調整する。ヒータ３４ｇは、供給管３１ｇを流れる不活性ガスを加熱する。ヒータ３４ｇは、例えば、電熱線を有する電気抵抗式のヒータであってもよい。供給弁３２ｇ、流量調整弁３３ｇおよびヒータ３４ｇは制御部９０によって制御される。

[0077] 供給弁３２ｇが開き、かつ、ヒータ３４ｇが作動すると、遮断板６の下面の中央部（つまり、ガス流路３ｇの下端口）から高温の不活性ガスが、基板Ｗの第１主面Ｗａの中央部に向かって吐出される。これにより、基板Ｗの乾燥を促進させることができる。

[0078] ＜基板処理装置の動作例＞

次に、処理ユニット１の動作の一例について説明する。図４は、処理ユニット１の動作の一例を示すフローチャートである。制御部９０は、予め設定された処理手順（レシピ）にしたがって、ステップＳ１からステップＳ７の処理を処理ユニット１に実行させる。図５および図６は、各ステップにおける処理ユニット１の様子の一例を概略的に示す図である。

[0079] まず、第２搬送部１２２が基板Ｗを処理ユニット１に搬送する。そして、基板保持部２が、第２搬送部１２２から受け取った基板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。

[0080] 次に、基板保持部２は基板Ｗの回転を開始させる（ステップＳ２：回転開始工程）。基板保持部２は、基板Ｗの処理が完了するまで基板Ｗに対する回転を継続してもよい。

[0081] 次に、処理ユニット１は基板Ｗの第１主面Ｗａに薬液を供給する（ステップＳ３：薬液工程）。まず、移動駆動部３５ｃがノズル３ｃを第１処理位置に移動させる。また、ガード昇降駆動部７１が薬液用のガード７を上位置に上昇させる。そして、制御部９０は供給弁３２ｃを開く。つまり、制御部９０は供給弁３２ｃを閉状態から開状態に切り替える。これにより、ノズル３ｃから回転中の基板Ｗの第１主面Ｗａに向かって薬液が吐出される。基板Ｗの第１主面Ｗａに着液した薬液は基板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の周縁から飛散する。このとき、薬液が基板Ｗの第１主面Ｗａに作用することにより、薬液の種類に応じた薬液処理が基板Ｗの第１主面Ｗａに対して行われる。例えば処理ユニット１は、基板Ｗの第１主面Ｗａ上の不純物を洗浄除去する洗浄処理、あるいは、基板Ｗの第１主面Ｗａの所定膜をエッチングするエッチング処理を行う。基板Ｗの周縁から飛散した薬液はガード７で受け止められ、排出管１２を通じてチャンバ１０の外部に排出される。

[0082] 基板Ｗに対する処理が十分に行われると、制御部９０は供給弁３２ｃを閉じる。具体的な一例として、制御部９０は薬液の吐出開始からの経過時間を測定し、当該経過時間が所定の薬液時間以上であるか否かを判定する。薬液時間は、薬液処理が十分に行われる程度の時間に予め設定される。経過時間の測定は、例えば制御部９０に属するタイマ回路（不図示）によって行われる。制御部９０は当該経過時間が薬液時間以上であるときに、供給弁３２ｃを開状態から閉状態に切り替える。また、供給弁３２ｃを閉じた後に、移動駆動部３５ｃがノズル３ｃを第１待機位置に移動させる。

[0083] 次に、処理ユニット１は基板Ｗの第１主面Ｗａにリンス液を供給する（ステップＳ４：リンス工程）。具体的には、まず、移動駆動部３５ｗがノズル３ｗを第２処理位置に移動させる。また、リンス液用のガード７が薬液用のガード７と相違する場合には、ガード昇降駆動部７１がガード７を適宜に昇降させて、リンス液用のガード７を上位置に位置させる。そして、制御部９０は供給弁３２ｗを開く。つまり、制御部９０は供給弁３２ｗを閉状態から開状態に切り替える。これにより、図５（ａ）に示されるように、ノズル３ｗから回転中の基板Ｗの第１主面Ｗａに向かってリンス液が吐出される。基板Ｗの第１主面Ｗａに着液したリンス液は、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の周縁から飛散する。このとき、リンス液が基板Ｗの第１主面Ｗａ上の薬液を径方向外側に押し流す。これにより、基板Ｗの第１主面Ｗａ上の処理液が薬液からリンス液に置換される。基板Ｗの周縁から飛散した処理液はガード７で受け止められ、排出管１２を通じてチャンバ１０の外部に排出される。

[0084] 薬液からリンス液への置換が十分に行われると、制御部９０は供給弁３２ｗを閉じる。具体的な一例として、制御部９０はリンス液の吐出開始からの経過時間を測定し、当該経過時間が所定のリンス時間以上となったときに、供給弁３２ｗを開状態から閉状態に切り替える。リンス時間は、薬液からリンス液の置換が十分に行われる程度の時間に予め設定される。また、供給弁３２ｗが閉じた後に、移動駆動部３５ｗがノズル３ｗを第２待機位置に移動させる。

[0085] 次に、処理ユニット１は基板Ｗの第１主面Ｗａに乾燥液を供給する（ステップＳ５：乾燥液供給工程）。具体的には、まず、移動駆動部３５ｉがノズル３ｉおよび遮断板６を一体に遮断処理位置に移動させる。また、乾燥液用のガード７がリンス液用のガード７と相違する場合には、ガード昇降駆動部７１がガード７を適宜に昇降させて、乾燥液用のガード７を上位置に上昇させる。そして、制御部９０は供給弁３２ｉを開く。つまり、制御部９０は供給弁３２ｉを閉状態から開状態に切り替える。

[0086] 供給弁３２ｉが開くと、図５（ｂ）に示されるように、ノズル３ｉから回転中の基板Ｗの第１主面Ｗａに向かって乾燥液が吐出される。乾燥液の温度は例えば常温（例えば摂氏２５度程度）であってもよい。基板Ｗの第１主面Ｗａに着液した乾燥液は、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の周縁から飛散する。このとき、乾燥液が基板Ｗの第１主面Ｗａ上のリンス液を押し流すことにより、基板Ｗの第１主面Ｗａ上の処理液がリンス液から乾燥液に置換される。基板Ｗの周縁から飛散した処理液はガード７で受け止められ、排出管１２を通じてチャンバ１０の外部に排出される。乾燥液供給工程における基板Ｗの回転速度は、例えば１５０ｒｐｍ以上かつ６００ｒｐｍ以下に設定されてもよく、２００ｒｐｍ以上かつ４００ｒｐｍ以下に設定されてもよい。より具体的な一例として、回転速度は３００ｒｐｍに設定され得る。

[0087] また、処理ユニット１は乾燥液の供給時に基板Ｗを加熱してもよい。つまり、基板加熱部４０は基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱してもよい。より具体的な一例として、制御部９０は供給弁４２を開き、かつ、ヒータ４４を作動させてもよい。これによれば、図５（ｂ）に示されるように、ノズル４から回転中の基板Ｗの第２主面Ｗｂに向かって高温の熱媒体（例えば温水）が吐出される。ヒータ４４は熱媒体の温度を例えば摂氏６０度以上に加熱してもよく、摂氏７０度以上に加熱してもよく、摂氏８０度以上に加熱してもよい。また、ヒータ４４は熱媒体の温度を、例えば、乾燥液の沸点未満に調整してもよい。ここでいう熱媒体の温度とは、例えば、ノズル４の吐出口における熱媒体の温度である。流量調整弁４３は熱媒体の流量を、例えば、乾燥液の流量よりも大きな値に調整してもよい。より具体的には、流量調整弁４３は熱媒体の流量を１０００ｍＬ（ミリリットル）／ｍｉｎ以上に調整してもよく、１５００ｍＬ／ｍｉｎ以上に調整してもよい。

[0088] 基板Ｗの第２主面Ｗｂの中央部に着液した熱媒体は、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の周縁から飛散する。高温の熱媒体が基板Ｗの第２主面Ｗｂに沿って流れる際に、熱媒体から基板Ｗに熱が伝

達され、基板Wが加熱される。基板Wの熱は第１主面Ｗａ上の乾燥液に伝達される。このため、基板Wの第１主面Ｗａ上の乾燥液も加熱され、昇温する。

[0089] リンス液から乾燥液への置換が十分に行われると、処理ユニット１は基板Wを乾燥させる（ステップＳ６：乾燥工程）。具体的には、処理ユニット１は乾燥液の吐出開始からの経過時間を測定し、当該経過時間が所定の乾燥液供給時間以上であるか否かを判定する。乾燥液供給時間は、リンス液から乾燥液への置換が十分に行われる程度の時間に予め設定される。乾燥液供給時間は例えば数十秒程度に設定され、具体的には４０秒程度に設定され得る。そして、当該経過時間が乾燥液供給時間以上であるときに、処理ユニット１は基板Wを乾燥させる。具体的には、制御部９０は供給弁３２ｉを閉じ、供給弁３２ｇを開き、ヒータ３４ｇを作動させ、移動駆動部３５ｉに遮断板６を、遮断処理位置よりも基板Wに近い乾燥位置に下降させ、基板保持部２に基板Wの回転速度を増加させる。

[0090] 供給弁３２ｇが開くと、図６（ａ）に示されるように、遮断板６の下面の中央部のガス吐出口（つまり、ガス流路３ｇの下端口）から、高温の不活性ガスが基板Wの第１主面Ｗａに向かって吐出される。図６では、不活性ガスの流れる方向が、遮断板６の直下の矢印で模式的に示されている。ヒータ３４ｇは不活性ガスの温度を例えば摂氏６０度以上に加熱してもよく、摂氏７０度以上に加熱してもよく、摂氏８０度以上に加熱してもよい。不活性ガスの温度は、例えば、ガス流路３ｇのガス吐出口における不活性ガスの温度であってもよい。流量調整弁３３ｇは不活性ガスの流量を、例えば、１０Ｌ（リットル）／ｍｉｎ以上かつ３００Ｌ／ｍｉｎ以下に調整してもよい。

[0091] 図６（ａ）では、遮断板６が下降していることが、遮断板６の横に付記されたブロック矢印で模式的に示されている。ここでは、移動駆動部３５ｉは、ガス流路３ｇから不活性ガスが吐出された状態で、ノズル３ｉおよび遮断板６を一体に下降させる。遮断板６が乾燥位置まで下降すると、図６（ｂ）に示されるように、遮断板６と基板Wの第１主面Ｗａとの間隔を狭めること

ができる。つまり、乾燥工程における遮断板６と基板Ｗとの間隔を、乾燥液供給工程における遮断板６と基板Ｗとの間隔よりも狭くすることができる。このため、乾燥工程において、遮断板６と基板Ｗとの周縁から径方向外側に流出する不活性ガスの流速を高めることができる。乾燥工程における遮断板６の下面と基板Ｗの第１主面Ｗａとの間隔は、例えば数ｍｍ程度（例えば５ｍｍ）以下に設定される。

[0092] 基板保持部２は、乾燥液供給工程から乾燥工程への遷移時および乾燥工程の初期において、基板Ｗの回転速度を低減させることなく、単調非減少で増加させてもよい。基板保持部２は、例えば８００ｒｐｍ以上かつ２５００ｒｐｍ以下の回転速度で基板Ｗを回転させてもよく、８００ｒｐｍ以上かつ１５００ｒｐｍ以下の回転速度で基板Ｗを回転させてもよい。また、基板保持部２は、遮断板６の下降中もしくは下降後において、基板Ｗの回転速度を徐々に（例えば段階的に）増加させてもよい。

[0093] 回転速度の向上により、基板Ｗの周縁から飛散する乾燥液の量を増加させることができる。このため、第１主面Ｗａ上の乾燥液の液膜を薄くした状態で、乾燥液を蒸発させることができる。したがって、より短時間で乾燥液を蒸発させることができる。

[0094] その一方で、基板Ｗの回転速度が増加すると、熱媒体が基板Ｗの第２主面Ｗｂから周縁を介して第１主面Ｗａの周縁部に回り込みやすくなる。しかるに、上述の例では、不活性ガスが高い流速で遮断板６と基板Ｗとの間から径方向外側に流出する。このため、不活性ガスが熱媒体を径方向外側に押し返すことができる。したがって、熱媒体の回り込みを抑制または防止することができる。言い換えれば、遮断板６と基板Ｗとの間隔および不活性ガスの流量は、熱媒体の回り込みを十分に抑制できる程度に設定され得る。

[0095] 乾燥液が十分に蒸発すると、基板加熱部４０は基板Ｗの加熱を停止する。具体的な一例として、制御部９０は、乾燥液の吐出停止からの経過時間を測定し、当該測定時間が所定の蒸発時間以上であるか否かを判定する。蒸発時間は、基板Ｗの第１主面Ｗａが十分に乾燥する程度の時間に予め設定される

。当該経過時間が蒸発時間以上であるときに、制御部９０は供給弁４２を開状態から閉状態に切り替える。これにより、基板Ｗの第２主面Ｗｂへの熱媒体の供給が停止する。つまり、基板加熱部４０による基板Ｗの加熱が停止する。

[0096] そして、制御部９０は、例えば、基板Ｗの第２主面Ｗｂが乾燥するのに十分な所定の乾燥時間が経過したときに、基板Ｗの回転を停止させる。また、移動駆動部３５ｉがノズル３ｉおよび遮断板６を遮断待機位置に一体に上昇させ、ガード昇降駆動部７１がガード７を下位置に下降させる。

[0097] 次に、基板保持部２が基板Ｗに対する保持を解除する（ステップＳ７：保持解除工程）。そして、第２搬送部１２２が処理済みの基板Ｗを処理ユニット１から搬出する。

[0098] 以上のように、処理ユニット１は基板Ｗに対して処理を行うことができる。しかも、本実施形態では、乾燥液の供給停止後において、基板加熱部４０が基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱している（乾燥工程、図６）。このため、乾燥工程において、基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液はより高い温度で蒸発することができる。

[0099] 図７は、処理ユニット１のタイミングチャートおよび基板Ｗの第１主面Ｗａの温度（以下、基板温度と呼ぶ）の時間変化の一例を模式的に示す図である。図７の例では、時点ｔ１において、制御部９０は供給弁３２ｉおよび供給弁４２を閉状態から開状態に切り替える。このため、時点ｔ１において、ノズル３ｉが乾燥液を吐出し始めるとともに、ノズル４が高温の熱媒体を吐出し始める。この乾燥液の吐出により、実質的な乾燥液供給工程（ステップＳ５）が開始する。また、熱媒体の吐出により、基板Ｗの第１主面Ｗａの基板温度は時間の経過とともに昇温する。基板温度はある程度まで高い上昇速度で上昇し、その後、緩やかに上昇し、もしくは、収束し得る。

[0100] 図７の例では、時点ｔ１よりも後の時点ｔ２において、制御部９０は供給弁３２ｉを開状態から閉状態に切り替える。このため、時点ｔ２において、乾燥液の吐出が停止する。この乾燥液の吐出停止により、乾燥液供給工程が

実質的に終了する。

[0101] 一方、図７の例では、時点ｔ２以後でも、供給弁４２は開き続けている。このため、時点ｔ２以後の蒸発時間（図７では時点ｔ２から時点ｔ３までの時間：所定期間に相当）において、ノズル４は熱媒体を吐出し、基板Ｗは熱媒体から熱量を受け取り続ける。したがって、蒸発時間における基板Ｗの第１主面Ｗａの基板温度を、乾燥液の供給時の基板温度以上にすることができる。図７の例では、時点ｔ２以後に、基板Ｗの第１主面Ｗａの温度は上昇している。これは、時点ｔ２以後において基板Ｗの第１主面Ｗａに新たな乾燥液が供給されないからである。つまり、熱媒体よりも低温の乾燥液が第１主面Ｗａに供給されると、乾燥液は基板Ｗを冷却するところ、時点ｔ２以後では乾燥液の供給が終了しているので、基板Ｗが昇温する。このため、蒸発時間における基板Ｗの第１主面Ｗａの基板温度は、乾燥液供給工程における基板Ｗの第１主面Ｗａの基板温度よりも高くなっている。

[0102] 基板Ｗの第１主面Ｗａの温度は、第１主面Ｗａ上の乾燥液の温度とほぼ等しいと考えることができるので、蒸発時間における乾燥液の温度も、乾燥液供給工程における乾燥液の温度よりも高い。また、乾燥液の表面張力は乾燥液の温度が高いほど低くなる。上述のように蒸発時間における乾燥液の温度は高いので、蒸発時間における乾燥液の表面張力を低減させることができる。しかも、乾燥液の蒸発速度を向上させることもできる。

[0103] パターンの倒壊は乾燥液の表面張力が高いほど生じやすい。また、パターンの倒壊は蒸発速度が低いほど生じやすい。これは、蒸発速度が低いほど、パターンに作用する表面張力の力積が大きくなるからである。本実施形態によれば、乾燥液の表面張力を低減させつつ、蒸発速度を向上させることができるので、パターンの倒壊率を効果的に低減させることができる。

[0104] 図７の例では、時点ｔ２よりも後の時点ｔ３において、制御部９０は供給弁４２を開状態から閉状態に切り替える。このため、時点ｔ３において、ノズル４は熱媒体の吐出を停止する。つまり、基板加熱部４０は時点ｔ３において基板Ｗの第２主面Ｗｂの加熱を停止する。したがって、時点ｔ３以後に

、基板Ｗの第１主面Ｗａの温度は時間の経過とともに低下する。

[0105] また上述の例では、乾燥工程（ステップＳ６）において、高温の不活性ガスが基板Ｗの第１主面Ｗａに供給される。このため、乾燥液における基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液の温度をさらに上昇させることができ、蒸発をさらに促進させることができる。したがって、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。また、基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液の温度分布を均一化させることもできる。

[0106] また上述の例では、乾燥工程において、基板保持部２は基板Ｗの回転速度を増加させている。このため、基板Ｗの周縁から外側に飛散する乾燥液の量を増加させることができつつ、乾燥液の蒸発をさらに促進させることができる。つまり、飛散によって第１主面Ｗａ上の乾燥液の液膜を薄くしつつ、乾燥液の蒸発を促進させる。これにより、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0107] また上述の例では、乾燥工程において、移動駆動部３５ｉは遮断板６を遮断処理位置よりも第１主面Ｗａに近い乾燥位置に移動させる。このため、遮断板６と基板Ｗとの間隔をより狭くすることができ、遮断板６と基板Ｗとの間から径方向外側に流出する不活性ガスの流速を高めることができる。このため、基板Ｗの周縁での熱媒体の回り込みを抑制または防止することができる。これによれば、基板Ｗの第１主面Ｗａの周縁部のパターンの倒壊率を低減させることができ、また、当該周縁部へのパーティクルの付着を抑制することができる。

[0108] 逆に、乾燥液供給工程では、遮断板６は乾燥位置よりも基板Ｗから遠い遮断処理位置に停止している。このため、ノズル３ｉから吐出された乾燥液が基板Ｗの第１主面Ｗａで跳ね返ったとしても、その跳ね返った乾燥液が遮断板６の下面に付着する可能性を低減させることができる。遮断板６の下面に乾燥液が付着すると、例えば、次の基板Ｗの処理時において、付着した乾燥液の液滴が基板Ｗの第１主面Ｗａに落下し得る。これは、処理の不具合を招き得るので、好ましくない。上述のように乾燥液供給工程において遮断板６

が遮断処理位置に停止すれば、このような不具合の発生を抑制することができる。

[0109] また上述の例では、乾燥液供給工程において、基板加熱部４０は基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱しており、乾燥液供給工程から乾燥工程への遷移時にも基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱している。つまり、基板加熱部４０は乾燥液供給工程および乾燥工程の初期に亘って基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱し続けている。これによれば、乾燥工程の開始時点（つまり時点ｔ２）において、基板Ｗの第１主面Ｗａの温度をより高く維持することができる。つまり、乾燥工程の開始時点から乾燥液の温度を高くすることができる。したがって、乾燥工程において、より速やかに乾燥液の蒸発速度を高めることができ、パターンの倒壊率をより適切に低減させることができる。

[0110] また、乾燥液供給工程において、基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液の温度を高くすることにより、リンス液から乾燥液への置換効率を向上させることもできる。つまり、乾燥液よりも表面張力の大きなリンス液の残留を抑制することができる。このため、乾燥工程でのパターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0111] ＜第２実施形態＞

第２実施形態にかかる処理ユニット１の構成は、基板加熱部４０の具体的な構成を除いて、第１実施形態と同様である。図８は、第２実施形態にかかる基板加熱部４０の構成の一例を概略的に示す図である。図８の例では、基板加熱部４０は、ノズル４と、共通管４１１と、第１温度管４１２と、第２温度管４１３と、混合部４５とを含んでいる。共通管４１１の下流端はノズル４に接続され、共通管４１１の上流端は混合部４５に接続される。混合部４５には、第１温度管４１２の下流端および第２温度管４１３の下流端も接続される。第１温度管４１２および第２温度管４１３の上流端は熱媒体供給源に接続される。第１温度管４１２には第１媒体温度の熱媒体が流れ、第２温度管４１３には第２媒体温度の熱媒体が流れる。第２媒体温度は第１媒体温度よりも低い。以下では、第１温度管４１２を流れる第１媒体温度の熱媒

体を高温熱媒体とも呼び、第２温度管４１３を流れる第２媒体温度の熱媒体を低温熱媒体とも呼ぶ。図８の例では、第１温度管４１２にはヒータ４４が設けられている。ヒータ４４は、熱媒体の温度が第１媒体温度となるように、第１温度管４１２を流れる高温熱媒体を加熱する。第２媒体温度は常温であってもよい。あるいは、第２温度管４１３にヒータ（不図示）が設けられて、常温よりも高い第２媒体温度に低温熱媒体を加熱してもよい。

[0112] 混合部４５は、第１温度管４１２からの高温熱媒体および第２温度管４１３からの低温熱媒体を可変の混合比で混合し、混合した熱媒体を共通管４１１に流入させる。混合部４５の混合比は制御部９０によって制御される。図８の例では、混合部４５は、多連弁４５１と、流量調整弁４５２と、流量調整弁４５３とを含んでいる。流量調整弁４５２は、第１温度管４１２を流れる高温熱媒体の流量を調整する。流量調整弁４５３は、第２温度管４１３を流れる低温熱媒体の流量を調整する。流量調整弁４５２および流量調整弁４５３は制御部９０によって制御される。制御部９０が各流量を調整することにより、混合比を調整することができる。多連弁４５１は、共通管４１１と第１温度管４１２との接続および非接続を切り換え、共通管４１１と第２温度管４１３との接続および非接続を切り換える。なお、多連弁４５１自体に流量を調整する機能が備わっている場合には、流量調整弁４５２および流量調整弁４５３は不要である。

[0113] 図８の例では、共通管４１１に供給弁４２が設けられている。供給弁４２は共通管４１１の開閉を切り換える。供給弁４２は制御部９０によって制御される。

[0114] ＜基板処理装置の動作例＞

第２実施形態にかかる処理ユニット１の動作は第１実施形態で参照した図４に示される通りである。ただし、基板加熱部４０の具体的な動作が第１実施形態と相違する。第２実施形態では、基板加熱部４０は乾燥工程（ステップＳ６）において、乾燥液供給工程（ステップＳ５）における単位時間当たりの第１熱量よりも大きな単位時間当たりの第２熱量で、基板Ｗを加熱する

。より具体的な一例として、基板加熱部４０は、乾燥液供給工程において基板Ｗに供給する熱媒体の温度よりも高い温度の熱媒体を、乾燥工程において基板Ｗに供給する。具体的には、基板加熱部４０は高温熱媒体と低温熱媒体との混合比を調整し、乾燥液供給工程での熱媒体よりも高温の熱媒体を、乾燥工程において基板Ｗの第２主面に供給する。

[0115] 図９は、第２実施形態にかかる処理ユニット１のタイミングチャート、熱媒体の流量および熱媒体の温度の時間変化の一例を模式的に示す図である。図９の例では、高温熱媒体の流量の一例がグラフＧ１で示され、低温熱媒体の流量の一例がグラフＧ２で示されている。

[0116] 図９の例では、高温熱媒体の流量は時点ｔ１から時点ｔ３までの期間において一定である。一方、低温熱媒体の流量は時点ｔ２において低下している。つまり、時点ｔ２から時点ｔ３までの蒸発時間における低温熱媒体の流量は、時点ｔ１から時点ｔ２までの乾燥液供給工程における低温熱媒体の流量よりも小さい。このため、蒸発時間においてノズル４から吐出される熱媒体の温度は、乾燥液供給工程においてノズル４から吐出される熱媒体の温度よりも高くなる。

[0117] なお、第２実施形態では、ノズル４から吐出される熱媒体の温度が、乾燥液供給工程（ステップＳ５）よりも乾燥工程（ステップＳ６）で高くなればよいので、高温熱媒体および低温熱媒体の流量は上記に限らない。要するに、低温熱媒体の流量に対する高温熱媒体の流量の比（＝高温熱媒体の流量／低温熱媒体の流量）が、乾燥液供給工程よりも乾燥工程で高くなればよい。

[0118] 乾燥液供給工程においてノズル４から吐出される熱媒体の温度は、乾燥液の沸点ｂｐ未満に調整されてもよい。乾燥液がイソプロピルアルコールである場合、乾燥液の沸点ｂｐは摂氏８２．４度程度である。この場合、乾燥液供給工程での熱媒体の温度は摂氏８２．４度未満に調整され得る。具体的な一例として、高温熱媒体の第１媒体温度は乾燥液の沸点ｂｐよりも大きな値（例えば摂氏８５度）に設定され、低温熱媒体の第２媒体温度は乾燥液の沸点ｐｂよりも小さな値（例えば常温）に設定される。そして、混合部４５は

、熱媒体の温度が乾燥液の沸点ｂｐ未満となる混合比で、高温熱媒体および低温熱媒体を混合させる。

[0119] これによれば、ノズル４から吐出される熱媒体の温度が乾燥液の沸点ｂｐ未満であるので、基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液も沸点ｂｐ未満となる。このため、乾燥液の供給中での基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液の沸騰をより確実に抑制することができる。もしも乾燥液の供給中に基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液が沸騰すると、基板Ｗの第１主面Ｗａ上に多くのパーティクルが付着する。本実施形態では、このようなパーティクルの付着をより確実に抑制することができる。

[0120] 一方で、乾燥工程においては、ノズル３ｉからの乾燥液の吐出は停止している。このため、基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液が沸騰しても、パーティクルの付着をほとんど招かない。そこで、基板加熱部４０は、時点ｔ２から時点ｔ３までの蒸発時間における熱媒体の温度を、乾燥液の沸点ｂｐ以上に調整してもよい。つまり、混合部４５は、熱媒体の温度が乾燥液の沸点ｂｐ以上となる混合比を採用してもよい。図９の例では、低温熱媒体の流量はゼロに設定されている。

[0121] なお、混合部４５は混合比を時間の経過とともに徐々に変化させてもよい。例えば、遮断板６が遮断処理位置から乾燥位置に下降する下降時間において、混合部４５は混合比を徐々に変化させてもよい。

[0122] 以上のように、第２実施形態では、乾燥工程における熱媒体の温度は乾燥液供給工程における熱媒体の温度よりも高い。このため、乾燥工程における基板Ｗおよび乾燥液の温度をより高めることができる。したがって、乾燥工程において乾燥液の蒸発速度をさらに向上させることができる。このため、基板Ｗのパターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0123] 逆に言えば、乾燥液供給工程における基板Ｗおよび乾燥液の温度を、乾燥工程よりも低くすることができる。このため、乾燥液供給工程における基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液の沸騰を抑制または防止することができ、第１主面Ｗａへのパーティクルの付着を抑制することができる。

[0124] また上述の例では、基板加熱部４０は混合部４５の混合比を変化させることにより、ノズル４から吐出する熱媒体の温度を変化させている。これによれば、熱媒体の温度を速やかに変化させることができる。このため、乾燥工程の初期において、熱媒体の温度をより速やかに上昇させることができ、乾燥液の蒸発速度をより速やかに高めることができる。これによっても、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0125] ＜第３実施形態＞

第１実施形態および第２実施形態では、基板加熱部４０は、乾燥液供給工程（ステップＳ５）において、ノズル３ｉからの乾燥液の吐出開始とほぼ同時に、基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱し始めている（図７および図９参照）。しかしながら、必ずしもこれに限らない。基板加熱部４０はノズル３ｉからの乾燥液の吐出開始時点よりも後の時点において、基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱し始めてもよい。

[0126] 図１０は、第３実施形態にかかる処理ユニット１のタイミングチャートおよび基板Ｗの第１主面Ｗａの温度変化の一例を模式的に示す図である。図１０の例では、制御部９０は時点ｔ１において供給弁３２ｉを閉状態から開状態に切り替える。これにより、ノズル３ｉから基板Ｗの第１主面Ｗａに向かって乾燥液が吐出され始める。つまり、時点ｔ１において、実質的な乾燥液供給工程が始まる。一方、図１０の例では、制御部９０は時点ｔ１よりも後の時点ｔ１２において、供給弁４２を閉状態から開状態に切り替える。これにより、ノズル４から高温の熱媒体が基板Ｗの第２主面Ｗｂに向かって吐出され始める。つまり、基板加熱部４０は基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱し始める。そして、制御部９０は時点ｔ１２の後の時点ｔ２において、供給弁３２ｉを開状態から閉状態に切り替える。つまり、時点ｔ２において、実質的な乾燥液供給工程が終了する。

[0127] 要するに、基板加熱部４０は、時点ｔ１から時点ｔ２までの乾燥液供給時間Ｔのうち、時点ｔ１から時点ｔ１２までの所定の前時間Ｔ１においては、基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱せず、時点ｔ１２から時点ｔ２までの所定の後

時間Ｔ２において、基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱する。乾燥液供給時間Ｔは例えば２０秒以上に設定され、具体的な一例として４０秒程度に設定され得る。後時間Ｔ２は、時点ｔ２における基板Ｗの第１主面Ｗａの温度が乾燥液の沸点に十分近づく程度の時間に予め設定される。例えば、後時間Ｔ２は、乾燥液供給時間Ｔの半分以下に設定されてもよく、乾燥液供給時間Ｔの３分の１以下に設定されてもよく、４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。

[0128] 以上のように、第３実施形態では、基板加熱部４０は前時間Ｔ１において基板Ｗを加熱せず、後時間Ｔ２において基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱する。つまり、基板加熱部４０は後時間Ｔ２のみにおいて基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱する。このため、基板加熱部４０の作動時間を短縮することができ、基板処理装置１００の消費電力を低減させることができる。また、基板加熱部４０が基板Ｗの第２主面Ｗｂに高温の熱媒体を供給する場合には、熱媒体の供給量を低減させることができる。熱媒体が液体である場合には、省液化を実現することができる。

[0129] ＜第４実施形態＞

第４実施形態にかかる処理ユニット１の構成は例えば第２実施形態と同様である。第４実施形態では、乾燥液供給工程（ステップＳ５）において、基板加熱部４０は熱媒体の温度を乾燥液の沸点ｂｐ以上とする。

[0130] 図１１は、第４実施形態にかかる処理ユニット１のタイミングチャート、熱媒体の流量、熱媒体の温度および基板Ｗの第１主面Ｗａの温度の時間変化の一例を模式的に示す図である。図１１の例では、乾燥液供給工程（ステップＳ５）において、ノズル４から吐出される熱媒体の温度は乾燥液の沸点ｂｐよりも大きい。乾燥液がイソプロピルアルコールである場合、沸点ｂｐは摂氏８２．４度であり、熱媒体の温度は例えば摂氏８５度程度に設定される。ただし、熱媒体の温度は熱媒体の沸点未満に設定され得る。例えば熱媒体が水である場合、沸点（摂氏１００度）よりも１０度低い摂氏９０度未満に設定されてもよい。これによれば、ＳＥＭＩ規格を順守することができる。

[0131] 乾燥液供給工程においては、熱媒体よりも温度が低い乾燥液がノズル３ｉから吐出される。連続的に基板Ｗの第１主面Ｗａに着液する低温の乾燥液は、基板Ｗの第１主面Ｗａを冷却することができる。この乾燥液の冷却能力は乾燥液の流量が大きいほど高くなる。そこで、流量調整弁３３ｉは乾燥液の流量を、基板Ｗの第１主面Ｗａの基板温度が沸点ｂｐ未満となる値に調整する。具体的には、乾燥液の流量は、例えば２５０ｍｌ／ｍｉｎ程度以上に予め設定される。図１１の例では、基板温度として、基板Ｗの第１主面Ｗａのうちの中央部の温度が示されている。高温の熱媒体は基板Ｗの第２主面Ｗｂのうちの中央部に着液するので、基板Ｗの基板温度は次に説明する温度分布を有する。すなわち、基板温度は、基板Ｗの中央部において高く、径方向外側に向かうにつれて低減する。このため、図１１の例では、基板Ｗの第１主面Ｗａの温度分布において最も高い値が基板温度として示されている。

[0132] 図１１に示されるように、乾燥液供給工程における基板温度は乾燥液の沸点ｂｐ未満である。乾燥液がイソプロピルアルコールである場合、基板Ｗの温度分布のうち最も高い基板温度は例えば摂氏８０度程度以下に調整され得る。このため、乾燥液供給工程における乾燥液の沸騰をより確実に抑制することができる。ひいては、基板Ｗの第１主面Ｗａへのパーティクルの付着をより確実に抑制することができる。

[0133] しかも、第４実施形態では、乾燥液供給工程における熱媒体の温度は沸点ｂｐ以上である。このため、乾燥液供給工程において、基板Ｗの第１主面Ｗａの温度分布における最大値を沸点ｂｐにより近づけることができる。乾燥液供給工程における基板Ｗの第１主面Ｗａの温度分布における最小値（つまり、第１主面Ｗａの周縁部における基板温度）は例えば摂氏６０度以上である。つまり、基板Ｗの第１主面Ｗａの基板温度が、摂氏６０度以上かつ乾燥液の沸点ｂｐ未満となるように、乾燥液の流量が設定され得る。

[0134] 第４実施形態では、乾燥液供給工程から乾燥工程への遷移時においても、ノズル４は沸点ｂｐ以上の熱媒体を基板Ｗの第２主面Ｗｂに吐出する。このため、乾燥工程の開始時点（つまり、時点ｔ２）において、基板Ｗの第２主

面Ｗｂの基板温度をより乾燥液の沸点ｂｐ近傍の値にすることができる。したがって、乾燥工程の開始時点における乾燥液の温度をより高くすることができる。つまり、乾燥液の表面張力を速やかに低減させることができつつ、乾燥液の蒸発速度を速やかに増加させることができる。

[0135] 乾燥工程における蒸発時間において、基板Ｗの第１主面Ｗａのうちの少なくとも一部（例えば中央部）の基板温度は乾燥液の沸点ｂｐ以上であってもよい。図１１の例では、蒸発時間における基板温度（最大値）は沸点ｂｐよりも大きい。つまり、基板温度（最大値）が沸点ｂｐ以上となるように、熱媒体の温度および流量が設定される。これによれば、乾燥液の表面張力をより低減させることができつつ、乾燥液の蒸発速度をより増加させることができる。基板温度は周縁側に向かうにつれて低下するので、基板Ｗの主面のうち少なくとも周縁部の温度は乾燥液の沸点ｂｐ未満である。乾燥液は主として基板Ｗの第１主面Ｗａを外側に流れる。つまり、乾燥液は主として、基板Ｗの第１主面Ｗａから浮いた状態で流れるのではなく、基板Ｗの第１主面Ｗａに接した状態で流れる。

[0136] なお、第１実施形態から第３実施形態においても、蒸発時間における基板Ｗの第１主面Ｗａのうちの少なくとも一部（例えば中央部）の基板温度は、乾燥液の沸点ｂｐ以上であってもよい。つまり、第１実施形態から第３実施形態においても、蒸発時間における基板温度（最大値）が沸点ｂｐ以上となるように、熱媒体の温度および流量が設定され得る。

[0137] ＜第５実施形態＞

上述の例では、処理ユニット１は薬液工程（ステップＳ３）、リンス工程（ステップＳ４）、乾燥液供給工程（ステップＳ５）および乾燥工程（ステップＳ６）をこの順で行った。しかしながら、必ずしもこれに限らない。

[0138] 図１２は、第５実施形態にかかる処理ユニット１の動作の第１例を示すフローチャートである。図１２の例では、制御部９０は、予め設定された処理手順（レシピ）にしたがって、ステップＳ１１からステップＳ１９の処理を処理ユニット１に実行させる。ステップＳ１１からステップＳ１５はそれぞ

れステップＳ１からステップＳ５と同様である。ただし、ステップＳ１５（乾燥液供給工程）において、基板加熱部４０は基板Ｗを加熱しなくてもよい。

[0139] 次に、処理ユニット１は基板Ｗの第１主面Ｗａを疎水化させる（ステップＳ１６：疎水化工程：液供給工程に相当）。具体的には、処理ユニット１は、疎水化液を吐出するノズルを含んでおり、当該ノズルから回転中の基板Ｗの第１主面Ｗａに疎水化液を吐出させる。疎水化液は、例えば、シリコン系の疎水化液を含む。シリコン系の疎水化液は、シリコン（Ｓｉ）自体およびシリコンを含む化合物を疎水化させる疎水化液である。疎水化液は、例えば、液体状のシリル化剤（シランカップリング剤ともいう）を含むシリル化液である。処理ユニット１は、基板Ｗの第１主面Ｗａを十分に疎水化したときに、ノズルからの疎水化液の吐出を停止させる。

[0140] 次に、処理ユニット１はステップＳ１７からステップＳ１９を実行する。ステップＳ１７からステップＳ１９はステップＳ５からステップＳ７とそれぞれ同様である。

[0141] 以上のように、上述の第１例でも、第１実施形態から第４実施形態における乾燥工程（ステップＳ６）と同様に乾燥工程（ステップＳ１８）が実行される。このため、基板Ｗのパターンの倒壊率を低減させることができる。しかも、基板Ｗの第１主面Ｗａが疎水化されているので、第１主面Ｗａの接触角を低減させることができる。このため、パターンに作用する表面張力を低減させることができ、パターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0142] 図１３は、第５実施形態にかかる処理ユニット１の動作の第２例を示すフローチャートである。図１３の例では、制御部９０は、予め設定された処理手順（レシピ）にしたがって、ステップＳ２１からステップＳ２６の処理を処理ユニット１に実行させる。ステップＳ２１からステップＳ２６はそれぞれステップＳ１からステップＳ３、ステップＳ５からステップＳ７と同様である。ただし、ステップＳ２３（薬液工程：液供給工程に相当）の終了時点において、基板Ｗの第１主面Ｗａには金属が露出している。第２例によれば

、ステップＳ２３の後に、ステップＳ２４（乾燥液供給工程）が行われる。このため、基板Ｗの第１主面Ｗａには水が供給されない。したがって、金属と水との反応を避けることができ、当該反応による不具合を避けることができる。また、上述の第２例でも、第１実施形態から第４実施形態における乾燥工程（ステップＳ６）と同様に乾燥工程（ステップＳ２５）が実行される。このため、基板Ｗのパターンの倒壊率を低減させることができる。

[0143] ＜第６実施形態＞

第６実施形態にかかる基板処理装置１００の構成の一例は第１実施形態から第５実施形態にかる基板処理装置１００と同様である。ただし、遮断板６の具体的な一例が第１実施形態から第５実施形態にかかる遮断板６と相違する。図１４は、第６実施形態にかかる遮断板６の構成の第１例を概略的に示す図である。以下では、遮断板６の下面を下面６ａと呼ぶ。遮断板６の下面６ａの中央部には、ガス流路３ｇの下端口（つまり、ガス吐出口）が形成されている。

[0144] 図１４に示されるように、ガス流路３ｇは、鉛直流路３ｇａと、拡径流路３ｇｂとを有している。鉛直流路３ｇａは拡径流路３ｇｂよりも鉛直上方に位置しており、鉛直方向に沿って延びている。図１４の例では、中空軸６１の内周面が鉛直流路３ｇａの外周面を形成している。つまり、鉛直流路３ｇａは中空軸６１の内部に位置する。図１４の例では、ノズル３ｉの下端口（つまり、吐出口）は、鉛直流路３ｇａの下端よりも上方に位置している。ノズル３ｉの下端口よりも上方では、鉛直流路３ｇａは、中空軸６１の内周面とノズル３ｉの外周面との間の筒状空間に相当する。ノズル３ｉの下端口よりも下方では、鉛直流路３ｇａは、中空軸６１の内周面によって囲まれる柱状空間に相当する。

[0145] 鉛直流路３ｇａの下端は拡径流路３ｇｂの上端に繋がっている。拡径流路３ｇｂの下端口（つまり、ガス流路３ｇの下端口）の平面視のサイズは、鉛直流路３ｇａの平面視のサイズよりも大きい。ここでは一例として、中空軸６１の内周面は円柱側面に沿う形状を有しており、拡径流路３ｇｂの下端口

は円形状を有している。この場合、鉛直流路３ｇａの直径（外径）Ｒ２は拡径流路３ｇｂの下端口の直径Ｒ１よりも小さい。

[0146] 図１４の例では、拡径流路３ｇｂの直径はガス吐出口に近づくにつれて広がっている。拡径流路３ｇｂは遮断板６の内周面によって形成されており、該内周面は傾斜面である。遮断板６の内周面は例えば円錐台の側面に沿う形状を有しており、その下端周縁が遮断板６の下面６ａに接続されている。下端周縁が拡径流路３ｇｂの下端口（つまり、ガス吐出口）を形成する。

[0147] なお、拡径流路３ｇｂの直径は、図１４に示されるように、遮断板６の下面６ａに近づくにつれて単調的に増加してもよい。あるいは、拡径流路３ｇｂの直径は遮断板６の下面６ａに近づくにつれて、段階的（つまり階段状）に増加してもよい。

[0148] 第６実施形態によっても、不活性ガスはガス流路３ｇの下端口から基板Ｗの第１主面Ｗａに向かって吐出される。図１５は、不活性ガスが吐出される様子の一例を概略的に示す図である。不活性ガスが基板Ｗの第１主面Ｗａに向かって吐出されると、不活性ガスは基板Ｗの第１主面Ｗａ上の乾燥液の液膜に衝突する。この衝突により、乾燥液が液跳ねするおそれがある。第６実施形態では、ガス流路３ｇの下端口は大きいので、液跳ねした乾燥液は遮断板６の下面６ａに到達しにくい。

[0149] 第６実施形態の処理ユニット１の動作の具体的な一例は第１実施形態から第５実施形態にかかる処理ユニット１の動作と同様であってもよいし、異なっていてもよい。一例として、第６実施形態の処理ユニット１は図４のフローチャートに沿って動作する。

[0150] 図１６は、第６実施形態にかかる処理ユニット１のタイミングチャートの第１例を示す図である。図１６の例では、遮断板６の位置の時間変化および不活性ガスの流量の時間変化の一例が示されている。図１６の例では、第１実施形態から第５実施形態と同様に、移動駆動部３５ｉは乾燥液の供給を停止する際に遮断板６を遮断処理位置Ｐ１から乾燥位置Ｐ２に移動させる（時点ｔ２）。第６実施形態では、遮断板６のガス流路３ｇは拡径流路３ｇｂを

有している。このため、上述のように、遮断板６をより基板Ｗの第１主面Ｗａにより近い位置に移動させても、乾燥液の遮断板６への付着を抑制することができる。例えば、乾燥位置は、遮断板６の下面６ａと基板Ｗの第１主面Ｗａとの間隔が２ｍｍ以下となる位置に設定されてもよく、１ｍｍ以下となる位置に設定されてもよい。

[0151] そして、当該間隔を狭くすることにより、処理ユニット１はより速やかに基板Ｗを乾燥させることができる。つまり、乾燥工程の初期から当該間隔を狭く設定することができるので、処理ユニット１は乾燥工程の初期から高い乾燥性能で基板Ｗを乾燥させることができる。特に、パターンの倒壊抑制には、乾燥工程の初期における乾燥性能が強く影響している。このため、処理ユニット１はパターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0152] 図１６に示されるように、処理ユニット１は乾燥液供給工程（ステップＳ５）において不活性ガスを基板Ｗの第１主面Ｗａに供給してもよい。つまり、制御部９０は乾燥液供給工程において供給弁３２ｇを開いてもよい。これにより、乾燥液供給工程でも、ガス流路３ｇの下端口から不活性ガスが吐出される。これにより、乾燥液の揮発成分が遮断板６と基板Ｗとの間の空間に滞留することを抑制できる。乾燥液供給工程における不活性ガスの流量は例えば２０ｍＬ（ミリリットル）／ｍｉｎ以下に設定される。

[0153] 図１６の例では、処理ユニット１は乾燥工程において遮断板６を乾燥位置Ｐ２に移動させる際に、不活性ガスの流量を増加させている。例えば、流量調整弁３３ｇは不活性ガスの流量を２０ｍＬ（ミリリットル）／ｍｉｎ以下の値から３０ｍＬ／ｍｉｎ以上の値に増加させてもよい。図１６の例では、流量調整弁３３ｇは不活性ガスの流量を時間の経過とともに段階的に増加させている。流量調整弁３３ｇは乾燥工程における不活性ガスの最終的な流量として、流量を１００ｍＬ／ｍｉｎ以上に増加させてもよい。処理ユニット１は該流量を１５０ｍＬ／ｍｉｎ以上に増加させてもよく、２００ｍＬ／ｍｉｎ以上に増加させてもよい。

[0154] 以上のように、処理ユニット１は遮断板６の乾燥位置Ｐ２への下降ととも

に不活性ガスの流量を増加させる。このため、処理ユニット１は乾燥工程の初期から高い乾燥性能で基板Ｗを乾燥させることができる。しかも、第６実施形態では、ガス流路３ｇは拡径流路３ｇｂを有しているので、不活性ガスの流量を増加させて液跳ねが生じやすくなっても、液跳ねは遮断板６に到達しにくい。このため、遮断板６への乾燥液の付着も抑制することができる。

[0155] なお、流量調整弁３３ｇは不活性ガスの流量を段階的ではなく、ステップ的に増加させてもよい。つまり、流量調整弁３３ｇは時点ｔ２において不活性ガスの流量を最終的な値まで上昇させてもよい。このように乾燥工程の初期から大きな流量で不活性ガスを供給しても、ガス流路３ｇは拡径流路３ｇｂを有しているので、液跳ねが遮断板６に到達しにくい。そして、処理ユニット１が乾燥工程の初期から大きな流量で不活性ガスを供給すれば、乾燥性能をさらに向上させることができる。このため、処理ユニット１はパターンの倒壊率をさらに低減させることができる。

[0156] 図１７は、第６実施形態にかかる処理ユニット１のタイミングチャートの第２例を模式的に示す図である。図１７の例では、乾燥液供給工程の途中の時点ｔ１１において、制御部９０は移動駆動部３５ｉに遮断板６を下降させている。具体的には、図１７の例では、遮断板６は乾燥液供給工程の初期において第１遮断処理位置Ｐ１１に位置している。そして、移動駆動部３５ｉは時点ｔ１１において遮断板６を第１遮断処理位置Ｐ１１から第２遮断処理位置Ｐ１２に移動させる。第２遮断処理位置Ｐ１２は、第１遮断処理位置Ｐ１１よりも基板Ｗの第１主面Ｗａに近く、かつ、乾燥位置Ｐ２（図では、第１乾燥位置Ｐ２１）よりも基板Ｗの第１主面Ｗａから遠い位置である。つまり、第２遮断処理位置Ｐ１２は第１遮断処理位置Ｐ１１と乾燥位置Ｐ２との間の位置である。第１遮断処理位置Ｐ１１および第２遮断処理位置Ｐ１２の各々は遮断処理位置Ｐ１の一例である。第２遮断処理位置Ｐ１２は、例えば、遮断板６と基板Ｗとの間隔が１０ｍｍ以下となる位置に設定されてもよく、５ｍｍ程度となる位置に設定されてもよい。第１遮断処理位置Ｐ１１は、例えば、遮断板６と基板Ｗとの間隔が２０ｍｍ以上（例えば３０ｍｍ程度）

となる位置に設定されてもよい。

[0157] 以上のように、図１７の例では、処理ユニット１は、乾燥液供給工程において、遮断板６が第１遮断処理位置Ｐ１１に位置する状態で、基板Ｗの第１主面Ｗａに乾燥液を供給し、その後、乾燥液を供給しつつ、遮断板６を第２遮断処理位置Ｐ１２に移動させる。

[0158] ここで、ガス流路３ｇが円柱状に延びる場合について説明する。図１８は、乾燥液供給工程における処理ユニット１の様子の一例を示す図である。ここでは、遮断板６は第２遮断処理位置Ｐ１２に位置している。図１８の例では、ガス流路３ｇのうちノズル３ｉの吐出口よりも下方の出口部分は、等幅で鉛直方向に沿って延びている。不活性ガスは、出口部分において、ノズル３ｉの吐出口からの液柱状の乾燥液と遮断板６の内周面との間の空間を流れた後に、遮断板６の下面６ａと基板Ｗの第１主面Ｗａとの間の空間を流れる。ガス流路３ｇの出口部分は等幅で鉛直方向に延びているので、該空間の体積は比較的に小さい。また、遮断板６が第２遮断処理位置Ｐ１２に位置する場合には、遮断板６と基板Ｗとの間の空間の体積も比較的に小さい。このため、不活性ガスの流路断面は小さい。したがって、不活性ガスの圧力が高くなり、液柱状の乾燥液は不活性ガスの流れの影響を受けやすくなる。その結果、液柱状の乾燥液が揺らぐおそれがある。図１８では、液柱状の乾燥液の揺らぎを模式的に波線で示している。このような乾燥液の揺らぎに起因して、基板Ｗの第１主面Ｗａ上の着液位置が揺らいであり、あるいは、液柱状の乾燥液から液滴が飛散し、遮断板６に付着したりするおそれがある。

[0159] 図１９は、第６実施形態にかかる乾燥液供給工程における処理ユニット１の様子の一例を示す図である。図１９の例では、ガス流路３ｇは拡径流路３ｇｂを有している。このため、ノズル３ｉからの液柱状の乾燥液と遮断板６の内周面との間の空間の体積は比較的に大きい。このため、不活性ガスは液柱状の乾燥液から比較的に離れた位置で流れることができ、乾燥液に対する不活性ガスの流れの影響を低減させることができる。したがって、液柱状の乾燥液の揺らぎを低減させることができる。

[0160] 上述の例では、乾燥液供給工程（ステップＳ５）の最後の期間において、遮断板６がより乾燥位置Ｐ２に近い第２遮断処理位置Ｐ１２に位置している。このため、その次の乾燥工程（ステップＳ６）において、遮断板６の移動距離を短くすることができる。つまり、乾燥工程の初期において、遮断板６は第２遮断処理位置Ｐ１２から乾燥位置Ｐ２に移動すればよく、第１遮断処理位置Ｐ１１から乾燥位置Ｐ２までの移動距離に比べて、短い移動距離で乾燥位置Ｐ２に到達することができる。このため、移動駆動部３５ｉはより早いタイミングで遮断板６を乾燥位置Ｐ２に到達させることができる。したがって、乾燥工程の初期における乾燥性能をさらに向上させることができる。

[0161] なお、遮断板６が第２遮断処理位置Ｐ１２に向かって移動し始める時点ｔ１１は、例えば、乾燥液を供給する乾燥液供給時間のうちの中央の時点よりも後であってもよい。つまり、時点ｔ１１と時点ｔ２との時間差は時点ｔ１と時点ｔ１１との時間差よりも短くてよい。

[0162] 図１７の例では、乾燥工程の途中の時点ｔ２１において、制御部９０は移動駆動部３５ｉに遮断板６を第１乾燥位置Ｐ２１から第２乾燥位置Ｐ２２に移動させる。第２乾燥位置Ｐ２２は、第１乾燥位置Ｐ２１よりも基板Ｗの第１主面Ｗａに近い位置である。第２乾燥位置Ｐ２２は、基板Ｗの第１主面Ｗａからの距離が０．５ｍｍ以下となる位置であってもよい。第１乾燥位置Ｐ２１および第２乾燥位置Ｐ２２の各々は乾燥位置Ｐ２の一例である。遮断板６が第２乾燥位置Ｐ２２に移動し始める時点ｔ２１は、例えば、基板Ｗの周縁からの乾燥液の飛散が実質的に終了した時点以後であってもよい。つまり、遮断板６は、基板Ｗのパターンよりも上方の乾燥液が実質的に外側に振り切られた後に、第２乾燥位置Ｐ２２に下降する。これにより、遮断板６が第２乾燥位置Ｐ２２に位置する状態で、基板Ｗのパターン内の乾燥液を蒸発させることができ、より速やかに基板Ｗを乾燥させることができる。制御部９０は、時点ｔ２から予め設定された時間が経過したときに、移動駆動部３５ｉに遮断板６を第２乾燥位置Ｐ２２に移動させてもよい。該時間は、基板Ｗからの乾燥液の飛散が実質的に終了するのに十分な時間に設定される。

[0163] 図２０は、第６実施形態にかかる遮断板６の構成の第２例を示す図である。第２例においては、ガスノズル３ｇＡが設けられている。ガスノズル３ｇＡはノズル３ｉと同様に、中空軸６１の内部に設けられている。ガスノズル３ｇＡは水平方向において隣り合っている。ガスノズル３ｇＡは鉛直方向に沿って延びており、その下端口がガス吐出口として機能する。ガスノズル３ｇＡの上流端は供給管３１ｇＡの下流端に接続されている。供給管３１ｇＡの上流端はガス供給源に接続されている。

[0164] 供給管３１ｇＡには供給弁３２ｇＡ、流量調整弁３３ｇＡおよびヒータ３４ｇＡが設けられている。供給弁３２ｇＡは供給管３１ｇＡの開閉を切り換える。流量調整弁３３ｇＡは、供給管３１ｇＡを流れる不活性ガスの流量を調整する。ヒータ３４ｇＡは、供給管３１ｇＡを流れる不活性ガスを加熱する。ヒータ３４ｇＡは、例えば、電熱線を有する電気抵抗式のヒータであってもよい。供給弁３２ｇＡ、流量調整弁３３ｇＡおよびヒータ３４ｇＡは制御部９０によって制御される。

[0165] 乾燥液供給工程（ステップＳ５）において、制御部９０は供給弁３２ｇを開き、供給弁３２ｇＡを閉じてもよい。これにより、乾燥液供給工程では、ガスノズル３ｇＡから不活性ガスは吐出されず、ガス流路３ｇから不活性ガスが吐出される。ノズル３ｉに近い位置に設けられたガスノズル３ｇＡから不活性ガスが吐出されないので、不活性ガスに起因した液柱状の乾燥液の揺らぎを抑制することができる。一方で、乾燥工程（ステップＳ６）において、制御部９０は供給弁３２ｇおよび供給弁３２ｇＡを開く。これにより、乾燥工程では、ガス流路３ｇおよびガスノズル３ｇＡから不活性ガスが吐出される。このため、基板Ｗの中央部にも不活性ガスをより適切に供給することができる。上述した不活性ガスの流量の値は、ガス流路３ｇおよびガスノズル３ｇＡを流れる不活性ガスの流量の和であってもよい。

[0166] 以上のように、基板処理装置１００および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。

[0167] 上述の例では、各流体に専用のノズルが設けられているものの、一つのノズルが、互いに異なる種類の流体で共用されてもよい。

[0168] また上述の例では、基板加熱部４０は、基板Ｗの第２主面Ｗｂに熱媒体を供給しているものの、必ずしもこれに限らない。基板加熱部４０は、例えば、基板Ｗの第２主面Ｗｂと鉛直方向において向かい合う位置に設けられたヒータを含んでいてもよい。ヒータは例えば、電熱線を含む電気抵抗式のヒータであってもよく、加熱用の光を出力する光学式のヒータであってもよい。

[0169] また上述の例では、基板加熱部４０は、乾燥液の供給を停止した時点ｔ２から時点ｔ３までの蒸発時間において、基板Ｗの第２主面Ｗｂを加熱している。しかしながら、基板加熱部４０は蒸発時間のうちの一部の中断時間において、加熱を中断しても構わない。

## 符号の説明

[0170] ３ｇ　ガス流路

３ｇｂ　拡径流路

６　遮断板

Ｐ１　遮断処理位置

Ｐ１１　第１遮断処理位置

Ｐ１２　第２遮断処理位置

Ｐ２　乾燥位置

Ｐ２１　第１乾燥位置

Ｐ２２　第２乾燥位置

Ｓ１，Ｓ１１，Ｓ２１　保持工程（ステップ）

Ｓ４，Ｓ１６，Ｓ２３　液供給工程（ステップ）

Ｓ５，Ｓ１７，Ｓ２４　乾燥液供給工程（ステップ）

Ｓ６，Ｓ１８，Ｓ２５　乾燥工程（ステップ）

Ｔ２　後時間

Ｗ　基板

Ｗａ　第１主面

Ｗｂ　第２主面

# 請求の範囲

[請求項1] パターンが形成された第１主面と、前記第１主面とは逆側の第２主面とを有する基板を保持する保持工程と、

前記基板の前記第１主面に処理液を供給する液供給工程と、

前記液供給工程の後に、前記基板の前記第１主面に乾燥液を供給する乾燥液供給工程と、

前記乾燥液供給工程の後の所定期間において前記基板の前記第２主面を加熱して、前記基板の前記第１主面の基板温度を、前記乾燥液供給工程における前記基板温度以上とし、前記基板を乾燥させる乾燥工程と

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、

前記所定期間において、前記基板の前記第１主面のうちの少なくとも一部の前記基板温度を前記乾燥液の沸点以上とする、基板処理方法。

[請求項3] 請求項１または請求項２に記載の基板処理方法であって、

前記乾燥液供給工程において、単位時間当たりの第１熱量で前記基板の前記第２主面を加熱し、

前記乾燥工程の前記所定期間において、前記第１熱量よりも大きな単位時間当たりの第２熱量で前記基板の前記第２主面を加熱する、基板処理方法。

[請求項4] 請求項１または請求項２に記載の基板処理方法であって、

前記所定期間において、熱媒体を前記基板の前記第２主面に供給する、基板処理方法。

[請求項5] 請求項３に記載の基板処理方法であって、

前記乾燥液供給工程において、高温熱媒体と、前記高温熱媒体よりも温度が低い低温熱媒体とを混合して得られた熱媒体を、前記基板の前記第２主面に供給し、

前記高温熱媒体と前記低温熱媒体との混合比を調整して、前記乾燥液供給工程での前記熱媒体よりも高温の前記熱媒体を、前記乾燥工程の少なくとも前記所定期間において前記基板の前記第２主面に供給する、基板処理方法。

[請求項6] 請求項４に記載の基板処理方法であって、

前記所定期間において、前記乾燥液の沸点以上の温度の前記熱媒体を、前記基板の前記第２主面に供給する、基板処理方法。

[請求項7] 請求項４に記載の基板処理方法であって、

前記乾燥液供給工程において、前記乾燥液の沸点以上の温度の前記熱媒体を、前記基板の前記第２主面に供給しつつ、前記基板の前記第１主面の前記基板温度が前記沸点未満となる流量で前記乾燥液を供給する、基板処理方法。

[請求項8] 請求項４に記載の基板処理方法であって、

前記熱媒体は液体を含み、

前記乾燥液供給工程において、前記基板の前記第１主面と対向する対向面を有する遮断板が遮断処理位置に位置する状態で、前記基板の前記第１主面に前記乾燥液を供給し、

前記乾燥工程の前記所定期間において、前記遮断板が前記遮断処理位置よりも前記第１主面に近い乾燥位置に移動させた状態で、前記遮断板の中央部のガス吐出口から前記基板の前記第１主面に向かって不活性ガスを供給する、基板処理方法。

[請求項9] 請求項８に記載の基板処理方法であって、

前記所定期間において、前記基板の前記第１主面に、加熱された前記不活性ガスを供給する、基板処理方法。

[請求項10] 請求項８に記載の基板処理方法であって、

前記乾燥液供給工程において、前記ガス吐出口に向かうにつれて広がる拡径流路を有する前記遮断板の内部のガス流路を通じて前記不活性ガスを前記基板の前記第１主面に供給し、

前記遮断板を前記遮断処理位置から前記乾燥位置に移動させつつ、前記不活性ガスの流量を増加させる、基板処理方法。

[請求項11] 請求項１０に記載の基板処理方法であって、

前記乾燥液供給工程において、前記遮断板が前記遮断処理位置の一つである第１遮断処理位置に位置する状態で、前記基板の前記第１主面に前記乾燥液を供給し、その後、前記乾燥液を供給しつつ、前記遮断処理位置の一つであって、前記第１遮断処理位置よりも前記基板の前記第１主面に近い第２遮断処理位置に、前記遮断板を移動させる、基板処理方法。

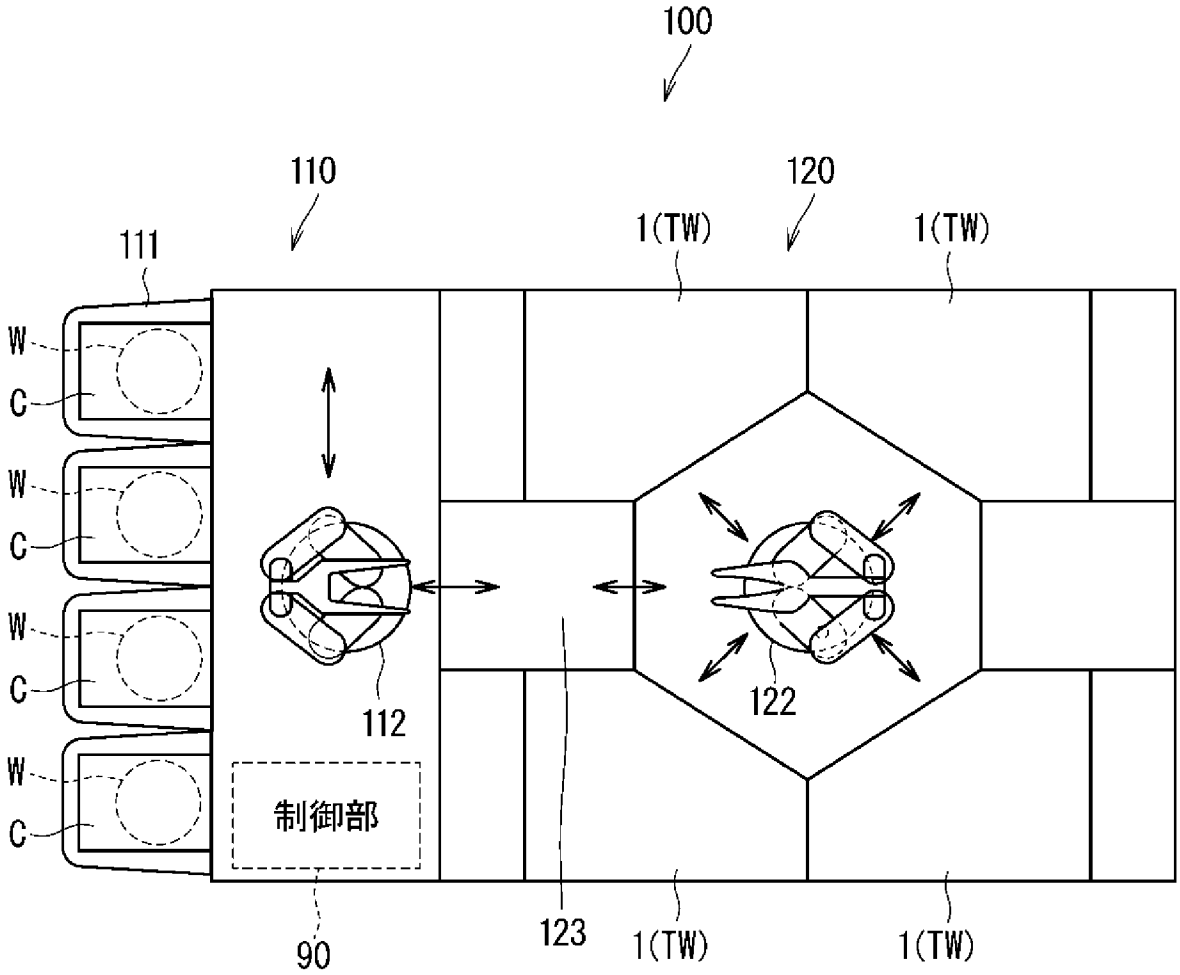
[請求項12] 請求項１または請求項２に記載の基板処理方法であって、

前記乾燥工程の前記所定期間において、前記乾燥液供給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る、基板処理方法。

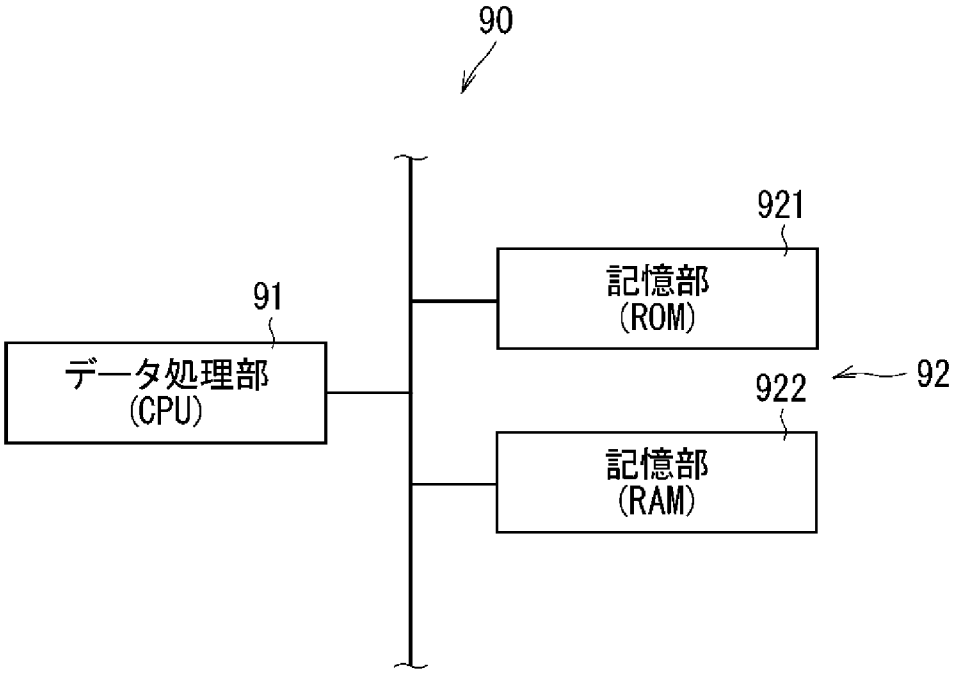
[請求項13] 請求項１または請求項２に記載の基板処理方法であって、

前記乾燥液供給工程において、前記乾燥液を供給する乾燥液供給時間のうちの後時間のみにおいて、前記基板の前記第２主面を加熱する、基板処理方法。

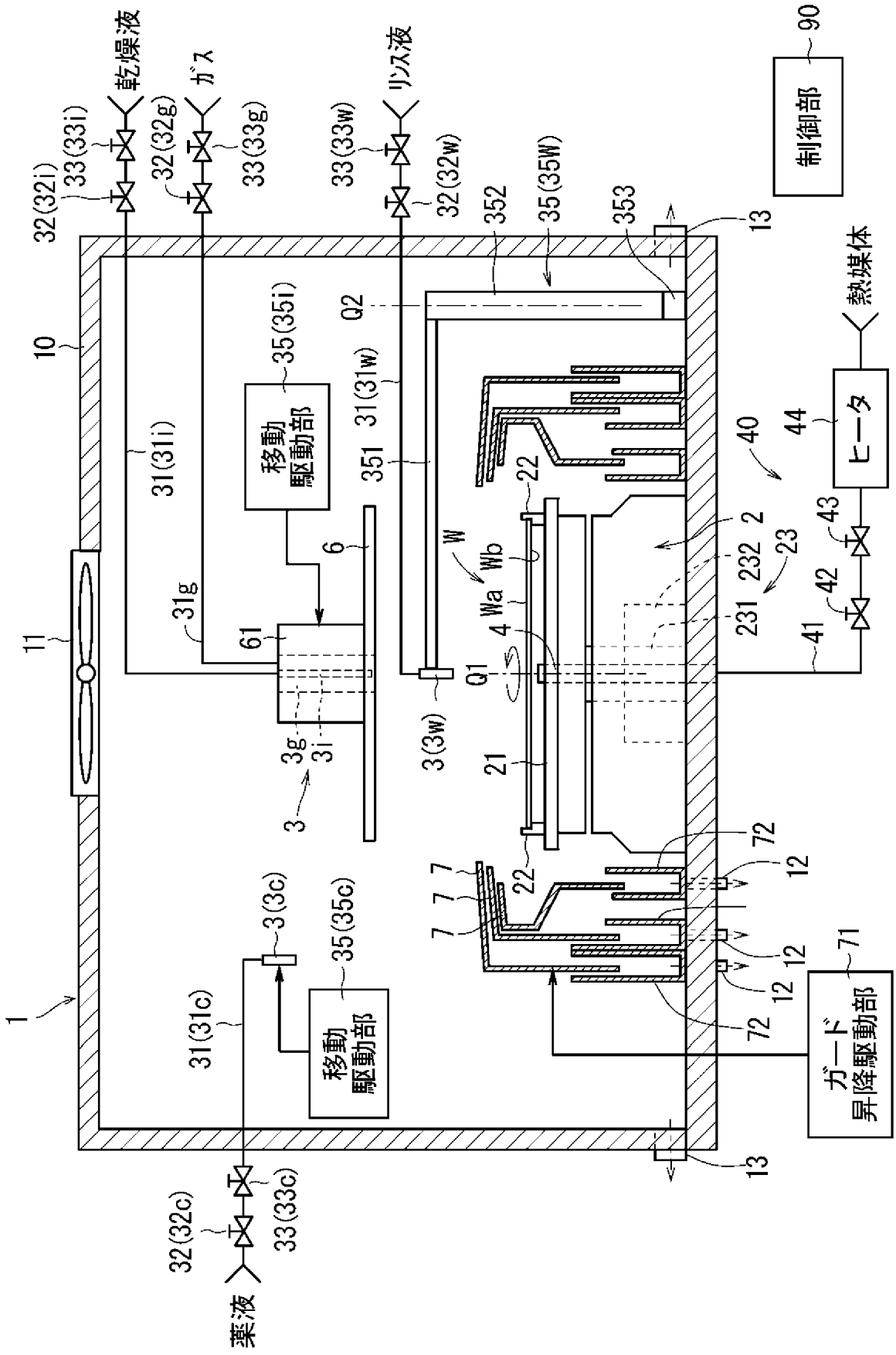
[図1]


100
110
120
111
1(TW)
1(TW)
W
C
W
C
W
C
W
C
112
122
制御部
90
123
1(TW)
1(TW)

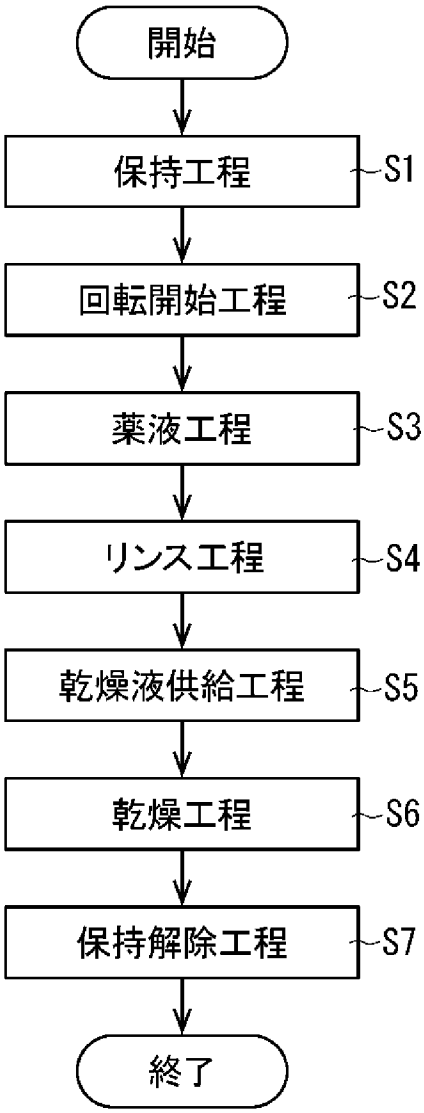
[図2]


90
921
記憶部
(ROM)
91
データ処理部
(CPU)
92
922
記憶部
(RAM)

[図3]

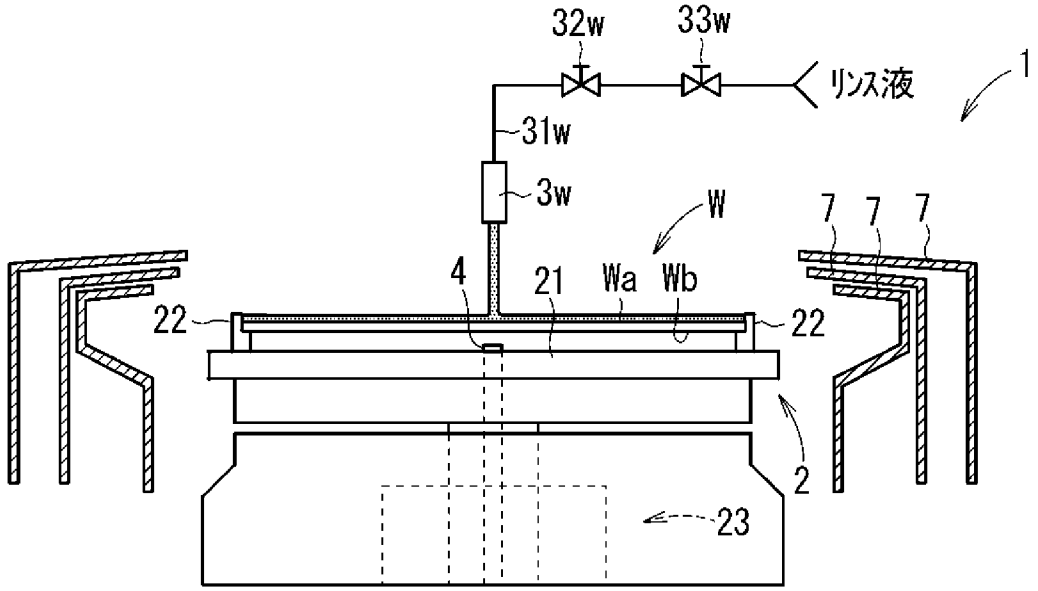

乾燥液
ガス
リンス液
制御部
90
32(32i)
33(33i)
32(32g)
33(33g)
33(33w)
32(32w)
352
35(35W)
353
13
熱媒体
10
35(35i)
移動駆動部
Q2
31(31w)
31(31i)
351
22
40
44
ヒータ
2
43
W
Wb
Wa
232
23
31g
61
6
4
231
42
41
Q1
3(3w)
3g
3i
3
21
72
12
7
22
3(3c)
35(35c)
移動駆動部
31(31c)
1
71
ガード
昇降駆動部
32(32c)
33(33c)
薬液

[図4]

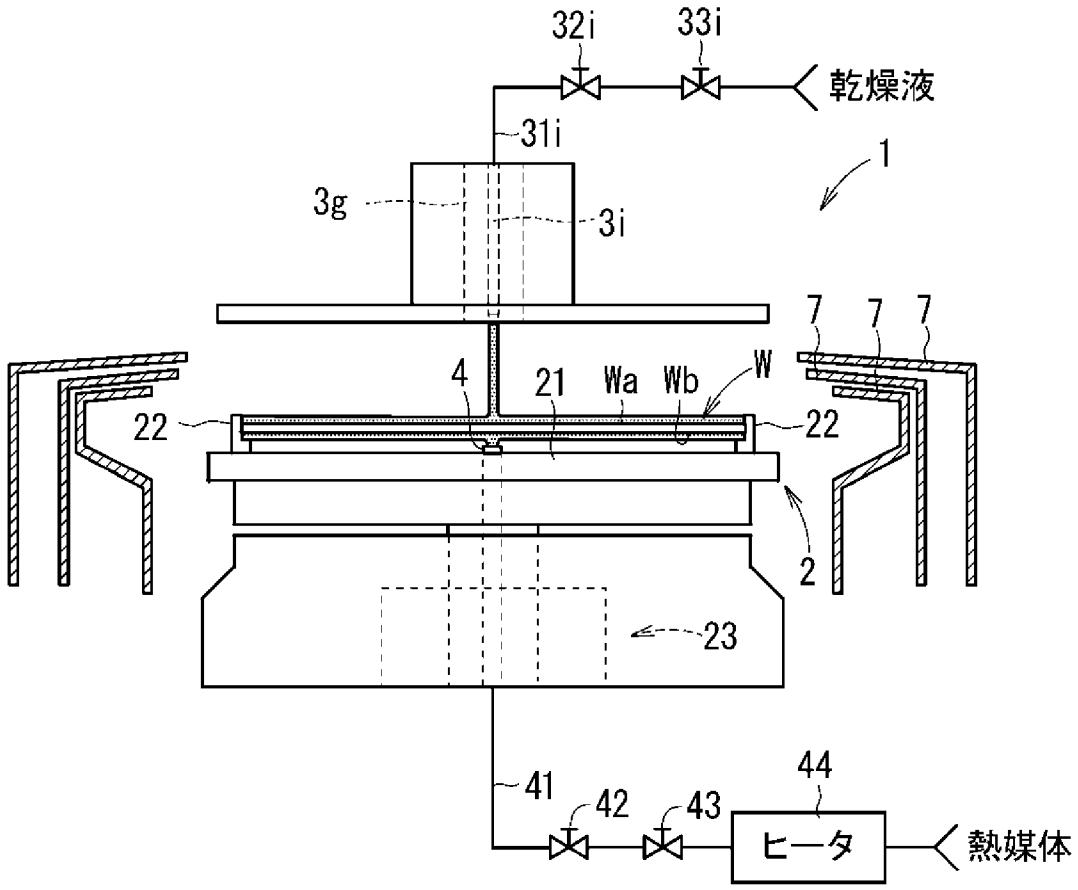

開始
保持工程
S1
回転開始工程
S2
薬液工程
S3
リンス工程
S4
乾燥液供給工程
S5
乾燥工程
S6
保持解除工程
S7
終了

[図5]

(a)

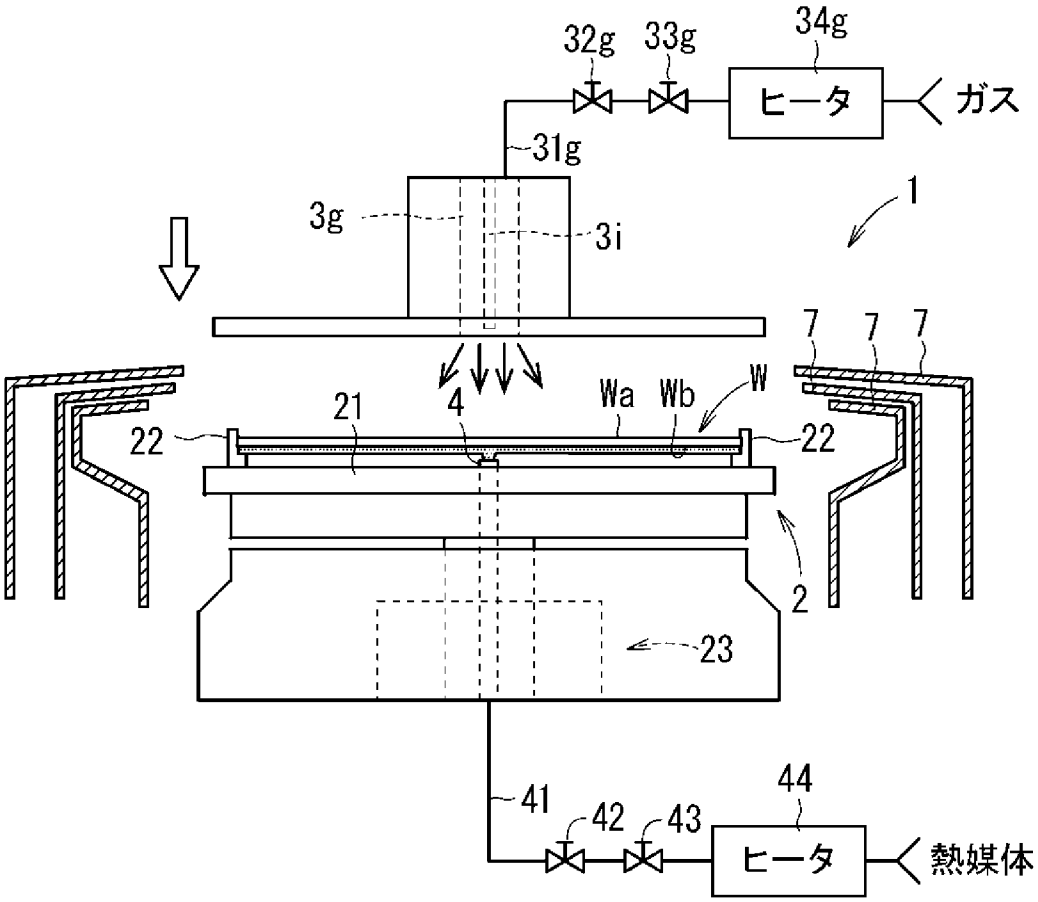

32w
33w
リンス液
1
31w
3w
W
7
7
7
4
21
Wa
Wb
22
22
2
23

(b)

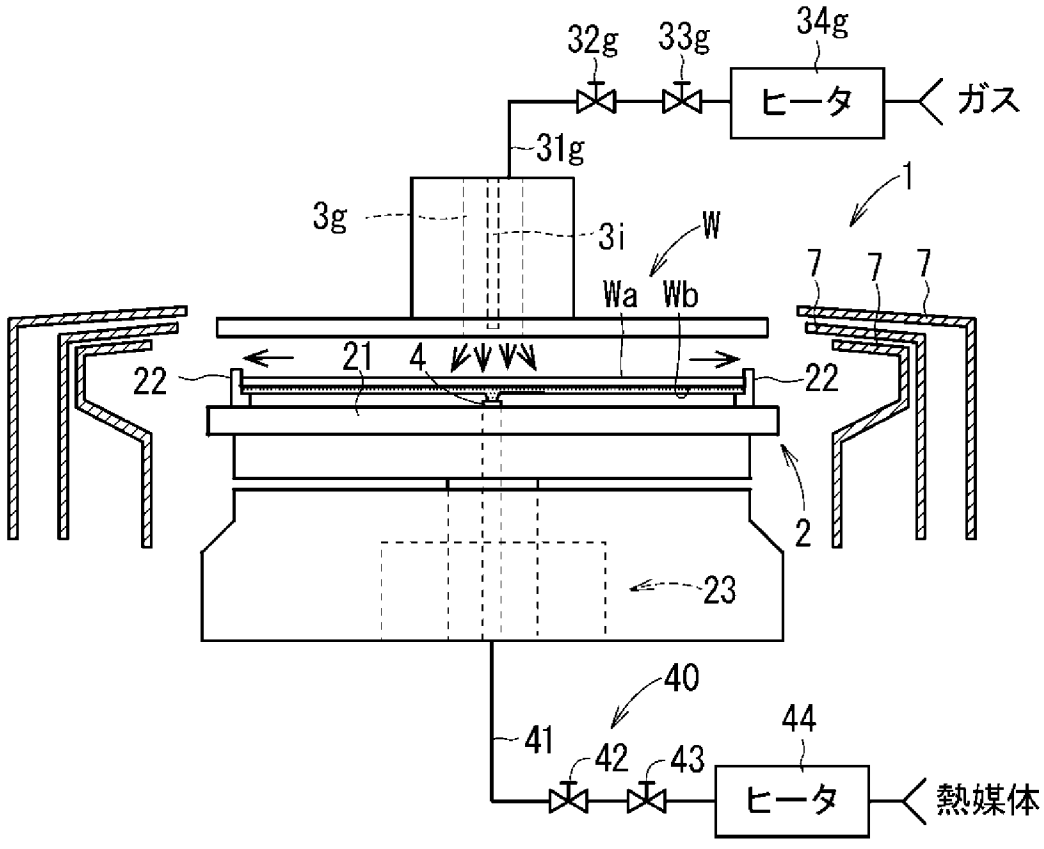

32i
33i
乾燥液
31i
1
3g
3i
7
7
7
4
21
Wa
Wb
W
22
22
2
23
41
42
43
44
ヒータ
熱媒体

[図6]

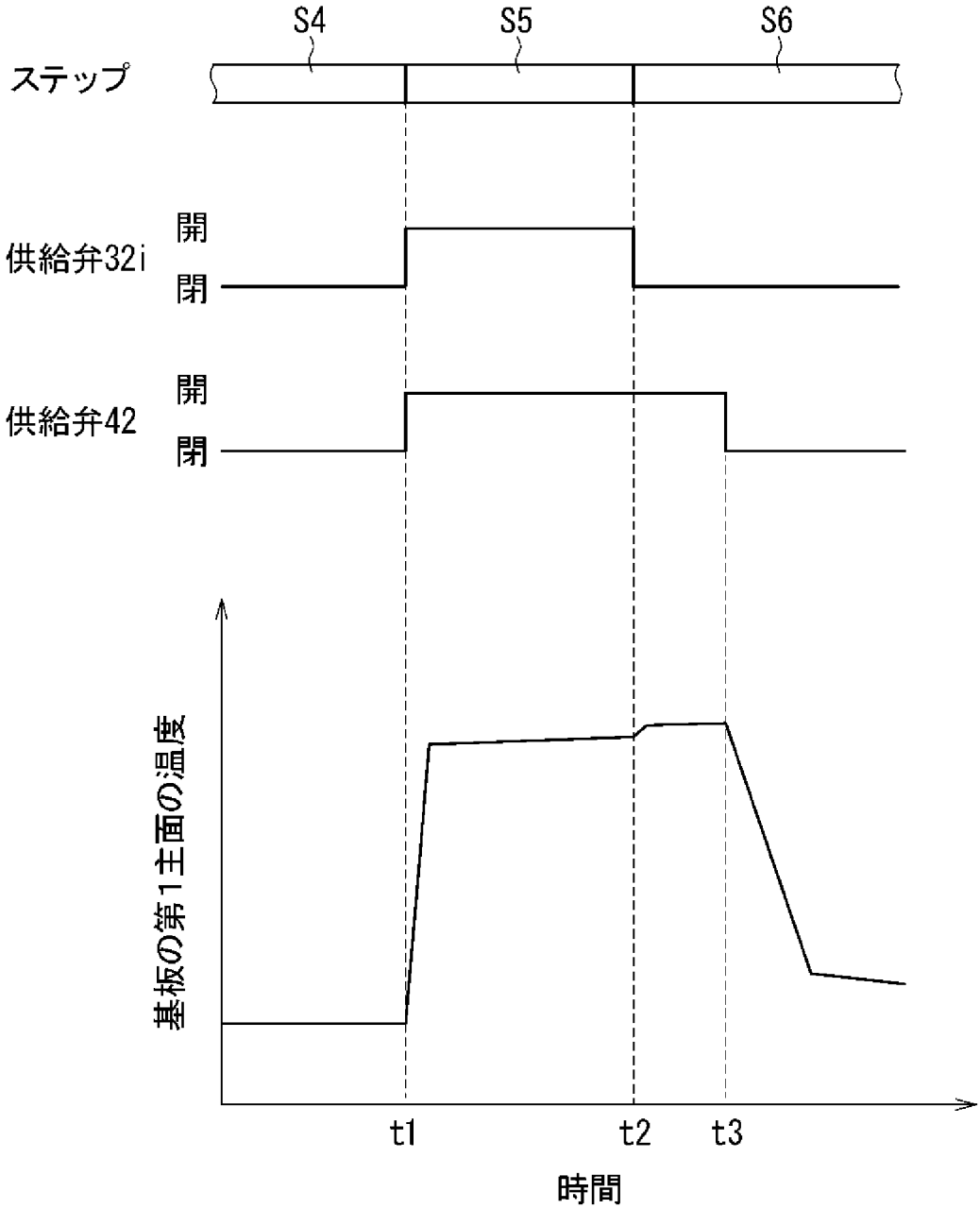
(a)


32g
33g
34g
ヒータ
ガス
31g
1
3g
3i
7
7
7
W
Wa
Wb
21
4
22
22
2
23
41
42
43
44
ヒータ
熱媒体

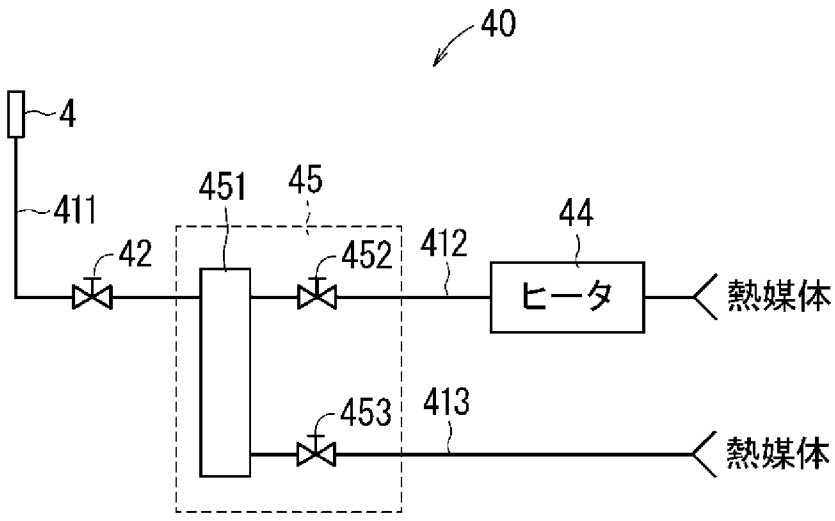
(b)


32g
33g
34g
ヒータ
ガス
31g
1
3g
3i
W
Wa
Wb
7
7
7
21
4
22
22
2
23
40
41
42
43
44
ヒータ
熱媒体

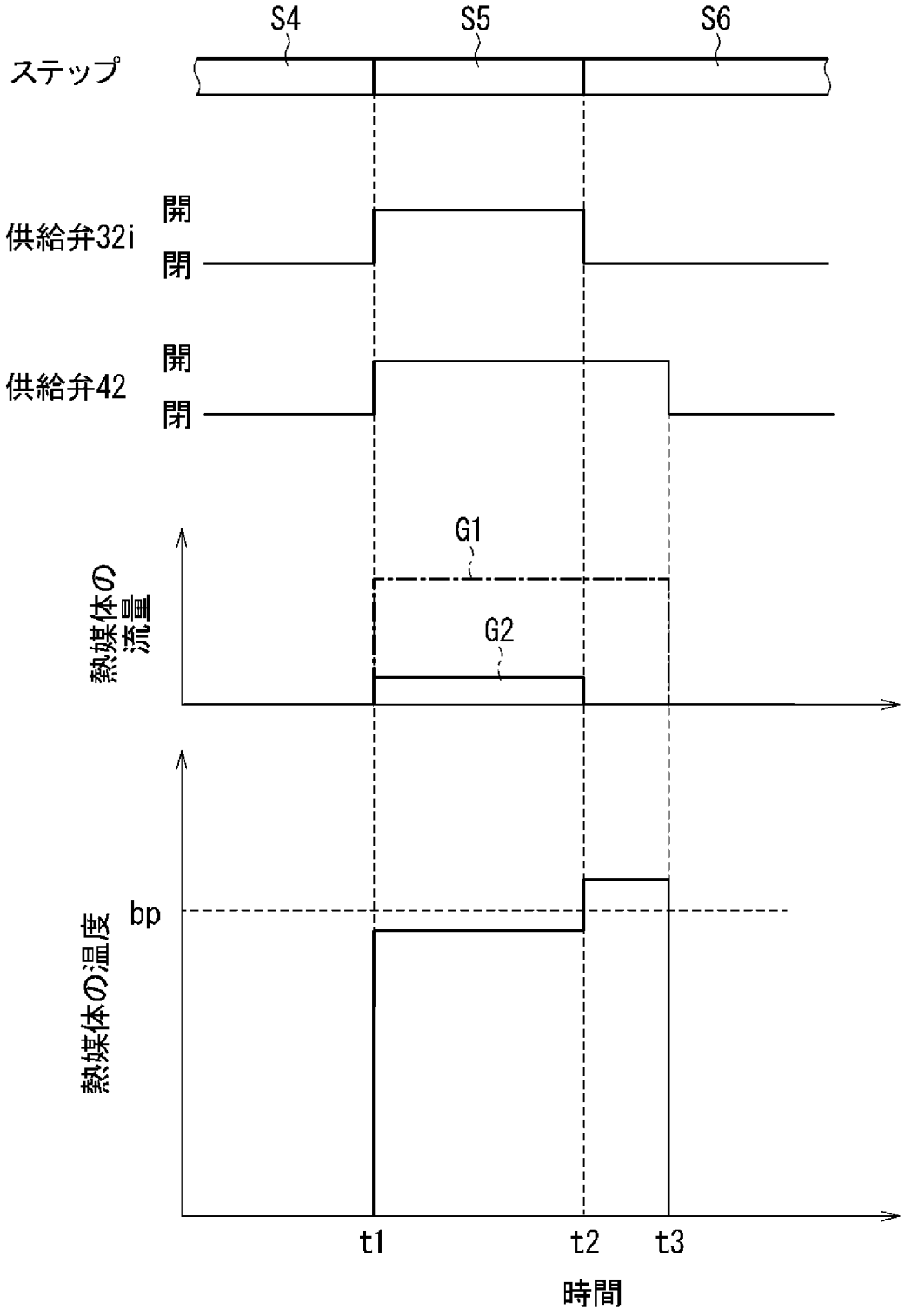
[図7]


S4
S5
S6
ステップ
供給弁32i
開
閉
供給弁42
開
閉
基板の第1主面の温度
t1
t2
t3
時間

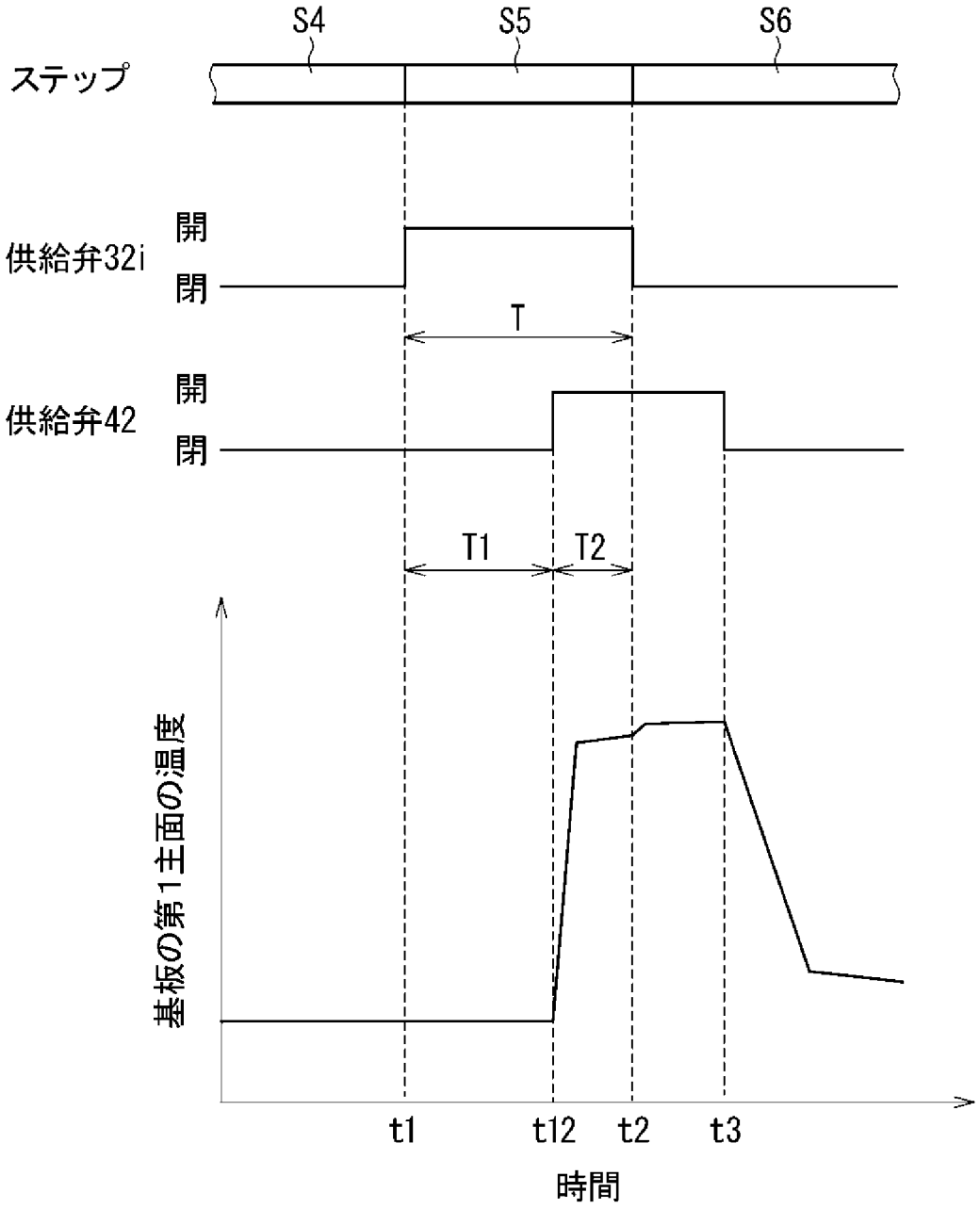
[図8]


40
4
411
451
45
42
452
412
44
ヒータ
熱媒体
453
413
熱媒体

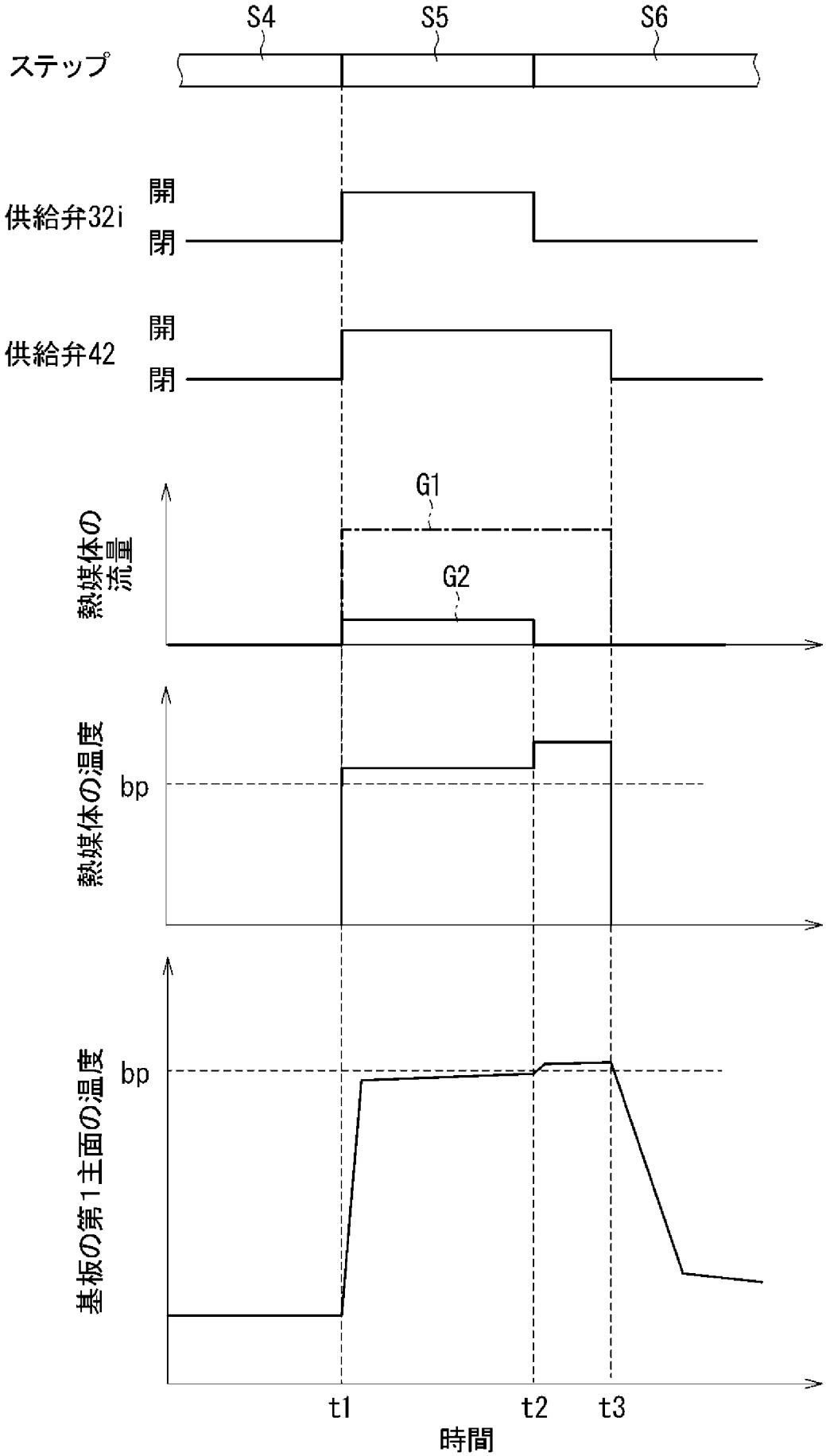
[図9]


S4
S5
S6
ステップ
供給弁32i
開
閉
供給弁42
開
閉
G1
G2
熱媒体の流量
bp
熱媒体の温度
t1
t2
t3
時間

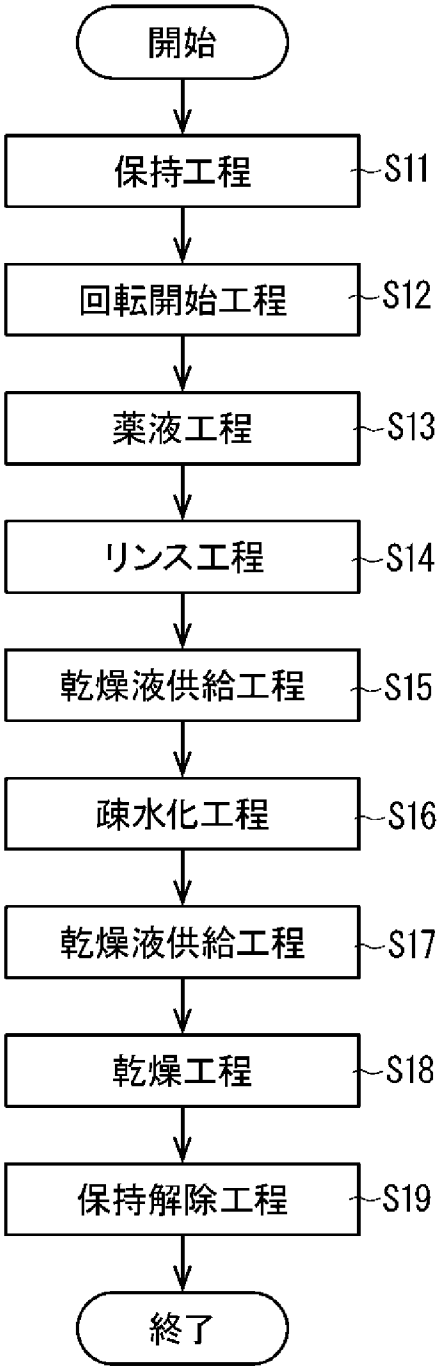
[図10]


S4
S5
S6
ステップ
供給弁32i
開
閉
T
供給弁42
開
閉
T1
T2
基板の第1主面の温度
t1
t12
t2
t3
時間

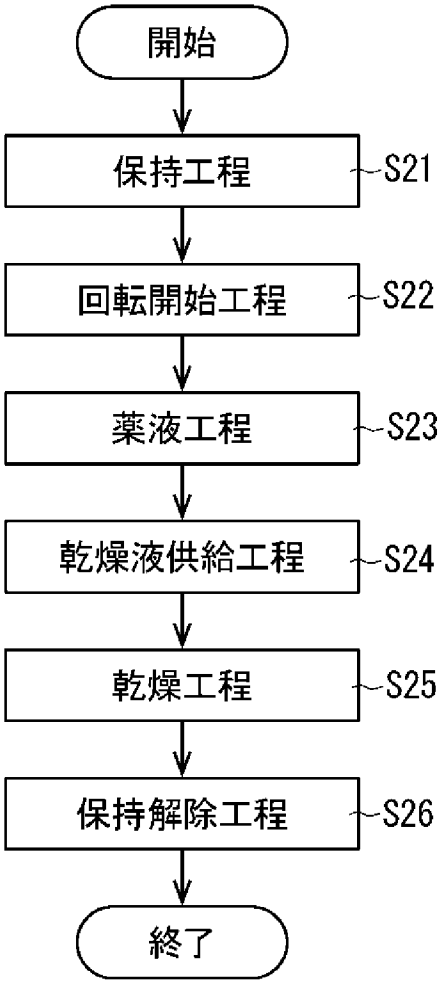
[図11]


S4
S5
S6
ステップ
供給弁32i
開
閉
供給弁42
開
閉
G1
G2
熱媒体の流量
熱媒体の温度
bp
基板の第1主面の温度
bp
t1
t2
t3
時間

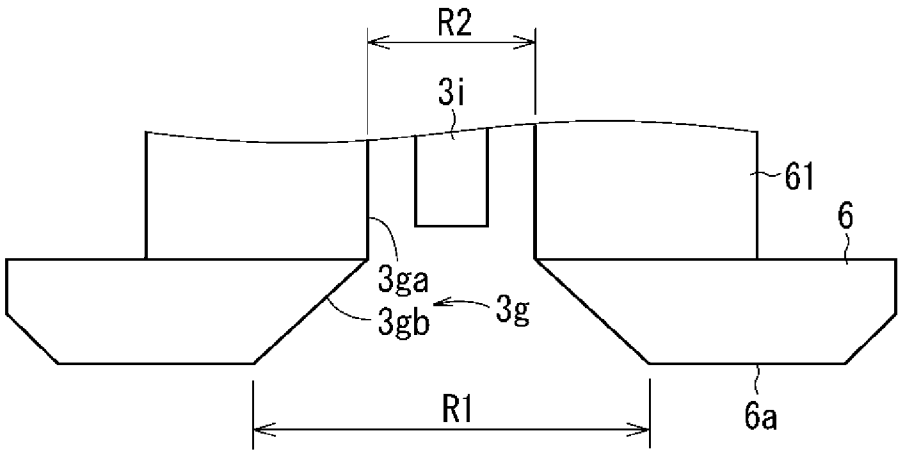
[図12]


開始
保持工程
S11
回転開始工程
S12
薬液工程
S13
リンス工程
S14
乾燥液供給工程
S15
疎水化工程
S16
乾燥液供給工程
S17
乾燥工程
S18
保持解除工程
S19
終了

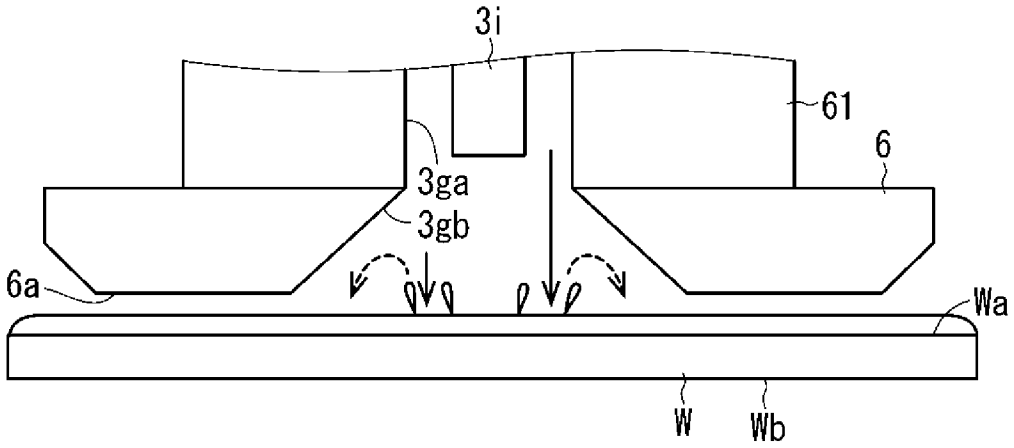
[図13]


開始
保持工程
S21
回転開始工程
S22
薬液工程
S23
乾燥液供給工程
S24
乾燥工程
S25
保持解除工程
S26
終了

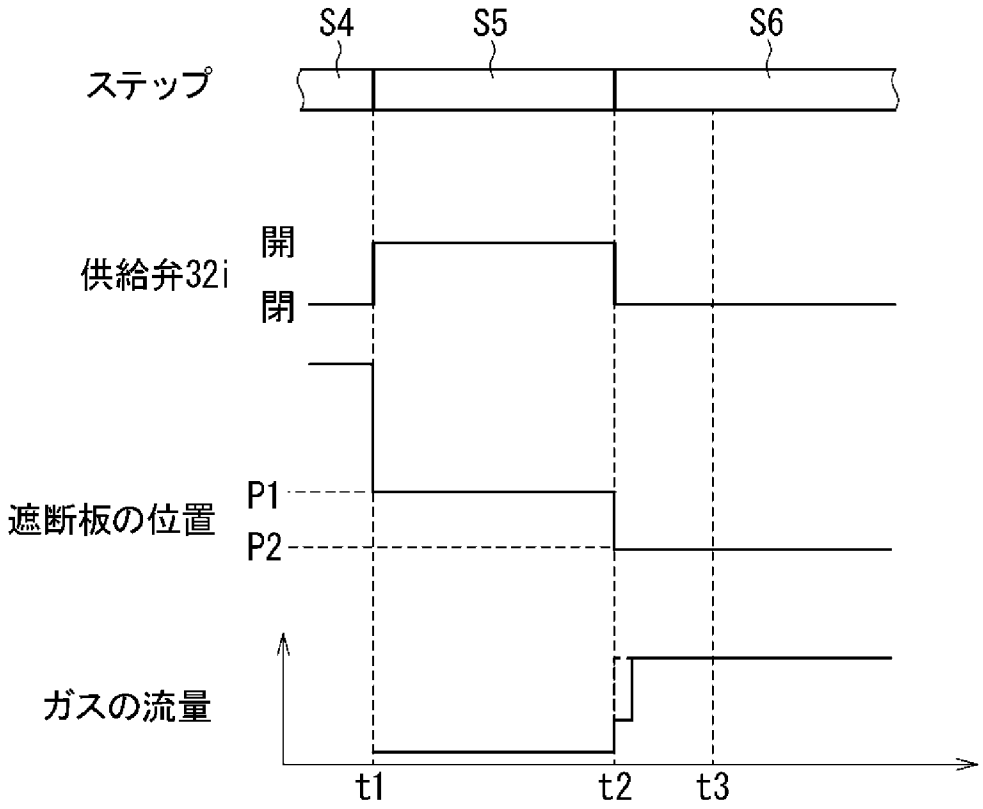
[図14]


R2
3i
61
6
3ga
3gb
3g
R1
6a

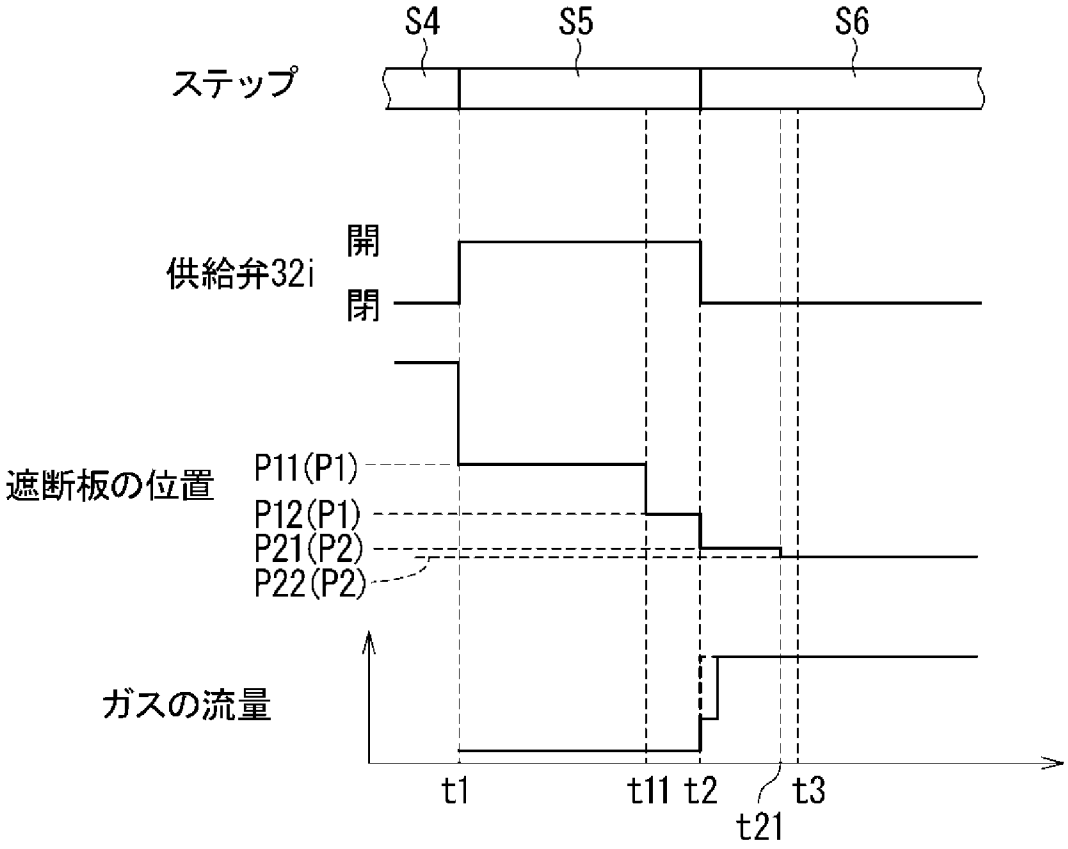
[図15]


3i
61
6
3ga
3gb
6a
Wa
W
Wb

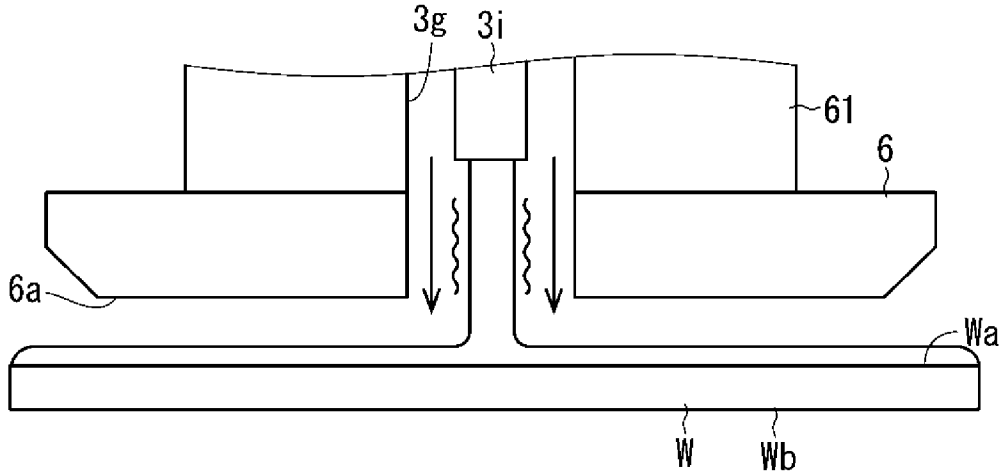
[図16]


S4
S5
S6
ステップ
開
閉
供給弁32i
P1
P2
遮断板の位置
ガスの流量
t1
t2
t3

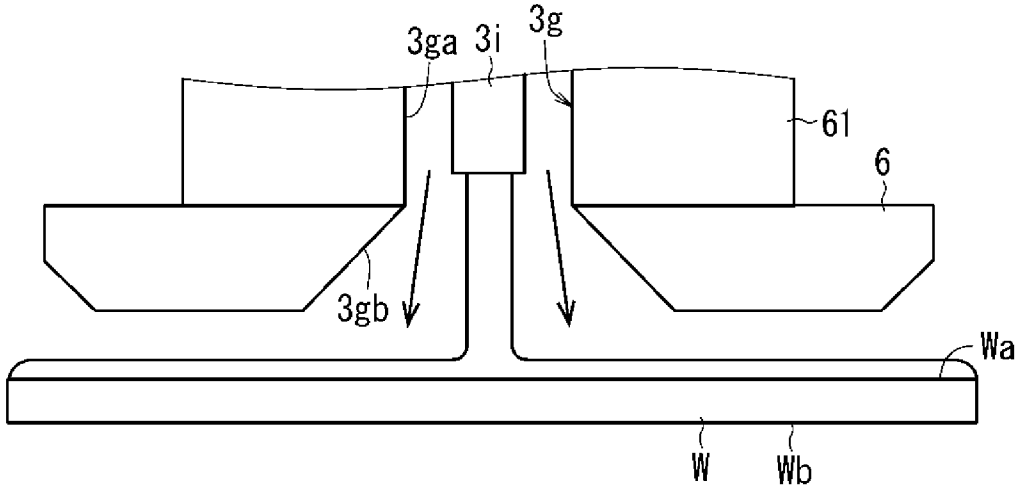
[図17]


S4
S5
S6
ステップ
供給弁32i
開
閉
遮断板の位置
P11(P1)
P12(P1)
P21(P2)
P22(P2)
ガスの流量
t1
t11
t2
t21
t3

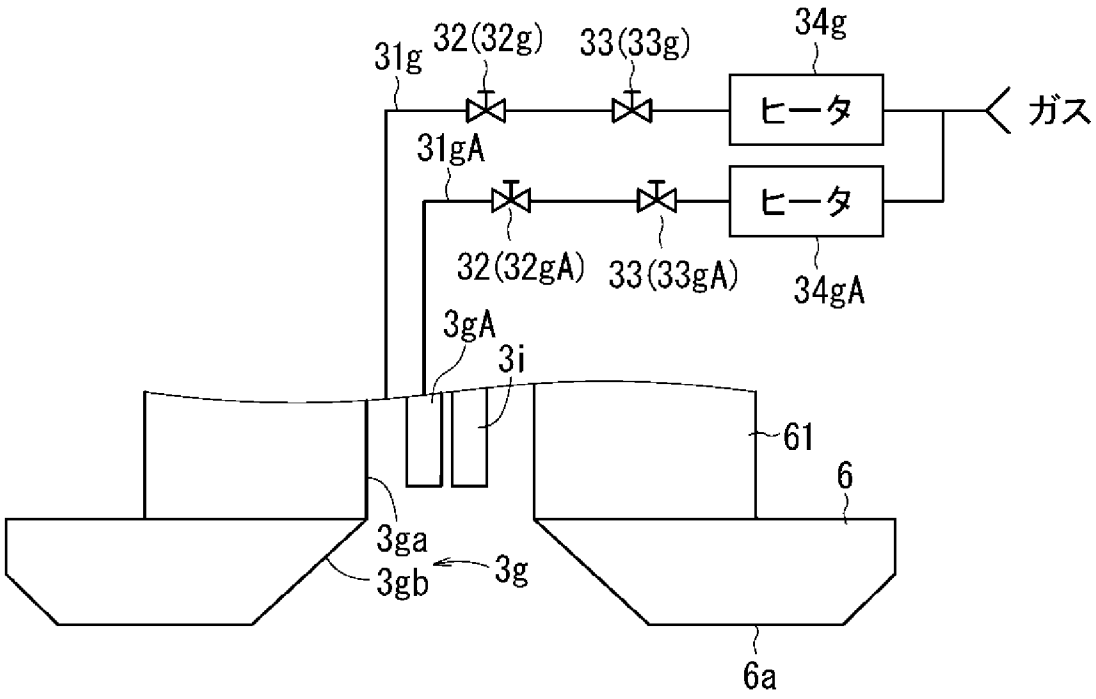
[図18]


3g
3i
61
6
6a
Wa
W
Wb

[図19]


3ga
3i
3g
61
6
3gb
Wa
W
Wb

[図20]


31g
32(32g)
33(33g)
34g
ヒータ
ガス
31gA
ヒータ
32(32gA)
33(33gA)
34gA
3gA
3i
61
6
3ga
3gb
3g
6a

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/JP2024/023191**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***H01L 21/304***(2006.01)i
FI: H01L21/304 651B; H01L21/304 643A

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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 | JP 2017-117954 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 29 June 2017 (2017-06-29) paragraphs [0008], [0025]-[0055], fig. 1-14 | 1, 4, 8-9, 12 |
| A | | 2-3, 5-7, 10-11, 13 |
| X | JP 2018-46063 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 22 March 2018 (2018-03-22) paragraphs [0006], [0023]-[0070], fig. 2-10 | 1, 12-13 |
| A | | 2-11 |
| A | JP 2006-310731 A (DAINIPPON SCREEN MFG CO., LTD.) 09 November 2006 (2006-11-09) | 1-13 |
| A | JP 2019-62179 A (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 18 April 2019 (2019-04-18) | 1-13 |

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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 |
|---|---|
| **24 July 2024** | **06 August 2024** |

| Name and mailing address of the ISA/JP | Authorized officer |
|---|---|
| **Japan Patent Office (ISA/JP)**<br>**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**<br>**Japan** | Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/JP2024/023191**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| JP 2017-117954 A | 29 June 2017 | US 2017/0186599 A1<br>paragraphs [0012], [0052]-[0089], fig. 1-14<br>KR 10-2017-0076594 A<br>CN 107026105 A | |
| JP 2018-46063 A | 22 March 2018 | US 2018/0076018 A1<br>paragraphs [0008], [0103]-[0171], fig. 2-10<br>CN 107818912 A<br>KR 10-2018-0029914 A | |
| JP 2006-310731 A | 09 November 2006 | US 2006/0147202 A1<br>KR 10-2006-0063684 A<br>CN 1786828 A | |
| JP 2019-62179 A | 18 April 2019 | US 2019/0091736 A1<br>CN 109545655 A<br>KR 10-2019-0034109 A | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/023191

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 651B; H01L21/304 643A

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 | １９７１－２０２４年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０２４年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０２４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 | JP 2017-117954 A (株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス) 29.06.2017 (2017-06-29)<br>段落[0008],[0025]-[0055], 図1-14 | 1,4,8-9,12 |
| A | | 2-3,5-7,10-11,13 |
| X | JP 2018-46063 A (株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス) 22.03.2018 (2018-03-22)<br>段落[0006],[0023]-[0070], 図2-10 | 1,12-13 |
| A | | 2-11 |
| A | JP 2006-310731 A (大日本スクリーン製造株式会社) 09.11.2006 (2006-11-09) | 1-13 |
| A | JP 2019-62179 A (株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス) 18.04.2019 (2019-04-18) | 1-13 |

☐ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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 |
|---|---|
| 24.07.2024 | 06.08.2024 |

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 3514

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/JP2024/023191

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 2017-117954 A | 29.06.2017 | US 2017/0186599 A1<br>段落[0012],[0052]-[0089],<br>図1-14<br>KR 10-2017-0076594 A<br>CN 107026105 A | |
| JP 2018-46063 A | 22.03.2018 | US 2018/0076018 A1<br>段落[0008],[0103]-[0171],<br>図2-10<br>CN 107818912 A<br>KR 10-2018-0029914 A | |
| JP 2006-310731 A | 09.11.2006 | US 2006/0147202 A1<br>KR 10-2006-0063684 A<br>CN 1786828 A | |
| JP 2019-62179 A | 18.04.2019 | US 2019/0091736 A1<br>CN 109545655 A<br>KR 10-2019-0034109 A | |