

(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
2020年9月24日(24.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/189010 A1

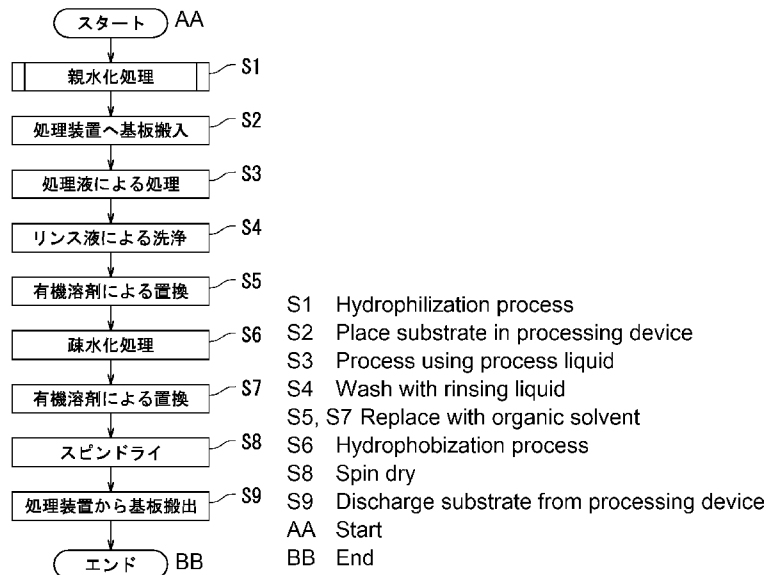
(51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) H01L 21/306 (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/002540
(22) 国際出願日: 2020年1月24日(24.01.2020)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2019-053333 2019年3月20日(20.03.2019) JP
(71) 出願人: 株式会社 S C R E E N ホールディングス(SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP];
〒6028585 京都府京都市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: 小 林 健 司 (KOBAYASHI Kenji);
〒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 S C R E E N セミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP). 佐藤 雅伸(SATO Masanobu); 〒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 S C R E E N セミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP). 中野 佑太(NAKANO 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 S C R E E N セミコンダクターソリューションズ内 Kyoto (JP).
(74) 代理人: 前井 宏之(MAEI Hiroyuki); 〒5410043
大阪府大阪市中央区高麗橋3丁目3番11号
淀屋橋フレックスタワー5階 Osaka (JP).

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING METHOD, SEMICONDUCTOR MANUFACTURING METHOD, AND SUBSTRATE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 基板処理方法、半導体製造方法、および、基板処理装置

〔図6〕



(57) Abstract: In this substrate processing method, a substrate (W) that has a pattern PT including a plurality of structures (63) is processed. The substrate processing method includes: a step (S1) of subjecting the plurality of structures (63) to a predetermined process using a non-liquid to increase hydrophilicity of surfaces (62) of the plurality of structures (63) compared to before the predetermined process; and a step (S3) of supplying a process liquid to the plurality of structures (63) after the step (S1) of increasing the hydrophilicity.

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

(57) 要約: 基板処理方法において、複数の構造物(63)を含むパターンPTを有する基板(W)が処理される。基板処理方法は、複数の構造物(63)に対して非液体による所定処理を実行して、所定処理の実行前よりも、複数の構造物(63)の各々の表面(62)の親水性を大きくする工程(S1)と、親水性を大きくする工程(S1)よりも後に、複数の構造物(63)に向けて処理液を供給する工程(S3)とを含む。

明 細 書

発明の名称：

基板処理方法、半導体製造方法、および、基板処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板処理方法、半導体製造方法、および、基板処理装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 に記載されている基板処理装置は、基板に対して有機物の除去処理を行う。基板の表面には複数の微細構造物が形成されている。微細構造物は基板処理装置に基板が搬入される前の工程で形成される。例えば、レジストパターンが形成された基板に対して薬液を供給してエッチング処理を行うことで、基板の表面に複数の微細構造物が形成される。そして、エッチング処理の後には、リンス処理、撥水化処理、および乾燥処理が行われる。リンス処理は基板に対して純水を供給して薬液を洗い流す処理である。乾燥処理は基板を水平面で回転させることにより、基板を乾燥させる処理である。乾燥途中では、純水の表面張力に起因して微細構造物が倒壊し得る。

[0003] 微細構造物の倒壊を抑制すべく、乾燥処理の前に撥水化処理が行われる。撥水化処理は撥水剤を含む処理液を基板の表面に供給して微細構造物の表面に撥水膜（有機物）を形成する処理である。撥水化処理により、微細構造物に作用する純水の表面張力を低減することができ、乾燥処理における微細構造物の倒壊を抑制することができる。一方、撥水膜（有機物）は半導体製品としては不要である。従って、乾燥処理の後に撥水膜（有機物）の除去が望まれる。

[0004] そこで、基板処理装置は、基板に対して紫外線を照射して、撥水膜（有機物）の除去処理を行う。具体的には、紫外線が基板に存在する撥水膜（有機物）に作用して、撥水膜（有機物）が分解されて除去される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2018-166183号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に記載されている基板処理装置では、エッチング後に基板に紫外線を照射して、有機物を除去しているに過ぎない。

[0007] 換言すれば、エッチング後に基板に紫外線を照射しているため、紫外線の効果はエッチングに影響を与えない。さらに換言すれば、処理液による処理後に基板に紫外線を照射しているため、紫外線の効果は処理液による処理に影響を与えない。

[0008] 一方、近年、基板に形成されるパターンは、さらに微細化されている。つまり、基板の表面において、複数の微細構造物の相互間の空間が、さらに狭小化している。従って、処理液が複数の微細構造物の相互間の空間に浸入することを、基板の表面張力（表面自由エネルギー）が抑制する可能性がある。その結果、基板において、処理液が十分に浸透した部分と、処理液の浸透が十分でない部分とが発生し得る。よって、処理液による複数の微細構造物の処理結果に、バラツキが発生する可能性がある。

[0009] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、基板において処理液が複数の構造物の相互間の空間に浸入することを促進できる基板処理方法、半導体製造方法、および、基板処理装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一局面によれば、基板処理方法において、複数の構造物を含むパターンを有する基板が処理される。基板処理方法は、前記複数の構造物に対して非液体による所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の親水性を大きくする工程と、親水性を大きくする前記工程よりも後に、前記複数の構造物に向けて処理液を供給する工程とを含む。

- [0011] 本発明の基板処理方法は、親水性を大きくする前記工程よりも前に、前記基板から酸化物を除去する除去液を、前記複数の構造物に向けて供給する工程をさらに含むことが好ましい。
- [0012] 本発明の基板処理方法において、前記所定処理は、前記複数の構造物に対して紫外線を照射する処理であることが好ましい。
- [0013] 本発明の基板処理方法において、前記所定処理は、前記複数の構造物に対してプラズマを照射する処理であることが好ましい。
- [0014] 本発明の基板処理方法において、前記所定処理は、前記複数の構造物に対して酸素または酸素の同素体を供給する処理であることが好ましい。
- [0015] 本発明の基板処理方法において、前記処理液は、前記複数の構造物のうち互いに隣り合う構造物の間の空間に存在する気体を溶解することが好ましい。
- [0016] 本発明の基板処理方法は、前記処理液を供給する前記工程よりも後に、前記複数の構造物に向けて疎水化剤を供給して、前記疎水化剤の供給前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の疎水性を大きくする工程と、疎水性を大きくする前記工程よりも後に、前記基板を乾燥する工程とをさらに含むことが好ましい。
- [0017] 本発明の基板処理方法において、前記複数の構造物のうち互いに隣り合う構造物の間の距離は、所定条件を満たすことが好ましい。前記所定条件は、親水性を大きくする前記工程よりも前では、前記処理液と同じ処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できないことを示すことが好ましい。
- [0018] 本発明の基板処理方法において、前記所定条件は、第1条件および第2条件を含むことが好ましい。前記第1条件は、親水性を大きくする前記工程よりも前では、毛細管現象によっては、前記処理液と同じ処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できないことを示すことが好ましい。前記第2条件は、親水性を大きくする前記工程よりも後では、毛細管現象によって前記処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できることを示

すことが好ましい。

[0019] 本発明の基板処理方法において、親水性を大きくする前記工程では、前記複数の構造物に対して前記所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々が有する凹部の表面の親水性を大きくすることが好ましい。前記凹部は、前記構造物の側壁面に対して、前記構造物が延びる方向に交差する方向に沿って凹んでいることが好ましい。

[0020] 本発明の他の局面によれば、半導体製造方法において、複数の構造物を含むパターンを有する半導体基板を処理して、処理後の前記半導体基板である半導体が製造される。半導体製造方法は、前記複数の構造物に対して非液体による所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の親水性を大きくする工程と、親水性を大きくする前記工程よりも後に、前記複数の構造物に向けて処理液を供給する工程とを含む。

[0021] 本発明のさらに他の局面によれば、基板処理装置は、複数の構造物を含むパターンを有する基板を処理する。基板処理装置は、親水処理部と、処理液供給部とを備える。親水処理部は、前記複数の構造物に対して非液体による所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の親水性を大きくする。処理液供給部は、前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされた時よりも後に、前記複数の構造物に向けて処理液を供給する。

[0022] 本発明の基板処理装置は、除去液供給部をさらに備えることが好ましい。除去液供給部は、前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされる前に、前記基板から酸化物を除去する除去液を、前記複数の構造物に向かって供給することが好ましい。

[0023] 本発明の基板処理装置において、前記所定処理は、前記複数の構造物に対して紫外線を照射する処理であることが好ましい。

[0024] 本発明の基板処理装置において、前記所定処理は、前記複数の構造物に対してプラズマを照射する処理であることが好ましい。

[0025] 本発明の基板処理装置において、前記所定処理は、前記複数の構造物に対

して酸素または酸素の同素体を供給する処理であることが好ましい。

[0026] 本発明の基板処理装置において、前記処理液は、前記複数の構造物のうち互いに隣り合う構造物の間の空間に存在する気体を溶解することが好ましい。

[0027] 本発明の基板処理装置は、疎水処理部と、乾燥処理部とをさらに備えることが好ましい。疎水処理部は、前記処理液が前記複数の構造物に向けて供給された時よりも後に、前記複数の構造物に向けて疎水化剤を供給して、前記疎水化剤の供給前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の疎水性を大きくすることが好ましい。乾燥処理部は、前記複数の構造物の各々の表面の疎水性が大きくされた時よりも後に、前記基板を乾燥することが好ましい。

[0028] 本発明の基板処理装置において、前記複数の構造物のうち互いに隣り合う構造物の間の距離は、所定条件を満たすことが好ましい。前記所定条件は、前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされる前では、前記処理液と同じ処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できないことを示すことが好ましい。

[0029] 本発明の基板処理装置において、前記所定条件は、第1条件および第2条件を含むことが好ましい。前記第1条件は、前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされる前では、毛細管現象によっては、前記処理液と同じ処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できないことを示すことが好ましい。前記第2条件は、前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされた後では、毛細管現象によって前記処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できることを示すことが好ましい。

[0030] 本発明の基板処理装置において、前記親水処理部は、前記複数の構造物に対して前記所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々が有する凹部の表面の親水性を大きくすることが好ましい。前記凹部は、前記構造物の側壁面に対して、前記構造物が延びる方向に交差する方向に沿って凹んでいることが好ましい。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、基板において処理液が複数の構造物の相互間の空間に浸入することを促進できる基板処理方法、半導体製造方法、および、基板処理装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の実施形態1に係る基板処理装置を示す模式的平面図である。

[図2] (a) は、実施形態1に係る基板の一例を示す模式的断面図である。(b) は、実施形態1に係る基板の他の例を示す模式的断面図である。

[図3]実施形態1に係る親水処理装置を示す模式的断面図である。

[図4]実施形態1に係る処理装置を示す模式的断面図である。

[図5]実施形態1に係る処理液の浸透時間と接触角との関係を示すグラフである。

[図6]実施形態1に係る基板処理方法を示すフローチャートである。

[図7]図7の工程S1を示すフローチャートである。

[図8]実施形態1の変形例に係る処理装置を示す模式的平面図である。

[図9]本発明の実施形態2に係る処理装置を示す模式的断面図である。

[図10]実施形態2に係る親水処理ノズルを示す模式的断面図である。

[図11]本発明の実施形態3に係る処理装置を示す模式的断面図である。

[図12]本発明の実施形態4に係る処理装置を示す模式的断面図である。

[図13]実施形態4に係る基板処理方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、図中、同一または相当部分については同一の参照符号を付して説明を繰り返さない。また、本発明の実施形態において、X軸、Y軸、及びZ軸は互いに直交し、X軸及びY軸は水平方向に平行であり、Z軸は鉛直方向に平行である。なお、図面の簡略化のため、断面を示す斜線を適宜省略する。

[0034] (実施形態1)

図1～図7を参照して、本発明の実施形態1に係る基板処理装置100を説明する。基板処理装置100は処理液によって基板Wを処理する。以下、

処理液を「処理液LQ」と記載する。基板Wは、例えば、半導体ウエハ、液晶表示装置用基板、プラズマディスプレイ用基板、電界放出ディスプレイ（Field Emission Display：FED）用基板、光ディスク用基板、磁気ディスク用基板、光磁気ディスク用基板、フォトマスク用基板、セラミック基板、又は、太陽電池用基板である。基板Wは、例えば、略円板状である。以下の実施形態1の説明では、基板Wは半導体基板である。

[0035] まず、図1を参照して基板処理装置100を説明する。図1は、基板処理装置100を示す模式的平面図である。図1に示すように、基板処理装置100は、インデクサーユニットU1と、処理ユニットU2と、制御装置U3とを備える。インデクサーユニットU1は、複数の基板収容器Cと、インデクサーロボットIRとを含む。処理ユニットU2は、複数の処理装置200と、搬送ロボットCRと、受渡部PSとを含む。

[0036] 基板収容器Cの各々は、複数枚の基板Wを積層して収容する。インデクサーロボットIRは、複数の基板収容器Cのうちのいずれかの基板収容器Cから未処理の基板Wを取り出して、基板Wを受渡部PSに渡す。そして、受渡部PSには、基板収容器Cから取り出された基板Wが載置される。搬送ロボットCRは、受渡部PSから未処理の基板Wを受け取って、複数の処理装置200のうちのいずれかの処理装置200に基板Wを搬入する。

[0037] そして、処理装置200は、未処理の基板Wを処理する。処理装置200は、基板Wを1枚ずつ処理する枚葉型である。処理装置200は処理液LQによって基板Wを処理する。

[0038] 処理装置200による処理後に、搬送ロボットCRは、処理済みの基板Wを処理装置200から取り出して、基板Wを受渡部PSに渡す。そして、受渡部PSには、処理装置200で処理された基板Wが載置される。インデクサーロボットIRは、受渡部PSから処理済みの基板Wを受け取って、複数の基板収容器Cのうちのいずれかの基板収容器Cに基板Wを収容する。

[0039] 制御装置U3は、インデクサーユニットU1および処理ユニットU2を制

御する。制御装置U3はコンピュータを含む。具体的には、制御装置U3は、CPU (Central Processing Unit) のようなプロセッサと、記憶装置とを含む。記憶装置は、データ及びコンピュータプログラムを記憶する。記憶装置は、半導体メモリーのような主記憶装置と、半導体メモリー及び／又はハードディスクドライブのような補助記憶装置とを含む。記憶装置は、リムーバブルメディアを含んでいてもよい。制御装置U3のプロセッサは、制御装置U3の記憶装置が記憶しているコンピュータプログラムを実行して、インデクサーユニットU1および処理ユニットU2を制御する。

[0040] 次に、図2(a)および図2(b)を参照して、基板Wを説明する。図2(a)は、基板Wの一例を示す模式的断面図である。図2(a)では、基板Wの表面の一部を拡大して示している。図2(a)に示すように、基板Wは、基板本体61と、パターンPTとを有する。基板本体61は、シリコンによって形成される。パターンPTは、例えば、微細パターンである。パターンPTは、複数の構造物63を含む。構造物63は、例えば、微細構造物である。

[0041] 複数の構造物63の各々は、第1方向D1に沿って延びている。第1方向D1は、基板本体61の表面61aに対して交差する方向を示す。実施形態1では、第1方向D1は、基板本体61の表面61aに対して略直交する方向を示す。構造物63の表面62は、側壁面63aと、天壁面63bとを有する。

[0042] 複数の構造物63の各々は、単層または複数層によって構成される。構造物63が単層によって構成される場合、構造物63は、絶縁層、半導体層、または、導体層である。構造物63が複数層によって構成される場合、構造物63は、絶縁層を含んでもよいし、半導体層を含んでもよいし、導体層を含んでもよいし、絶縁層と半導体層と導体層とのうちの2以上を含んでもよい。

[0043] 絶縁層は、例えば、シリコン酸化膜またはシリコン窒化膜である。半導体

層は、例えば、ポリシリコン膜、または、アモルファスシリコン膜である。
導体層は、例えば、金属膜である。金属膜は、例えば、チタン、タングステン、銅、および、アルミニウムのうちの少なくとも1つを含む膜である。

[0044] 図2(b)は、基板Wの他の例を示す模式的断面図である。図2(b)では、基板Wの表面の一部を拡大して示している。図2(b)に示すように、複数の構造物63の各々は、少なくとも1つの凹部65を有する。図2(b)の例では、複数の構造物63の各々は複数の凹部65を有する。複数の凹部65の各々は、構造物63の側壁面63aに対して、構造物63が延びる方向に交差する方向に沿って凹んでいる。実施形態1では、構造物63が延びる方向は、第1方向D1と略平行である。具体的には、複数の凹部65の各々は、第2方向D2に沿って凹んでいる。第2方向D2は、基板本体61の表面61aに沿った方向を示す。具体的には、第2方向D2は、第1方向D1に対して交差する方向を示す。実施形態1では、第2方向D2は、第1方向D1に対して略直交する方向を示す。

[0045] 次に、図3を参照して、基板処理装置100に含まれる親水処理装置1を説明する。図3は、親水処理装置1を示す模式的断面図である。親水処理装置1は、「親水処理部」の一例に相当する。親水処理装置1は、例えば、図1に示す受渡部PSに設置される。なお、親水処理装置1の設置位置は特に限定されない。例えば、親水処理装置1は、図1に示す複数の処理装置200のうちの1つの処理装置200に代えて、基板処理装置100に含まれていてもよい。

[0046] 親水処理装置1は、基板Wの複数の構造物63に対して非液体による所定処理を実行して、所定処理の実行前よりも、複数の構造物63の各々の表面62の親水性を大きくする。親水性とは、固体表面に対する液体の付着し易さの程度を示す。親水性が大きい程、液体は固体表面に付着し易い。つまり、親水性が大きい程、固体表面が濡れ易い。親水性は、接触角CAによって表すことができる。接触角CAとは、固体表面が液体及び気体と接触しているときに、3相の接触する境界において液体面が固体面となす角度のことで

ある。接触角 θ が小さい程、親水性は大きい。接触角 θ が小さい程、固体の表面張力は大きい。親水性が大きい程、固体の表面張力は大きい。「非液体」は、電磁波、または、液体でない物質を示す。「電磁波」は、例えば、光である。「液体でない物質」は、例えば、プラズマ、または、気体である。本明細書では、「所定処理」は、「非液体による所定処理」を示す。「非液体による所定処理」は、「非液体を使用した処理」を示す。

[0047] 特に、実施形態 1 では、基板 W に処理液 L Q を供給する時よりも前に、親水処理装置 1 は、基板 W の複数の構造物 6 3 に対して所定処理を実行して、所定処理の実行前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくする。従って、所定処理の実行前よりも、構造物 6 3 の表面 6 2 の表面張力を大きくできる。その結果、基板 W を処理液 L Q によって処理するときに、基板 W において処理液 L Q が複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に浸入することを促進できる。

[0048] 処理液 L Q が複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に浸入することを促進できると、複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に、基板 W の全体にわたって略均一に処理液 L Q を速やかに浸透させることができる。従って、処理液 L Q による複数の構造物 6 3 の処理結果に、バラツキが発生することを抑制できる。例えば、処理液 L Q がエッチング液である場合、複数の構造物 6 3 のエッチング結果に、バラツキが発生することを抑制できる。また、複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に処理液 L Q を速やかに浸透させることができるので、処理液 L Q によって複数の構造物 6 3 を効果的に処理できる。例えば、処理液 L Q がエッチング液である場合、複数の構造物 6 3 を効果的にエッチングできる。

[0049] なお、図 2 (a) に示す構造物 6 3 の表面 6 2 のうち、少なくとも側壁面 6 3 a の親水性が、所定処理の実行前よりも大きくされていればよい。また、実施形態 1 では、例えば、所定処理の実行前では、基板 W は乾燥されている。「乾燥」は、基板 W から液体が除去されていることを示す。

[0050] また、図 2 (b) に示す基板 W に関しては、基板 W に処理液 L Q を供給す

る時よりも前に、親水処理装置 1 は、複数の構造物 6 3 に対して所定処理を実行して、所定処理の実行前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の側壁面 6 3 a および天壁面 6 3 b の親水性と、複数の構造物 6 3 の各々が有する凹部 6 5 の表面の親水性とを大きくする。従って、基板 W を処理液 L Q によって処理するときに、基板 W において処理液 L Q が複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に浸入することを促進できるだけでなく、処理液 L Q が複数の凹部 6 5 の各々に浸入することを促進できる。その結果、凹部 6 5 に処理液 L Q を速やかに浸透させることができ、処理液 L Q によって凹部 6 5 を効果的に処理できる。

[0051] なお、図 2 (b) に示す構造物 6 3 の表面 6 2 は、凹部 6 5 の表面を含む。そして、構造物 6 3 の表面 6 2 のうち、側壁面 6 3 a の親水性と凹部 6 5 の表面の親水性とが、所定処理の実行前よりも大きくされていればよい。

[0052] 以下の説明では、所定処理の実行前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくすることを、「親水化」と記載する場合がある。また、「浸透」は、処理液 L Q が構造物 6 3 の相互間の空間 S P に浸入して、基板本体 6 1 の表面 6 1 a または表面 6 1 a の近傍に到達することを示す。

[0053] 特に、実施形態 1 では、所定処理は、基板 W の複数の構造物 6 3 に対して紫外線を照射する処理である。つまり、親水処理装置 1 は、基板 W の複数の構造物 6 3 に対して紫外線を照射して、紫外線の照射前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくする。紫外線のエネルギーは、可視光線のエネルギーよりも大きいため、構造物 6 3 の表面 6 2 を効果的に親水化できる。

[0054] 具体的には、図 2 に示すように、親水処理装置 1 は、紫外線照射部 3 と、基板保持部 5 と、収容部 7 と、複数の気体供給部 1 0 と、排気部 1 1 と、移動機構 1 3 と、回転機構 1 5 とを含む。

[0055] 基板保持部 5 は基板 W を保持する。具体的には、基板保持部 5 は、基板 W を水平に保持しながら、基板保持部 5 の回転軸線 A X 1 の回りに基板 W を回転させる。回転軸線 A X 1 は鉛直方向に略平行であり、基板 W の中心を通る

。更に具体的には、基板保持部5は、スピンベース51と、複数のチャック部材53とを含む。複数のチャック部材53は、回転軸線AX1の回りの周方向に沿って、スピンベース51に設けられる。複数のチャック部材53は基板Wを水平な姿勢で保持する。スピンベース51は、略円板状又は略円柱状であり、水平な姿勢で複数のチャック部材53を支持する。スピンベース51が、回転軸線AX1の回りに回転すると、複数のチャック部材53に保持された基板Wが回転軸線AX1の回りに回転する。

[0056] 移動機構13は基板保持部5を鉛直方向に沿って移動させる。具体的には、移動機構13は、第1位置と第2位置との間で、基板保持部5を往復移動させる。第1位置は、基板保持部5が紫外線照射部3に近い位置を示す。図2では、第1位置に位置する基板保持部5を図示している。第2位置は、基板保持部5が紫外線照射部3から遠い位置を示す。第1位置は、紫外線を用いた処理を基板Wに対して行うときの基板保持部5の位置である。第2位置は、基板Wの授受を行うときの基板保持部5の位置である。移動機構13は、例えば、ボールねじ機構を含む。

[0057] 回転機構15は、回転軸線AX1の回りに基板保持部5を回転させる。その結果、基板保持部5に保持された基板Wが、回転軸線AX1の回りに回転する。回転機構15は、例えば、モーターを含む。

[0058] 紫外線照射部3と基板保持部5とは、回転軸線AX1に沿って配置され、互いに対向している。紫外線照射部3は、空間SPAを隔てて、基板Wと対向する。紫外線照射部3は紫外線を発生する。空間SPAは、紫外線照射部3と基板保持部5との間の空間である。紫外線照射部3は、基板Wの複数の構造物63の表面62に紫外線を照射して、紫外線の照射前よりも、複数の構造物63の各々の表面62の親水性を大きくする。親水性が大きくなる理由として、紫外線の照射によって構造物63の表面62の酸化が促進されることが考えられる。

[0059] 特に、実施形態1では、紫外線照射部3は、基板Wの回転中に、基板Wの複数の構造物63の表面62に紫外線を照射する。従って、静止している基

板Wに紫外線を照射する場合と比較して、より均一に紫外線を基板Wの複数の構造物63の表面62に照射できる。その結果、基板Wの複数の構造物63の各々の表面62の親水性を、紫外線の照射前よりも効果的に大きくできる。

[0060] 具体的には、紫外線照射部3は、電極33と、電極35と、石英ガラス板31とを含む。電極33は略平板状の形状を有している。電極35は略平板状の形状を有している。また、電極35は複数の開口351を有する。開口351の各々は鉛直方向に電極35を貫通する。電極35は、空間を隔てて電極33と対向する。電極35は、電極33に対して石英ガラス板31側に位置している。石英ガラス板31は基板W側に設けられている。石英ガラス板31は、紫外線に対して透光性を有するとともに、耐熱性かつ耐食性を有している。石英ガラス板31は絶縁体である。

[0061] 電極33と電極35との間の空間には放電用ガスが存在している。そして、電極33と電極35との間には高い周波数の高電圧が印加される。その結果、放電用ガスが励起されてエキシマ状態となる。放電用ガスはエキシマ状態から基底状態へ戻る際に紫外線を発生する。紫外線は電極35の開口351を通過し、さらに石英ガラス板31を透過して基板Wに照射される。なお、親水処理装置1は、電極33と電極35との間に高い周波数の高電圧を印加する高電圧電源を含んでいる。また、紫外線照射部3が紫外線を照射できる限りにおいては、紫外線照射部3の構成及び形状は特に限定されない。

[0062] 収容部7は、基板保持部5、移動機構13、および、回転機構15を収容する。そして、紫外線照射部3は、収容部7の上部開口を塞ぐ。従って、紫外線照射部3と収容部7とはチャンバーとして機能する。

[0063] 具体的には、収容部7は、筒部71と、側壁部73と、底部75とを含む。筒部71の下部と側壁部73の上部とが連結される。側壁部73の下部と底部75とが連結される。筒部71は、複数の貫通孔71aを有する。貫通孔71aの各々は、筒部71を貫通し、空間SPAに連通する。側壁部73は貫通孔73aを有する。貫通孔73aは側壁部73を貫通している。

[0064] 気体供給部１０の各々は、貫通孔７１ａから、不活性ガスを空間ＳＰＡに供給する。不活性ガスは、例えば、窒素又はアルゴンである。具体的には、気体供給部１０の各々は、配管９１と、開閉弁９３と、気体収容器９５とを含む。気体収容器９５は、空間ＳＰＡに供給する不活性ガスを収容している。気体収容器９５は配管９１の一端に連結される。開閉弁９３は配管９１に設けられて、配管９１の開閉を切り替える。配管９１の他端は貫通孔９１ａに連結される。排気部１１は、貫通孔７３ａから、収容部７の内部の気体を排気する。

[0065] 制御装置Ｕ３は、親水処理装置１を制御する。具体的には、制御装置Ｕ３のプロセッサは、制御装置Ｕ３の記憶装置が記憶しているコンピュータープログラムを実行して、親水処理装置１を制御する。

[0066] 次に、図４を参照して、処理装置２００を説明する。図４は、処理装置２００を示す模式的断面図である。図４に示すように、処理装置２００は、親水処理装置１によって基板Ｗの複数の構造物６３の各々の表面６２の親水性が大きくされた時よりも後に、基板Ｗを回転しながら、基板Ｗに処理液ＬＱを供給して、基板Ｗを処理する。具体的には、処理装置２００は、チャンバー２１と、スピンチャック２３と、スピン軸２４と、スピンモーター２５と、ノズル２７と、ノズル移動部２９と、ノズル３０と、複数のガード４９と、バルブＶ１と、バルブＶ２と、配管Ｐ１と、配管Ｐ２とを含む。

[0067] チャンバー２１は略箱形状を有する。チャンバー２１は、基板Ｗ、スピンチャック２３、スピン軸２４、スピンモーター２５、ノズル２７、ノズル移動部２９、ノズル３０、配管Ｐ１の一部、および、配管Ｐ２の一部を収容する。

[0068] スピンチャック２３は、基板Ｗを保持して回転する。具体的には、スピンチャック２３は、チャンバー２１内で基板Ｗを水平に保持しながら、スピンチャック２３の回転軸線ＡＸ２の回りに基板Ｗを回転させる。

[0069] スピンチャック２３は、複数のチャック部材２３１と、スピンベース２３３を含む。複数のチャック部材２３１はスピンベース２３３に設けられる

。複数のチャック部材 231 は基板 W を水平な姿勢で保持する。スピンベース 233 は、略円板状であり、水平な姿勢で複数のチャック部材 231 を支持する。

[0070] スピン軸 24 は、スピンベース 233 に固定される。また、スピン軸 24 は、スピンモーター 25 の駆動軸に固定される。そして、スピンモーター 25 は、スピン軸 24 を回転させることによって、スピンベース 233 を回転軸線 A X 2 の回りに回転させる。その結果、スピンベース 233 に設けられた複数のチャック部材 231 に保持された基板 W が回転軸線 A X 2 の回りに回転する。

[0071] ノズル 27 は、親水処理装置 1 によって基板 W の複数の構造物 63 の各々の表面 62 の親水性が大きくされた時よりも後に、回転中の基板 W の複数の構造物 63 に向けて処理液 L Q を供給する。従って、基板 W の複数の構造物 63 の相互間の空間 S P に処理液 L Q を効果的に浸透させることができる。その結果、処理液 L Q によって構造物 63 を効果的に処理できる。ノズル 27 は、「処理液供給部」の一例に相当する。

[0072] 特に、実施形態 1 では、処理液 L Q は、複数の構造物 63 のうち互いに隣り合う構造物 63 の間の空間 S P に存在する気体を溶解する。その結果、基板 W の複数の構造物 63 の相互間の空間 S P に処理液 L Q をより速やかに浸透させることができる。

[0073] 処理液 L Q は、例えば、薬液（例えばエッチング液）である。薬液は、例えば、フッ酸（H F）、フッ硝酸（フッ酸と硝酸（H N O₃）との混合液）、バファードフッ酸（B H F）、フッ化アンモニウム、H F E G（フッ酸とエチレングリコールとの混合液）、燐酸（H₃ P O₄）、硫酸、酢酸、硝酸、塩酸、希フッ酸（D H F）、アンモニア水、過酸化水素水、有機酸（例えば、クエン酸、シュウ酸）、有機アルカリ（例えば、T M A H：テトラメチルアンモニウムヒドロオキシド）、硫酸過酸化水素水混合液（S P M）、アンモニア過酸化水素水混合液（S C 1）、塩酸過酸化水素水混合液（S C 2）、界面活性剤、または、腐食防止剤である。なお、処理液 L Q の種類は、基

板Wを処理できる限りにおいては、特に限定されない。

[0074] ノズル移動部29は、処理位置と退避位置との間でノズル27を移動する。処理位置は、基板Wの上方の位置を示す。ノズル27は、処理位置に位置するときに、基板Wの複数の構造物63の表面62に対して処理液LQを供給する。退避位置は、基板Wよりも基板Wの径方向外側の位置を示す。

[0075] 具体的には、ノズル移動部29は、アーム291と、回動軸293と、ノズル移動機構295とを含む。アーム291は略水平方向に沿って延びる。アーム291の先端部にはノズル27が取り付けられる。アーム291は回動軸293に結合される。回動軸293は、略鉛直方向に沿って延びる。ノズル移動機構295は、回動軸293を略鉛直方向に沿った回動軸線のまわりに回動させて、アーム291を略水平面に沿って回動させる。その結果、ノズル27が略水平面に沿って移動する。例えば、ノズル移動機構295は、回動軸293を回動軸線のまわりに回動させるアーム揺動モーターを含む。アーム揺動モーターは、例えば、サーボモータである。また、ノズル移動機構295は、回動軸293を略鉛直方向に沿って昇降させて、アーム291を昇降させる。その結果、ノズル27が略鉛直方向に沿って移動する。例えば、ノズル移動機構295は、ボールねじ機構と、ボールねじ機構に駆動力を与えるアーム昇降モーターとを含む。アーム昇降モーターは、例えば、サーボモータである。

[0076] 配管P1はノズル27に処理液LQを供給する。バルブV1は、ノズル27に対する処理液LQの供給開始と供給停止とを切り替える。

[0077] ノズル30は、処理液LQによって基板Wが処理された時よりも後に、回転中の基板Wに向けてリンス液を供給する。リンス液は、例えば、脱イオン水、炭酸水、電解イオン水、水素水、オゾン水、または、希釈濃度（例えば、10ppm～100ppm程度）の塩酸水である。リンス液の種類は、基板Wをリンスできる限りにおいては、特に限定されない。

[0078] 配管P2はノズル30にリンス液を供給する。バルブV2は、ノズル30に対するリンス液の供給開始と供給停止とを切り替える。

- [0079] 処理装置200は、流体供給ユニット41と、ユニット動作部43と、バルブV3と、バルブV4と、配管Pと、配管P3と、配管P4とをさらに含むことが好ましい。チャンバー21は、流体供給ユニット41、ユニット動作部43、および、配管Pの一部を収容する。
- [0080] 流体供給ユニット41は、スピンチャック23の上方に位置する。流体供給ユニット41は、遮断板411と、支軸413と、ノズル415とを含む。
- [0081] 遮断板411は、例えば、略円板状である。遮断板411の直径は、例えば、基板Wの直径と略同一である。ただし、遮断板411の直径は、基板Wの直径よりも若干小さくてもよいし、若干大きくてもよい。遮断板411は、遮断板411の下面が略水平になるように配置されている。さらに、遮断板411は、遮断板411の中心軸線がスピンチャック2の回転軸線AX2上に位置するように配置されている。遮断板411の下面は、スピンチャック23に保持された基板Wに対向している。遮断板411は、水平な姿勢で支軸413の下端に連結されている。
- [0082] ユニット動作部43は、近接位置と退避位置との間で、流体供給ユニット41を上昇又は下降させる。近接位置は、遮断板411が下降して基板Wの上面に所定間隔をあけて近接する位置を示す。近接位置では、遮断板411は、基板Wの表面を覆って、基板Wの表面の上方を遮断する。つまり、近接位置では、遮断板411は、基板Wの表面と対向して、基板Wの表面の上方を覆う。退避位置は、近接位置よりも上方であって、遮断板411が上昇して基板Wから離間している位置を示す。図4では、遮断板411は退避位置に位置する。また、ユニット動作部43は、近接位置において、流体供給ユニット41を回転させる。例えば、ユニット動作部43は、ボールねじ機構と、ボールねじ機構に駆動力を与える昇降モーターとを含む。昇降モーターは、例えば、サーボモーターである。例えば、ユニット動作部43は、モーターと、モーターの回転を流体供給ユニット41に伝達する伝達機構とを含む。

- [0083] 流体供給ユニット41のノズル415は、遮断板411および支軸413の内部に配置される。ノズル415の先端は遮断板411の下面から露出している。ノズル415には配管Pが接続される。配管Pは、バルブV3を介して、配管P3と接続される。バルブV3が開かれると、疎水化剤がノズル415に供給される。また、配管Pは、バルブV4を介して、配管P4と接続される。バルブV4が開かれると、有機溶剤がノズル415に供給される。
- [0084] 流体供給ユニット41が近接位置に位置するときに、バルブV3が開かれると、ノズル415は、回転中の基板Wの複数の構造物63に向かって疎水化剤を供給する。ノズル415は、「疎水处理部」の一例に相当する。
- [0085] 具体的には、ノズル415は、複数の構造物63に向けて疎水化剤を供給して、疎水化剤の供給前よりも、複数の構造物63の各々の表面62の疎水性を大きくする。
- [0086] 疎水性とは、固体表面に対する液体の付着し難さの程度を示す。疎水性が大きい程、液体は固体表面に付着し難い。つまり、疎水性が大きい程、固体表面が濡れ難い。疎水性は、接触角CAによって表すことができる。接触角CAが大きい程、疎水性は大きい。接触角CAが大きい程、固体の表面張力は小さい。疎水性が大きい程、固体の表面張力は小さい。
- [0087] 疎水化剤は、例えば、液体である。疎水化剤は、シリコン系疎水化剤、または、メタル系疎水化剤である。シリコン系疎水化剤は、シリコン自体、および、シリコンを含む化合物を疎水化させる。シリコン系疎水化剤は、例えば、シランカップリング剤である。シランカップリング剤は、例えば、HMDS（ヘキサメチルジシラザン）、TMS（テトラメチルシラン）、フッ素化アルキルクロロシラン、アルキルジシラザン、および非クロロ系疎水化剤の少なくとも一つを含む。非クロロ系疎水化剤は、例えば、ジメチルシリルジメチルアミン、ジメチルシリルジエチルアミン、ヘキサメチルジシラザン、テトラメチルジシラザン、ビス（ジメチルアミノ）ジメチルシラン、N，N-ジメチルアミノトリメチルシラン、N-（トリメチルシリル）ジメチル

アミンおよびオルガノシラン化合物の少なくとも一つを含む。メタル系疎水化剤は、金属自体、および、金属を含む化合物を疎水化させる。メタル系疎水化剤は、例えば、疎水基を有するアミン、および有機シリコン化合物の少なくとも一つを含む。

[0088] 特に、実施形態 1 では、ノズル 2 7 によって処理液 L Q が基板 W の複数の構造物 6 3 に向けて供給された時よりも後に、ノズル 4 1 5 は、複数の構造物 6 3 に向けて疎水化剤を供給して、疎水化剤の供給前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の疎水性を大きくする。従って、実施形態 1 によれば、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の表面張力を小さくできる。その結果、構造物 6 3 の表面張力に起因して複数の構造物 6 3 が倒壊することを抑制できる。

[0089] なお、ノズル 4 1 5 によって複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の疎水性が大きくされた時よりも後に、スピンチャック 2 3 は、スピンモーター 2 5 によって高速回転速度で回転されて、基板 W を乾燥する。スピンチャック 2 3 は、「乾燥処理部」の一例に相当する。

[0090] 以下の説明では、疎水化剤の供給前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の疎水性を大きくすることを、「疎水化」と記載する場合がある。

[0091] 一方、流体供給ユニット 4 1 が近接位置に位置するときに、バルブ V 4 が開かれると、ノズル 4 1 5 は、回転中の基板 W の複数の構造物 6 3 に向かって有機溶剤を供給する。有機溶剤は、例えば、液体である。有機溶剤の表面張力は、リンス液の表面張力よりも小さい。有機溶剤は、例えば、IPA（イソプロピルアルコール）、または、HFE（ハイドロフルオロエーテル）である。具体的には、リンス液が基板 W に供給された後、または、疎水化剤が基板 W に供給された後に、ノズル 4 1 5 は、基板 W に向けて有機溶剤を供給する。

[0092] 複数のガード 4 9 の各々は略筒形状を有する。複数のガード 4 9 の各々は、基板 W から排出された液体（処理液 L Q、リンス液、疎水化剤、または、有機溶剤）を受け止める。なお、ガード 4 9 は、基板 W から排出される液体

の種類に応じて設けられる。

[0093] 制御装置U3のプロセッサは、制御装置U3の記憶装置が記憶しているコンピュータプログラムを実行して、処理装置200を制御する。

[0094] 次に、図2(a)、図2(b)、および図5を参照して、基板WのパターンPTの好ましい親水性を説明する。図5は、処理液LQの浸透時間と接触角CAとの関係を示すグラフである。図5において、縦軸は、図2(a)または図2(b)に示す基板Wの構造物63の相互間の空間SPへの処理液LQの浸透時間(μ 秒)を示す。具体的には、浸透時間は、処理液LQが複数の構造物63に付着した時から、処理液LQが空間SPに浸入して基板本体61の表面61aまたは表面61aの近傍に到達した時までの時間を示す。横軸は、接触角CA(度)を降順で示している。接触角CAは、処理液LQの表面が構造物63の表面62となす角度である。

[0095] 図5に示すように、接触角CAが $\theta 1$ 度以上では、処理液LQは構造物63の相互間の空間SPに浸透しない。つまり、 $\theta 2$ 度は、浸透時間が無限大であるときの接触角CAを示す。 $\theta 1$ 度は、例えば、90度である。つまり、接触角CAが90度以上では、処理液LQは構造物63の相互間の空間SPに浸透しない。

[0096] 一方、接触角CAが $\theta 2$ 度以下では、浸透時間は、略一定であり、最も短い。従って、親水処理装置1は、処理液LQの浸透時間が略一定であるときの接触角CAに相当する親水性を複数の構造物63が有するように、基板Wの複数の構造物63に対して所定処理を実行することが好ましい。

[0097] 実施形態1では、親水処理装置1の紫外線照射部3は、処理液LQの浸透時間が略一定であるときの接触角CAに相当する親水性を複数の構造物63が有するように、基板Wの複数の構造物63に対して紫外線を照射することが好ましい。

[0098] $\theta 2$ 度は、浸透時間が略一定であるときの接触角CAのうち最も大きな接触角CAを示す。従って、親水処理装置1は、接触角CAが $\theta 2$ 度以下になるように、基板Wの複数の構造物63に対して所定処理を実行することが好

ましい。実施形態 1 では、紫外線照射部 3 は、接触角 CA が $\theta 2$ 度以下になるように、基板 W の複数の構造物 63 に対して紫外線を照射することが好ましい。例えば、 $\theta 2$ 度が 70 度であるときの浸透時間は、 1.1μ 秒である。

[0099] 例えば、接触角 CA は、 90 度よりも小さく、 70 度よりも小さいことが好ましく、 50 度よりも小さいことがさらに好ましい。さらに、接触角 CA は、 30 度よりも小さいことがさらに好ましく、 10 度よりも小さいことがさらに好ましく、 5 度よりも小さいことがさらに好ましい。接触角 CA が小さい程、親水性が大きくなるからである。

[0100] 次に、図 2 (a) および図 2 (b) を参照して、基板 W の構造物 63 をさらに説明する。複数の構造物 63 のうち互いに隣り合う構造物 63 の間の距離 L は、所定条件（以下、「所定条件 PC 」と記載する。）を満たすことが好ましい。所定条件 PC は、親水処理装置 1 によって複数の構造物 63 の各々の表面 62 の親水性が大きくされる前では（つまり、親水性を大きくする工程よりも前では）、処理液 LQ と同じ処理液が互いに隣り合う構造物 63 の間の空間 SP に浸透できないことを示す。実施形態 1 によれば、複数の構造物 63 が、所定条件 PC を満たすような狭小な距離 L を有する複数の超微細構造物である場合であっても、複数の構造物 63 を親水化することで、処理液 LQ を構造物 63 の相互間の空間 SP に浸透させることができる。

[0101] 所定条件 PC は第 1 条件および第 2 条件を含むことが好ましい。第 1 条件は、親水処理装置 1 によって複数の構造物 63 の各々の表面 62 の親水性が大きくされる前では（つまり、親水性を大きくする工程よりも前では）、毛細管現象によっては、処理液 LQ と同じ処理液が互いに隣り合う構造物 63 の間の空間 SP に浸透できないことを示す。第 2 条件は、親水処理装置 1 によって複数の構造物 63 の各々の表面 62 の親水性が大きくされた後では（つまり、親水性を大きくする工程よりも後では）、毛細管現象によって処理液 LQ が互いに隣り合う構造物 63 の間の空間 SP に浸透できることを示す。具体的には、第 2 条件は、親水処理装置 1 によって複数の構造物 63 の各

々の表面 6 2 の親水性が大きくされた後において（つまり、親水性を大きくする工程よりも後において）、複数の構造物 6 3 に向けて処理液 L Q が供給される際に（つまり、処理液 L Q を供給する工程の際に）、毛細管現象によって処理液 L Q が互いに隣り合う構造物 6 3 の間の空間 S P に浸透できることを示す。

[0102] 実施形態 1 によれば、複数の構造物 6 3 が、第 1 条件を満たすような狭小な距離 L を有する複数の超微細構造物である場合であっても、複数の構造物 6 3 を親水化することで、処理液 L Q を構造物 6 3 の相互間の空間 S P に浸透させることができる。

[0103] 複数の構造物 6 3 のうち互いに隣り合う構造物 6 3 の間の距離 L は、例えば、3 nm 以下である。例えば、距離 L が 3 nm 以下であると、距離 L は、所定条件 P C（第 1 条件および第 2 条件）を満たす。複数の構造物 6 3 の各々の長さ H は、例えば、0.02 μ m 以上 0.1 μ m 以下である。長さ H は第 1 方向 D 1 に沿った長さを示す。パターン P T のアスペクト比は、例えば、6 以上 100 以下である。アスペクト比は、距離 L に対する長さ H の比率を示す。また、処理液 L Q の粘度は、例えば、1 cP（センチポアズ）以上 70 cP 以下である。

[0104] 次に、図 3、図 4、図 6、および図 7 を参照して、実施形態 1 に係る基板処理方法を説明する。基板処理装置 100 が基板処理方法を実行する。基板処理方法においては、複数の構造物 6 3 を含むパターン P T を有する基板 W が処理される。図 6 は、基板処理方法を示すフローチャートである。図 6 に示すように、基板処理方法は、工程 S 1 ～工程 S 9 を含む。工程 S 1 ～工程 S 9 は、制御装置 U 3 による制御に従って実行される。

[0105] 図 3 および図 6 に示すように、工程 S 1 において、親水処理装置 1 は、所定時間にわたって基板 W の複数の構造物 6 3 に対して非液体による所定処理を実行して、所定処理の実行前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくする。具体的は、工程 S 1 の詳細は、図 7 に示される。

[0106] 図 7 は、工程 S 1 を示すフローチャートである。図 7 に示すように、工程

S 1 は、工程 S 2 1 ～工程 S 2 3 を含む。

[0107] 工程 S 2 1 において、搬送ロボット C R は、親水処理装置 1 に基板 W を搬入する。そして、基板保持部 5 は基板 W を保持する。さらに、回転機構 1 5 が基板保持部 5 を駆動して、基板保持部 5 が基板 W の回転を開始する。

[0108] 工程 S 2 2 において、紫外線照射部 3 は、所定時間にわたって基板 W の複数の構造物 6 3 に対して紫外線を照射して、紫外線の照射前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくする。そして、回転機構 1 5 が基板保持部 5 を停止して、基板保持部 5 が基板 W の回転を停止する。

[0109] 工程 S 2 3 において、搬送ロボット C R は、親水処理装置 1 から基板 W を搬出する。そして、親水化処理が終了して、処理は、図 6 に示すメインルーチンに戻り、工程 S 2 に進む。

[0110] 図 4 および図 6 に示すように、次に、工程 S 2 において、搬送ロボット C R は、処理装置 2 0 0 に基板 W を搬入する。そして、スピンチャック 2 3 は基板 W を保持する。さらに、スピンモーター 2 5 がスピンチャック 2 3 を駆動して、スピンチャック 2 3 が基板 W の回転を開始する。

[0111] 次に、工程 S 3 において、ノズル 2 7 は、基板 W の複数の構造物 6 3 に向けて処理液 L Q を供給する。つまり、親水性を大きくする工程 S 1 よりも後であって、工程 S 2 よりも後に、工程 S 3 において、ノズル 2 7 は、複数の構造物 6 3 に向けて処理液 L Q を供給する。その結果、基板 W が処理液 L Q によって処理される。

[0112] 次に、工程 S 4 において、ノズル 3 0 は、リンス液を基板 W に供給する。その結果、基板 W 上の処理液 L Q がリンス液によって洗い流されて、基板 W が洗浄される。

[0113] 次に、工程 S 5 において、ノズル 4 1 5 は、有機溶剤を基板 W に供給する。その結果、基板 W に付着しているリンス液が有機溶剤に置換される。工程 S 5 では、バルブ V 4 が開かれ、バルブ V 3 が閉じられている。

[0114] 次に、工程 S 6 において、ノズル 4 1 5 は、疎水化剤を基板 W に供給する。その結果、基板 W が疎水化する。つまり、処理液 L Q を供給する工程 S 3

よりも後であって、工程 S 4 および工程 S 5 の後に、工程 S 6 において、ノズル 4 1 5 は、基板 W の複数の構造物 6 3 に向けて疎水化剤を供給して、疎水化剤の供給前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の疎水性を大きくする。工程 S 3 では、バルブ V 3 が開かれ、バルブ V 4 が閉じられている。

[0115] 次に、工程 S 7 において、ノズル 4 1 5 は、有機溶剤を基板 W に供給する。その結果、基板 W に付着している疎水化剤が有機溶剤に置換される。工程 S 7 では、バルブ V 4 が開かれ、バルブ V 3 が閉じられている。

[0116] 次に、工程 S 8 において、スピนมーター 2 5 がスピンチャック 2 3 を駆動して、スピンチャック 2 3 を高回転速度まで加速させ、スピンチャック 2 3 の回転速度を高回転速度に維持する。その結果、基板 W が高回転速度で回転して、基板 W に付着している有機溶剤が振り切られて基板 W が乾燥される。つまり、疎水性を大きくする工程 S 6 よりも後であって、工程 S 7 の後に、工程 S 8 において、基板 W を乾燥する。工程 S 8 が所定期間にわたって行われると、スピนมーター 2 5 は停止して、スピンチャック 2 3 の回転を停止させる。その結果、基板 W が停止する。なお、高回転速度は、工程 S 3 および工程 S 4 でのスピンチャック 2 3 の回転速度より大きい。

[0117] 次に、工程 S 9 において、搬送ロボット C R は、処理装置 2 0 0 から基板 W を搬出する。そして、処理が終了する。

[0118] 以上、図 6 および図 7 を参照して説明したように、実施形態 1 に係る基板処理方法によれば、処理液 L Q による処理前に、基板 W の複数の構造物 6 3 を親水化する。従って、処理液 L Q が複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に浸入することを促進できる。その結果、処理液 L Q が複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に速やかに浸透して、複数の構造物 6 3 を処理液 L Q によって効果的に処理できる。例えば、処理液 L Q がエッチング液である場合、エッチング液が複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に速やかに浸透して、複数の構造物 6 3 を効果的にエッチングできる。

[0119] また、実施形態 1 に係る半導体製造方法では、複数の構造物 6 3 を含むパ

ターンＰＴを有する半導体基板Ｗを、工程Ｓ１～工程Ｓ９を含む基板処理方法によって処理して、処理後の半導体基板Ｗである半導体を製造する。

[0120] なお、基板処理方法および半導体製造方法は、工程Ｓ５～工程Ｓ７を含まなくてもよい。

[0121] (変形例)

図８を参照して、本発明の実施形態１の変形例に係る基板処理装置１００を説明する。変形例では、親水処理装置１Ａが処理装置２００Ａに搭載されている点で、変形例は図１～図７を参照して説明した実施形態１と主に異なる。以下、変形例が実施形態１と異なる点を主に説明する。

[0122] 図８は、変形例に係る処理装置２００Ａの親水処理装置１Ａを示す模式的平面図である。図７に示すように、処理装置２００Ａは、図４に示す処理装置２００の構成に加えて、親水処理装置１Ａを含む。なお、変形例では、図１に示す基板処理装置１００は図３に示す親水処理装置１を備えていない。

[0123] 親水処理装置１Ａは、基板Ｗに処理液ＬＱを供給する時よりも前に、基板Ｗの複数の構造物６３に対して非液体による所定処理を実行して、所定処理の実行前よりも、複数の構造物６３の各々の表面６２の親水性を大きくする。従って、変形例では、実施形態１と同様に、処理液ＬＱが複数の構造物６３の相互間の空間ＳＰに浸入することを促進できて、空間ＳＰに処理液ＬＱを効果的に浸透できる。その結果、複数の構造物６３を効果的に処理できる。

[0124] 具体的には、親水処理装置１Ａは、紫外線照射部３Ａと、移動部９とを含む。紫外線照射部３Ａは紫外線を出射する。紫外線照射部３Ａは、例えば、紫外線を出射するランプ、または、紫外線を出射する発光ダイオードを含む。紫外線照射部３Ａは一定方向に延びている。紫外線照射部３Ａの長手方向の長さは、例えば、基板Ｗの直径と略同一、または、基板Ｗの半径と略同一である。

[0125] 紫外線照射部３Ａは、基板Ｗに処理液ＬＱを供給する時よりも前に、回転中の基板Ｗの複数の構造物６３の表面６２に対して紫外線を照射して、紫外

線の照射前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくする。変形例によれば、可視光線よりもエネルギーの大きな紫外線を照射することで、構造物 6 3 の表面 6 2 を効果的に親水化できる。

[0126] 移動部 9 は、処理位置と退避位置との間で紫外線照射部 3 A を移動する。処理位置は、基板 W の上方の位置を示す。紫外線照射部 3 A は、処理位置に位置するとき、基板 W の複数の構造物 6 3 の表面 6 2 に対して紫外線を照射する。退避位置は、基板 W よりも基板 W の径方向外側の位置を示す。具体的には、移動部 9 は、アーム 9 2 と、回動軸 9 4 と、移動機構 9 6 とを含む。アーム 9 2 には紫外線照射部 3 A が取り付けられる。アーム 9 2 は、回動軸 9 4 および移動機構 9 6 によって駆動されて、略水平面に沿って回動され、または、略鉛直方向に沿って昇降される。その他、アーム 9 2、回動軸 9 4、および移動機構 9 6 の構成は、それぞれ、図 4 に示すアーム 2 9 1、回動軸 2 9 3、およびノズル移動機構 2 9 5 の構成と同様である。

[0127] 次に、図 6 ～図 8 を参照して、変形例に係る基板処理方法および半導体製造方法を説明する。変形例に係る基板処理方法および半導体製造方法は、図 6 および図 7 に示す実施形態 1 に係る基板処理方法および半導体製造方法と同様である。ただし、変形例と実施形態 1 とは、以下の点が異なる。

[0128] すなわち、図 7 の工程 S 2 1 において、搬送ロボット C R は、処理装置 2 0 0 A に基板 W を搬入する。そして、基板 W の回転が開始される。

[0129] 次に、工程 S 2 2 において、図 8 に示す紫外線照射部 3 A は、所定時間にわたって、回転中の基板 W の複数の構造物 6 3 に対して紫外線を照射して、紫外線の照射前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくする。そして、基板 W の回転が停止される。

[0130] 変形例では、工程 S 2 3 は実行されない。従って、工程 S 2 2 が終了すると、処理は、図 6 に示すメインルーチンに戻る。この場合、変形例では、工程 S 2 は実行されずに、処理は工程 S 4 に進む。

[0131] 以上、図 6 ～図 8 を参照して説明したように、変形例では、工程 S 3 ～工程 S 8 が、処理装置 2 0 0 A で実行される。従って、基板 W を親水化するた

めに基板Wを処理装置200Aの外部に搬出することが要求されない。その結果、基板処理方法および半導体製造方法を実行する際のスループットを向上できる。

[0132] なお、変形例に係る基板処理方法および半導体製造方法は、工程S5～工程S7を含まなくてもよい。

[0133] (実施形態2)

図9および図10を参照して、本発明の実施形態2に係る基板処理装置100を説明する。実施形態2に係る処理装置200Bが基板Wにプラズマを照射して基板Wを親水化する点で、実施形態2は実施形態1と主に異なる。以下、実施形態2が実施形態1と異なる点を主に説明する。

[0134] 図9は、実施形態2に係る処理装置200Bを示す模式的断面図である。図9に示すように、処理装置200Bは、図4に示す処理装置200の構成に加えて、親水処理ノズル45と、ノズル移動部47と、配管P5と、バルブV5とを含む。なお、実施形態2では、図1に示す基板処理装置100は図2に示す親水処理装置1を備えていない。

[0135] 配管P5は親水処理ノズル45に気体を供給する。バルブV5は、親水処理ノズル45に対する気体の供給開始と供給停止とを切り替える。気体は、例えば、空気、不活性ガス、または、酸素である。不活性ガスは、例えば、窒素、アルゴン、または、ヘリウムである。なお、プラズマを生成できる限りにおいては、気体の種類は特に限定されない。

[0136] 親水処理ノズル45は、基板Wに処理液LQを供給する時よりも前に、基板Wの複数の構造物63に対して非液体による所定処理を実行して、所定処理の実行前よりも、複数の構造物63の各々の表面62の親水性を大きくする。従って、実施形態2では、実施形態1と同様に、処理液LQが複数の構造物63の相互間の空間SPに浸入することを促進できて、空間SPに処理液LQを効果的に浸透できる。その結果、複数の構造物63を処理液LQによって効果的に処理できる。その他、実施形態2は実施形態1と同様の効果を有する。親水処理ノズル45は、「親水処理部」の一例に相当する。

- [0137] 実施形態2では、所定処理は、複数の構造物63に対してプラズマを照射する処理である。なお、実施形態2では、例えば、所定処理の実行前では、基板Wは乾燥されている。
- [0138] 具体的には、親水処理ノズル45はプラズマを出射する。つまり、親水処理ノズル45は、配管P5から供給された気体を電離してプラズマを生成して、プラズマを気体とともに出射する。換言すれば、親水処理ノズル45は、プラズマを気流に乗せて出射する。さらに換言すれば、親水処理ノズル45は、プラズマ流を生成して出射する。
- [0139] さらに具体的には、親水処理ノズル45は、基板Wに処理液LQを供給する時よりも前に、回転中の基板Wの複数の構造物63の表面62に対してプラズマを照射して、プラズマの照射前よりも、複数の構造物63の各々の表面62の親水性を大きくする。親水性が大きくなる理由として、プラズマの照射によって構造物63の表面62の酸化が促進されることが考えられる。実施形態2によれば、プラズマを照射することで、構造物63の表面62を効果的に親水化できる。
- [0140] ノズル移動部47は、処理位置と退避位置との間で親水処理ノズル45を移動する。処理位置は、基板Wの上方の位置を示す。親水処理ノズル45は、処理位置に位置するときに、基板Wの複数の構造物63の表面62に対してプラズマを照射する。退避位置は、基板Wよりも基板Wの径方向外側の位置を示す。具体的には、ノズル移動部47は、アーム471と、回動軸473と、移動機構475とを含む。アーム471の先端部には親水処理ノズル45が取り付けられる。アーム471は、回動軸473および移動機構475によって駆動されて、略水平面に沿って回動され、または、略鉛直方向に沿って昇降される。その他、アーム471、回動軸473、および移動機構475の構成は、それぞれ、図4に示すアーム291、回動軸293、およびノズル移動機構295の構成と同様である。
- [0141] 次に、図10を参照して、親水処理ノズル45の詳細を説明する。図10は、親水処理ノズル45を示す断面図である。図10に示すように、親水処

理ノズル４５は、第１電極４５１と、第２電極４５３とを含む。第１電極４５１は、略柱状である。第１電極４５１は、親水処理ノズル４５内の流路ＦＷに配置される。流路ＦＷには、配管Ｐ５から気体が供給される。第２電極４５３は、略円筒状である。第２電極４５３は、親水処理ノズル４５の外周面に設置される。

[0142] 処理装置２００Ｂは、交流電源４６をさらに含む。交流電源４６は、第１電極４５１と第２電極４５３との間に交流電圧を印加する。その結果、配管Ｐ５から供給される気体が電離してプラズマＰＭが生成される。プラズマＰＭは、気体とともに、親水処理ノズル４５から出射される。プラズマＰＭは、例えば、大気圧プラズマである。大気圧プラズマとは、大気圧中で発生されるプラズマのことである。第１電極４５１と第２電極４５３と交流電源４６とは、プラズマ生成器４８を構成する。なお、プラズマが発生できる限りにおいては、プラズマ生成器４８の構成は特に限定されない。また、基板Ｗにプラズマを照射できる限りにおいては、プラズマ生成器４８の配置は特に限定されない。

[0143] 第１電極４５１および第２電極４５３の各々は、例えば、炭素を含有する樹脂によって形成される。炭素は、例えば、カーボンナノチューブである。樹脂は、例えば、フッ素樹脂である。フッ素樹脂は、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（４フッ化）、または、ポリクロロトリフルオロエチレン（３フッ化）である。このように第１電極４５１および第２電極４５３を構成することで、導電性を確保しつつ、耐薬性を向上できる。

[0144] 次に、図６、図７および図９を参照して実施形態２に係る基板処理方法および半導体製造方法を説明する。実施形態２に係る基板処理方法および半導体製造方法は、図６および図７に示す実施形態１に係る基板処理方法および半導体製造方法と同様である。ただし、実施形態２と実施形態１とは、以下の点が異なる。

[0145] すなわち、図７の工程Ｓ２１において、搬送ロボットＣＲは、処理装置２００Ａに基板Ｗを搬入する。そして、基板Ｗの回転が開始される。

[0146] 次に、工程 S 2 2 において、図 9 に示す親水処理ノズル 4 5 は、所定時間にわたって基板 W の複数の構造物 6 3 に対してプラズマを照射して、プラズマの照射前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくする。そして、基板 W の回転が停止される。

[0147] なお、親水処理ノズル 4 5 は、処理液 L Q の浸透時間が略一定であるときの接触角 C A に相当する親水性を複数の構造物 6 3 が有するように、基板 W の複数の構造物 6 3 に対してプラズマを照射することが好ましい（図 5）。つまり、親水処理ノズル 4 5 は、接触角 C A が $\theta 2$ 度以下になるように、基板 W の複数の構造物 6 3 に対してプラズマを照射することが好ましい（図 5）。

[0148] 実施形態 2 では、工程 S 2 3 は実行されない。従って、工程 S 2 2 が終了すると、処理は、図 6 に示すメインルーチンに戻る。この場合、実施形態 2 では、工程 S 2 は実行されずに、処理は工程 S 4 に進む。

[0149] 以上、図 6、図 7 および図 9 を参照して説明したように、実施形態 2 では、工程 S 3 ～工程 S 8 が、処理装置 2 0 0 B で実行される。従って、基板 W を親水化するために基板 W を処理装置 2 0 0 B の外部に搬出することが要求されない。その結果、基板処理方法および半導体製造方法を実行する際のスループットを向上できる。

[0150] なお、実施形態 2 に係る基板処理方法および半導体製造方法は、工程 S 5 ～工程 S 7 を含まなくてもよい。

[0151] （実施形態 3）

図 1 1 を参照して、本発明の実施形態 3 に係る基板処理装置 1 0 0 を説明する。実施形態 3 に係る処理装置 2 0 0 C が基板 W に酸素または酸素の同素体を照射して基板 W を親水化する点で、実施形態 3 は実施形態 2 と主に異なる。以下、実施形態 3 が実施形態 2 と異なる点を主に説明する。

[0152] 図 1 1 は、実施形態 3 に係る処理装置 2 0 0 C を示す模式的断面図である。図 1 1 に示すように、処理装置 2 0 0 C は、図 9 に示す処理装置 2 0 0 B の親水処理ノズル 4 5 とノズル移動部 4 7 と配管 P 5 とバルブ V 5 とに代え

て、親水処理ノズル 8 5 と、配管 P 6 と、バルブ V 6 とを含む。具体的には、流体供給ユニット 4 1 A が、親水処理ノズル 8 5 を含んでいる。親水処理ノズル 8 5 は、遮断板 4 1 1 および支軸 4 1 3 の内部に配置される。親水処理ノズル 8 5 の先端は遮断板 4 1 1 の下面から露出している。

[0153] 親水処理ノズル 8 5 には配管 P 6 が接続される。バルブ V 6 は、親水処理ノズル 8 5 に対する酸素の供給開始と供給停止とを切り替える。バルブ V 6 が開かれると、酸素 (O_2) または酸素の同素体が親水処理ノズル 8 5 に供給される。なお、配管 P 6 から親水処理ノズル 8 5 に供給する気体は、酸素に限られず、酸素の同素体であってもよい。酸素の同素体は、例えば、オゾン (O_3) である。なお、基板 W の構造物 6 3 の表面 6 2 を酸化できる限りにおいては、酸素の同素体は、特に限定されない。

[0154] 親水処理ノズル 8 5 は、基板 W に処理液 L Q を供給する時よりも前に、基板 W の複数の構造物 6 3 に対して非液体による所定処理を実行して、所定処理の実行前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくする。従って、実施形態 3 では、実施形態 2 と同様に、処理液 L Q が複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に浸入することを促進できて、空間 S P に処理液 L Q を効果的に浸透できる。その結果、処理液 L Q によって複数の構造物 6 3 を効果的に処理できる。その他、実施形態 3 は実施形態 2 と同様の効果を有する。親水処理ノズル 8 5 は、「親水処理部」の一例に相当する。

[0155] 実施形態 3 では、所定処理は、複数の構造物 6 3 に対して酸素または酸素の同素体を供給する処理である。なお、実施形態 3 では、例えば、所定処理の実行前では、基板 W は乾燥されている。

[0156] 具体的には、親水処理ノズル 8 5 は、基板 W に処理液 L Q を供給する時よりも前に、回転中の基板 W の複数の構造物 6 3 の表面 6 2 に対して酸素または酸素の同素体を供給して、酸素または酸素の同素体の供給前よりも、複数の構造物 6 3 の各々の表面 6 2 の親水性を大きくする。親水性が大きくなる理由として、酸素または酸素の同素体の供給によって、構造物 6 3 の表面 6 2 が酸素または酸素の同素体に晒されて、構造物 6 3 の表面 6 2 の酸化が促

進されることが考えられる。実施形態3によれば、酸素または酸素の同素体を供給することで、構造物63の表面62を効果的に親水化できる。

[0157] 流体供給ユニット41Aが下降して、親水処理ノズル85が近接位置に位置するときにバルブV6が開かれると、親水処理ノズル85は、回転中の基板Wの複数の構造物63に向かって酸素または酸素の同素体を供給する。基板Wの上方が遮断板411で覆われるため、複数の構造物63を酸素または酸素の同素体に十分晒すことができる。その結果、複数の構造物63の表面62を効果的に親水化できる。

[0158] 次に、図6、図7および図11を参照して実施形態3に係る基板処理方法および半導体製造方法を説明する。実施形態3に係る基板処理方法および半導体製造方法は、図6および図7を参照して説明した実施形態2に係る基板処理方法および半導体製造方法と同様である。ただし、実施形態3と実施形態2とは、以下の点が異なる。

[0159] すなわち、図7の工程S22において、図11に示す親水処理ノズル85は、所定期間にわたって基板Wの複数の構造物63に対して酸素または酸素の同素体を供給して、酸素または酸素の同素体の供給前よりも、複数の構造物63の各々の表面62の親水性を大きくする。

[0160] なお、親水処理ノズル85は、処理液LQの浸透時間が略一定であるときの接触角CAに相当する親水性を複数の構造物63が有するように、基板Wの複数の構造物63に対して酸素または酸素の同素体を供給することが好ましい（図5）。つまり、親水処理ノズル85は、接触角CAが $\theta 2$ 度以下になるように、基板Wの複数の構造物63に対して酸素または酸素の同素体を供給することが好ましい（図5）。

[0161] （実施形態4）

図12および図13を参照して、本発明の実施形態4に係る基板処理装置100を説明する。実施形態4では、処理装置200Dが基板Wから酸化物を除去する点で、実施形態4は実施形態1と主に異なる。以下、実施形態4が実施形態1と異なる点を主に説明する。

- [0162] 図12は、実施形態4に係る処理装置200Dを示す模式的断面図である。図12に示すように、処理装置200Dは、図4に示す処理装置200の構成に加えて、ノズル81と、ノズル移動部83と、配管P7と、バルブV7とを含む。なお、実施形態4では、図1に示す基板処理装置100は図2に示す親水処理装置1を備えていない。
- [0163] 配管P7はノズル81に除去液を供給する。バルブV7は、ノズル81に対する除去液の供給開始と供給停止とを切り替える。
- [0164] 除去液は、基板Wから酸化物を除去する。例えば、除去液は、基板Wの複数の構造物63の表面62に形成された酸化物を除去する。除去液は、例えば、基板Wからシリコン酸化膜を除去する。シリコン酸化膜は、例えば、自然酸化膜である。除去液は、例えば、薬液である。薬液は、例えば、フッ酸(HF)、希フッ酸(DHF)、または、バッファードフッ酸(BHF)である。なお、除去液の種類は、基板Wから酸化物を除去できる限りにおいては、特に限定されない。
- [0165] 除去液は、処理液LQと異なる。実施形態4では、処理液LQは、例えば、エッチング液である。エッチング液は、例えば、有機アルカリ（例えば、TMAH：テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）、または、アンモニア過酸化水素水混合液(SC1)である。なお、エッチング液の種類は、基板Wをエッチングできる限りにおいては、特に限定されない。
- [0166] ノズル81は、基板Wの複数の構造物63の各々の表面62の親水性が大きくされる前に、基板Wから酸化物を除去する除去液を、基板Wに向かって供給する。ノズル81は、「除去液供給部」の一例に相当する。
- [0167] ノズル移動部83は、処理位置と退避位置との間でノズル81を移動する。処理位置は、基板Wの上方の位置を示す。ノズル81は、処理位置に位置するときに、基板Wの複数の構造物63の表面62に対して除去液を供給する。退避位置は、基板Wよりも基板Wの径方向外側の位置を示す。具体的には、ノズル移動部83は、アーム831と、回動軸833と、移動機構835とを含む。アーム831の先端部にはノズル81が取り付けられる。アー

ム 8 3 1 は、回動軸 8 3 3 および移動機構 8 3 5 によって駆動されて、略水平面に沿って回動され、または、略鉛直方向に沿って昇降される。その他、アーム 8 3 1、回動軸 8 3 3、および移動機構 8 3 5 の構成は、それぞれ、図 4 に示すアーム 2 9 1、回動軸 2 9 3、およびノズル移動機構 2 9 5 の構成と同様である。

[0168] 次に、図 1 2 および図 1 3 を参照して実施形態 3 に係る基板処理方法を説明する。基板処理装置 1 0 0 が基板処理方法を実行する。図 1 3 は、基板処理方法を示すフローチャートである。図 1 3 に示すように、基板処理方法は、工程 S 3 1 ～工程 S 4 4 を含む。工程 S 3 1 ～工程 S 4 4 は、制御装置 U 3 による制御に従って実行される。

[0169] 図 1 2 および図 1 3 に示すように、工程 S 3 1 において、搬送ロボット C R は、処理装置 2 0 0 D に基板 W を搬入する。そして、基板 W の回転が開始される。

[0170] 次に、工程 S 3 2 において、ノズル 8 1 は、除去液を基板 W に向かって供給する。具体的には、親水性を大きくする工程 S 3 6 の前であって、工程 S 3 3 ～工程 S 3 5 の前に、複数の構造物 6 3 の表面 6 2 に形成された酸化物を除去する除去液を、基板 W に向かって供給する。その結果、基板 W から酸化物が除去される。

[0171] 次に、工程 S 3 3 において、ノズル 3 0 は、リンス液を基板 W に供給する。その結果、基板 W 上の除去液がリンス液によって洗い流されて、基板 W が洗浄される。

[0172] 次に、工程 S 3 4 において、スピンモーター 2 5 がスピンチャック 2 3 を駆動して、スピンチャック 2 3 を高回転速度まで加速させ、スピンチャック 2 3 の回転速度を高回転速度に維持する。その結果、基板 W が高回転速度で回転して、基板 W に付着しているリンス液が振り切られて基板 W が洗浄される。工程 S 3 4 が所定期間にわたって行われると、スピンモーター 2 5 は停止して、スピンチャック 2 3 の回転を停止させる。その結果、基板 W が停止する。なお、高回転速度は、工程 S 3 2 および工程 S 3 3 でのスピンチャック

ク 2 3 の回転速度より大きい。

[0173] 次に、工程 S 3 5 において、搬送ロボット C R は、処理装置 2 0 0 D から基板 W を搬出する。

[0174] 次に、工程 S 3 6 ～工程 S 4 4 が実行される。工程 S 3 6 ～工程 S 4 4 は、それぞれ、図 6 の工程 S 1 ～工程 S 9 と同様であり、説明を省略する。

[0175] 以上、図 1 2 および図 1 3 を参照して説明したように、実施形態 4 に係る基板処理装置 1 0 0 によれば、処理液 L Q による処理前に、基板 W の複数の構造物 6 3 を親水化する。従って、処理液 L Q が複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に浸入することを促進できる。その結果、処理液 L Q が複数の構造物 6 3 の相互間の空間 S P に速やかに浸透して、複数の構造物 6 3 を処理液 L Q によって効果的に処理できる。

[0176] 特に、工程 S 3 2 において基板 W から酸化物が除去されるため、工程 S 3 2 の完了後では、基板 W の疎水性が大きくなっている可能性がある。そこで、工程 S 3 6 において基板 W を親水化することで、効果的に処理液 L Q を構造物 6 3 の相互間の空間 S P に浸透させることができる。その他、実施形態 4 では、実施形態 1 と同様の効果を有する。

[0177] ここで、例えば、基板 W の一部に液体（例えば、除去液またはリンス液）が付着しており、基板 W の他の一部が乾燥している場合があり得る。具体的には、工程 S 3 4 でスピンドライを行った後において、基板 W の一部にリンス液が付着しており、基板 W の他の一部が乾燥している場合があり得る。さらに具体的には、工程 S 3 4 でスピンドライを行った後において、基板 W の中心に近い領域では、リンス液が構造物 6 3 の相互間の空間 S P に残存している一方で、基板 W の外縁に近い領域では、リンス液が空間 S P から完全に除去されていることがあり得る。この場合、基板 W の中心に近い領域では、空間 S P に残存するリンス液が処理液 L Q に置換されて、処理液 L Q が空間 S P に浸透するが、基板 W の外縁に近い領域では、処理液 L Q が空間 S P に浸透し難いことがあり得る。そこで、実施形態 4 では、工程 S 3 6 で基板 W の複数の構造物 6 3 の表面 6 2 を親水化することで、複数の構造物 6 3 の相

互間の空間 S P に、基板 W の全体にわたって略均一に処理液 L Q を速やかに浸透させることができる。その結果、処理液 L Q による複数の構造物 6 3 の処理結果に、バラツキが発生することを抑制できる。例えば、処理液 L Q がエッチング液である場合、複数の構造物 6 3 のエッチング結果に、バラツキが発生することを抑制できる。

[0178] また、実施形態 4 に係る半導体製造方法では、複数の構造物 6 3 を含むパターン P T を有する半導体基板 W を、工程 S 3 1 ～工程 S 4 4 を含む基板処理方法によって処理して、処理後の半導体基板 W である半導体を製造する。

[0179] なお、基板処理方法および半導体製造方法は、工程 S 4 0 ～工程 S 4 2 を含まなくてもよい。

[0180] 以上、図面を参照して本発明の実施形態について説明した。ただし、本発明は、上記の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の態様において実施できる。また、上記の実施形態に開示される複数の構成要素は適宜改変可能である。例えば、ある実施形態に示される全構成要素のうちのある構成要素を別の実施形態の構成要素に追加してもよく、または、ある実施形態に示される全構成要素のうちの一つの構成要素を実施形態から削除してもよい。

[0181] また、図面は、発明の理解を容易にするために、それぞれの構成要素を主体に模式的に示しており、図示された各構成要素の厚さ、長さ、個数、間隔等は、図面作成の都合上から実際とは異なる場合もある。また、上記の実施形態で示す各構成要素の構成は一例であって、特に限定されるものではなく、本発明の効果から実質的に逸脱しない範囲で種々の変更が可能であることは言うまでもない。

[0182] (1) 図 1 2 および図 1 3 を参照して説明した実施形態 4 において、処理装置 2 0 0 D が、図 8 を参照して説明した実施形態 1 の変形例に係る親水処理装置 1 A を含んでいてもよい。

[0183] (2) 実施形態 4 に係る処理装置 2 0 0 D が、図 9 を参照して説明した実施形態 2 に係る親水処理ノズル 4 5、ノズル移動部 4 7、配管 P 5、および

バルブV5を含んでもよい。

- [0184] (3) 実施形態4に係る処理装置200Dが、図11を参照して説明した実施形態3に係る親水処理ノズル85、配管P6、およびバルブV6を含んでもよい。

産業上の利用可能性

- [0185] 本発明は、基板処理方法、半導体製造方法、および、基板処理装置に関するものであり、産業上の利用可能性を有する。

符号の説明

- [0186] 1、1A 親水処理装置（親水処理部）
23 スピンチャック（乾燥処理部）
27 ノズル（処理液供給部）
45、85 親水処理ノズル（親水処理部）
81 ノズル（除去液供給部）
415 ノズル（疎水処理部）
100 基板処理装置
W 基板

請求の範囲

- [請求項1] 複数の構造物を含むパターンを有する基板を処理する基板処理方法であって、
- 前記複数の構造物に対して非液体による所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の親水性を大きくする工程と、
- 親水性を大きくする前記工程よりも後に、前記複数の構造物に向けて処理液を供給する工程と
- を含む、基板処理方法。
- [請求項2] 親水性を大きくする前記工程よりも前に、前記基板から酸化物を除去する除去液を、前記複数の構造物に向けて供給する工程をさらに含む、請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項3] 前記所定処理は、前記複数の構造物に対して紫外線を照射する処理である、請求項1または請求項2に記載の基板処理方法。
- [請求項4] 前記所定処理は、前記複数の構造物に対してプラズマを照射する処理である、請求項1または請求項2に記載の基板処理方法。
- [請求項5] 前記所定処理は、前記複数の構造物に対して酸素または酸素の同素体を供給する処理である、請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項6] 前記処理液は、前記複数の構造物のうち互いに隣り合う構造物の間の空間に存在する気体を溶解する、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の基板処理方法。
- [請求項7] 前記処理液を供給する前記工程よりも後に、前記複数の構造物に向けて疎水化剤を供給して、前記疎水化剤の供給前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の疎水性を大きくする工程と、
- 疎水性を大きくする前記工程よりも後に、前記基板を乾燥する工程と
- をさらに含む、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の基板処理方法。

[請求項8] 前記複数の構造物のうち互いに隣り合う構造物の間の距離は、所定条件を満たし、

前記所定条件は、親水性を大きくする前記工程よりも前では、前記処理液と同じ処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できないことを示す、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の基板処理方法。

[請求項9] 前記所定条件は、第1条件および第2条件を含み、

前記第1条件は、親水性を大きくする前記工程よりも前では、毛細管現象によっては、前記処理液と同じ処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できないことを示し、

前記第2条件は、親水性を大きくする前記工程よりも後では、毛細管現象によって前記処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できることを示す、請求項8に記載の基板処理方法。

[請求項10] 親水性を大きくする前記工程では、前記複数の構造物に対して前記所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々が有する凹部の表面の親水性を大きくし、

前記凹部は、前記構造物の側壁面に対して、前記構造物が延びる方向に交差する方向に沿って凹んでいる、請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の基板処理方法。

[請求項11] 複数の構造物を含むパターンを有する半導体基板を処理して、処理後の前記半導体基板である半導体を製造する半導体製造方法であって、

前記複数の構造物に対して非液体による所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の親水性を大きくする工程と、

親水性を大きくする前記工程よりも後に、前記複数の構造物に向けて処理液を供給する工程と

を含む、半導体製造方法。

- [請求項12] 複数の構造物を含むパターンを有する基板を処理する基板処理装置であって、
- 前記複数の構造物に対して非液体による所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の親水性を大きくする親水処理部と、
- 前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされた時よりも後に、前記複数の構造物に向けて処理液を供給する処理液供給部と
- を備える、基板処理装置。
- [請求項13] 前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされる前に、前記基板から酸化物を除去する除去液を、前記複数の構造物に向かって供給する除去液供給部をさらに備える、請求項12に記載の基板処理装置。
- [請求項14] 前記所定処理は、前記複数の構造物に対して紫外線を照射する処理である、請求項12または請求項13に記載の基板処理装置。
- [請求項15] 前記所定処理は、前記複数の構造物に対してプラズマを照射する処理である、請求項12または請求項13に記載の基板処理装置。
- [請求項16] 前記所定処理は、前記複数の構造物に対して酸素または酸素の同素体を供給する処理である、請求項12に記載の基板処理装置。
- [請求項17] 前記処理液は、前記複数の構造物のうち互いに隣り合う構造物の間の空間に存在する気体を溶解する、請求項12から請求項16のいずれか1項に記載の基板処理装置。
- [請求項18] 前記処理液が前記複数の構造物に向けて供給された時よりも後に、前記複数の構造物に向けて疎水化剤を供給して、前記疎水化剤の供給前よりも、前記複数の構造物の各々の表面の疎水性を大きくする疎水処理部と、
- 前記複数の構造物の各々の表面の疎水性が大きくされた時よりも後に、前記基板を乾燥する乾燥処理部と
- をさらに備える、請求項12から請求項17のいずれか1項に記載

の基板処理装置。

[請求項19] 前記複数の構造物のうち互いに隣り合う構造物の間の距離は、所定条件を満たし、

前記所定条件は、前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされる前では、前記処理液と同じ処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できないことを示す、請求項12から請求項18のいずれか1項に記載の基板処理装置。

[請求項20] 前記所定条件は、第1条件および第2条件を含み、

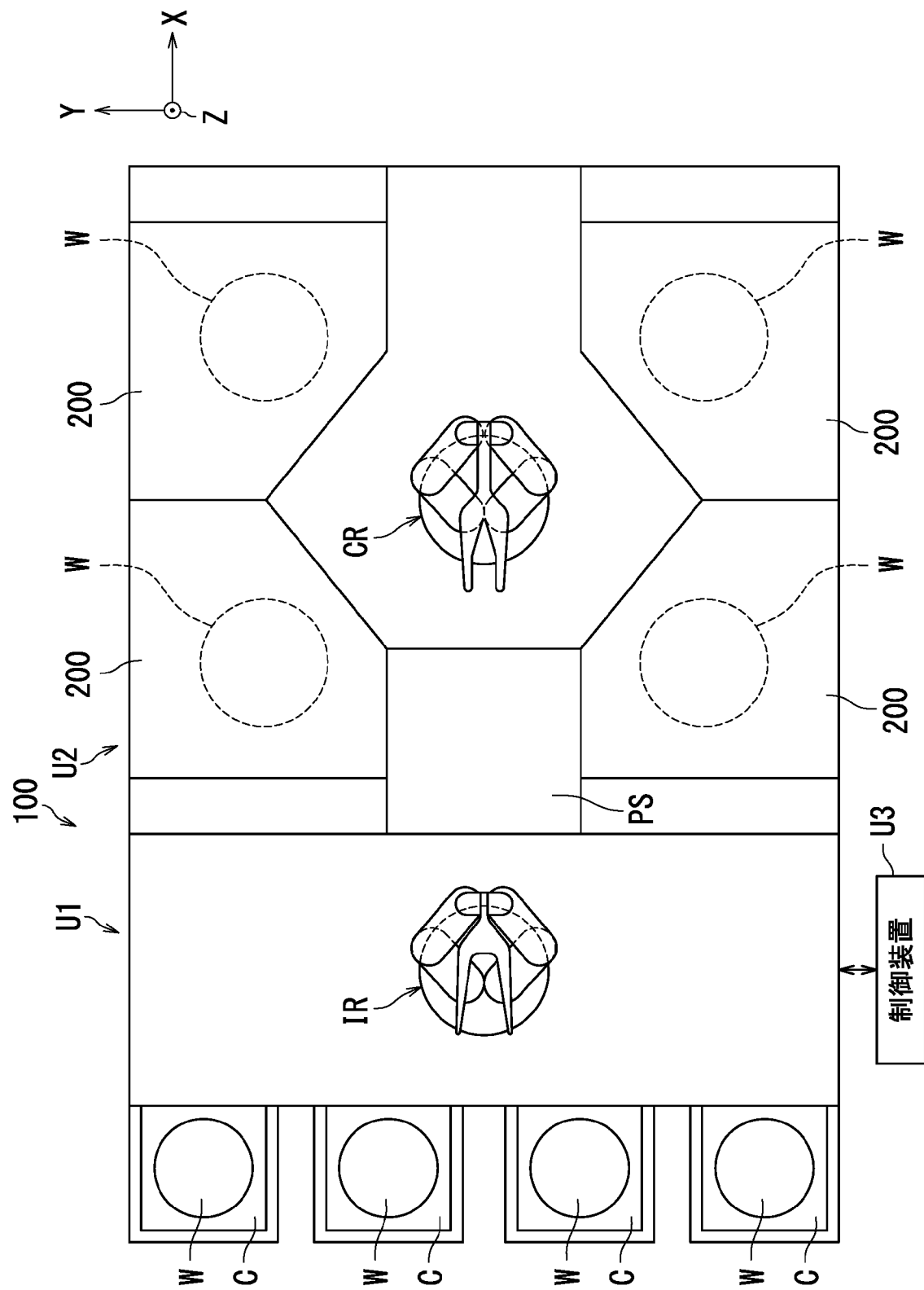
前記第1条件は、前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされる前では、毛細管現象によっては、前記処理液と同じ処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できないことを示し、

前記第2条件は、前記複数の構造物の各々の表面の親水性が大きくされた後では、毛細管現象によって前記処理液が前記互いに隣り合う構造物の間の空間に浸透できることを示す、請求項19に記載の基板処理装置。

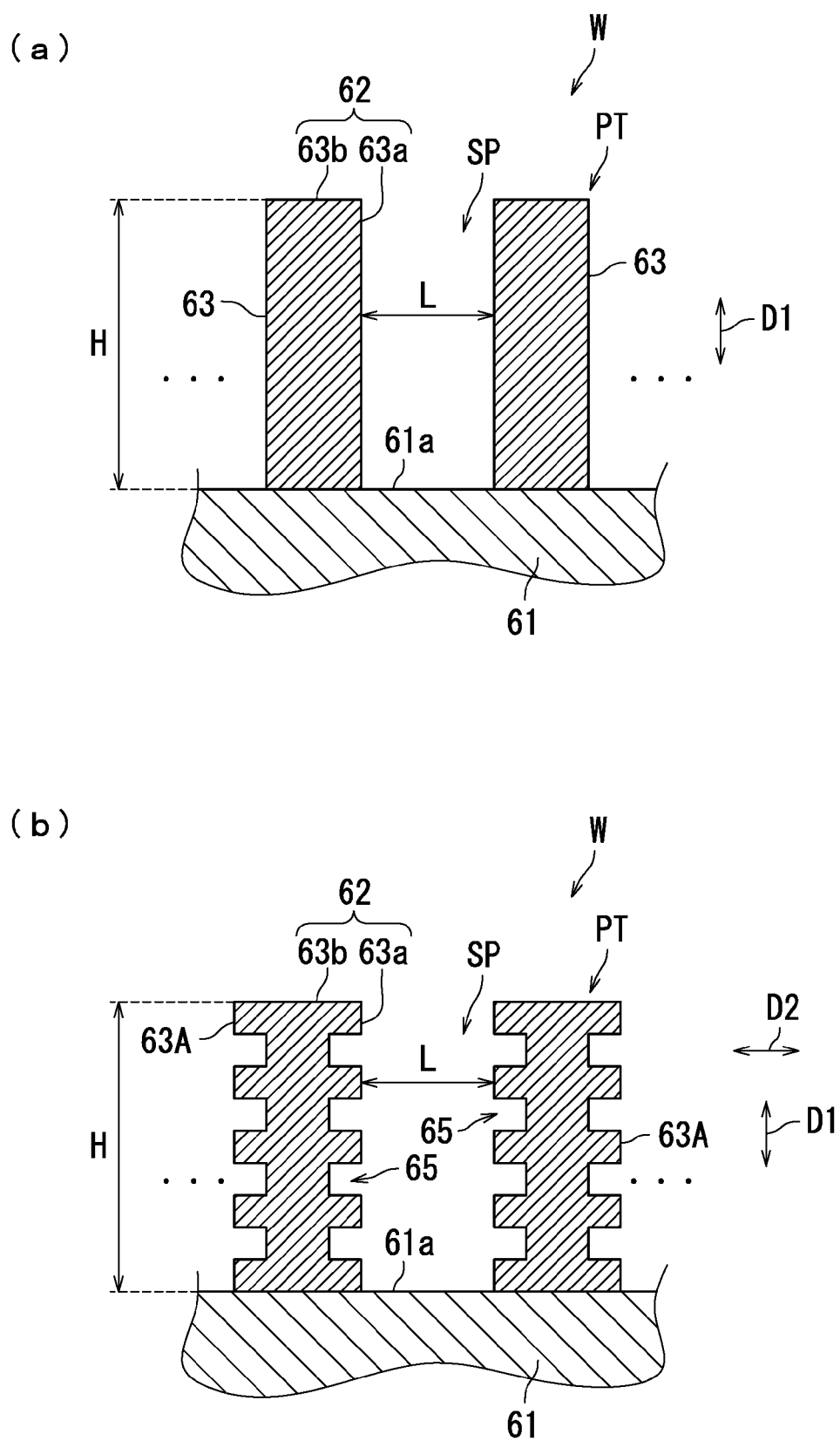
[請求項21] 前記親水処理部は、前記複数の構造物に対して前記所定処理を実行して、前記所定処理の実行前よりも、前記複数の構造物の各々が有する凹部の表面の親水性を大きくし、

前記凹部は、前記構造物の側壁面に対して、前記構造物が延びる方向に交差する方向に沿って凹んでいる、請求項12から請求項20のいずれか1項に記載の基板処理装置。

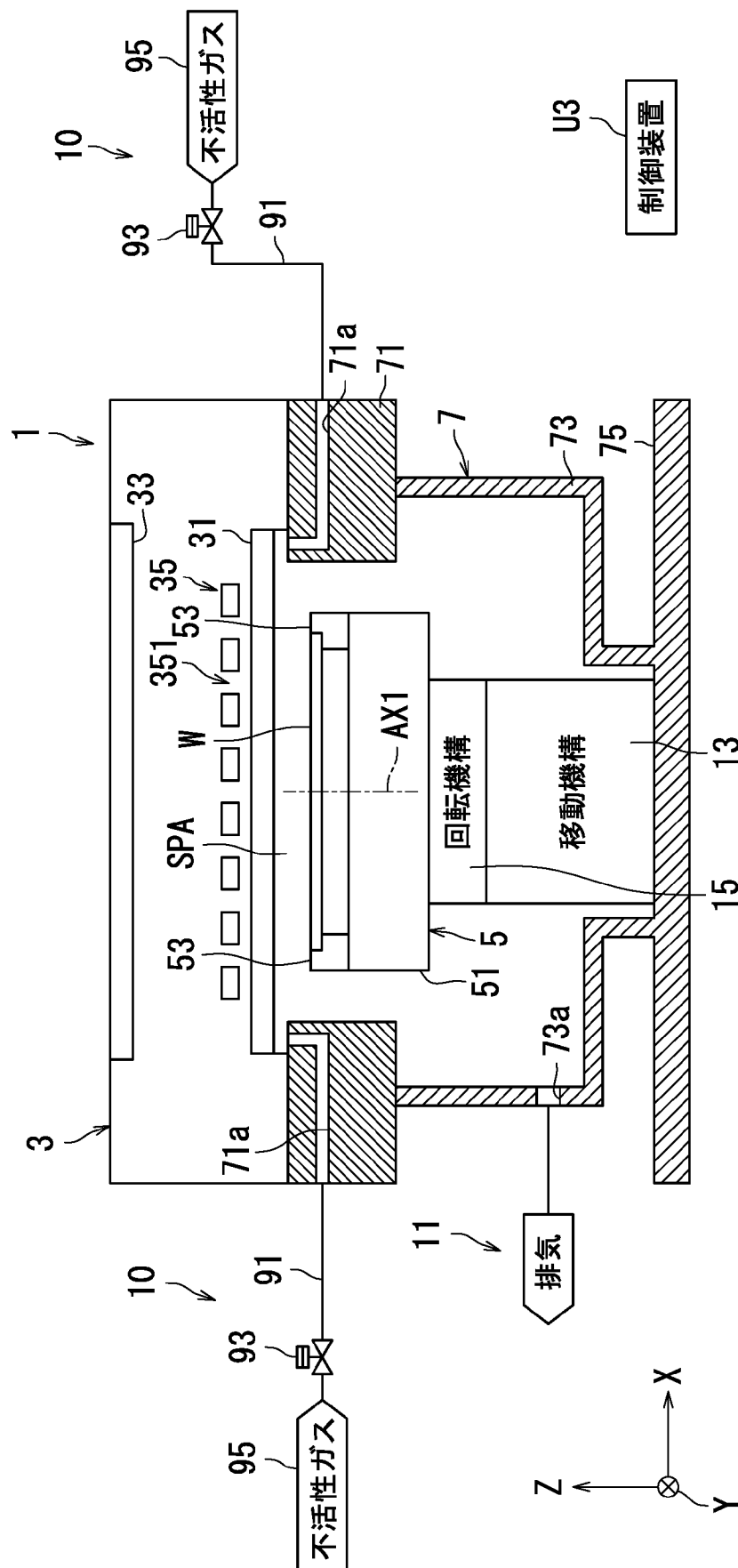
[図1]



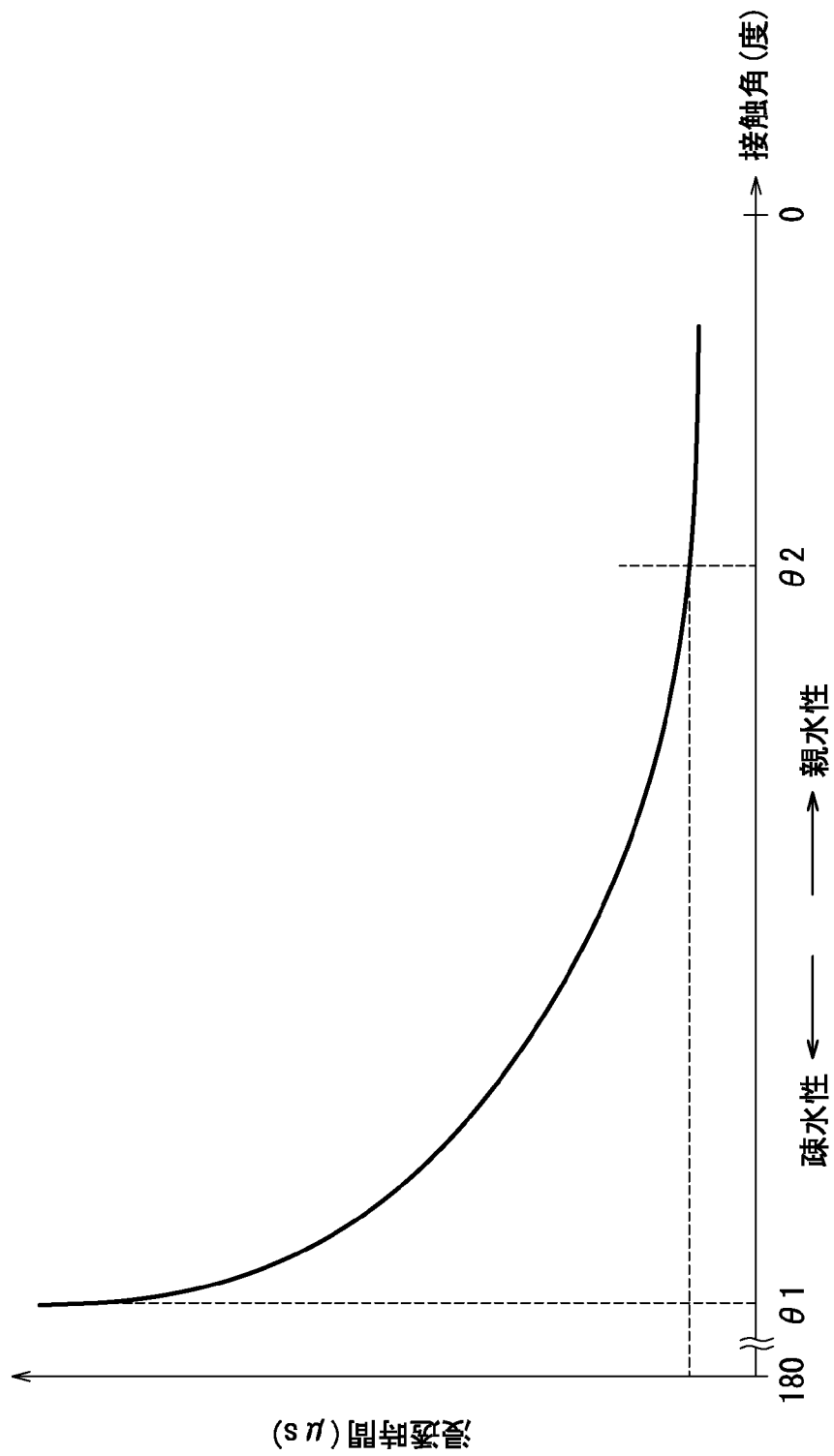
[図2]



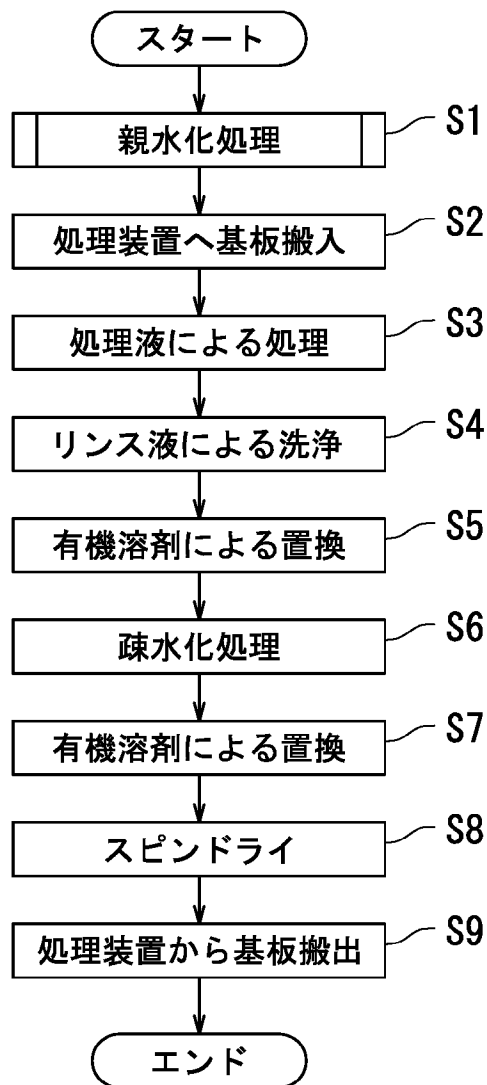
[図3]



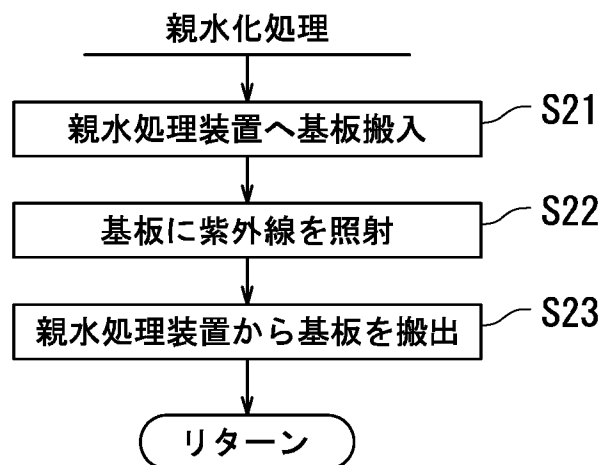
[図5]



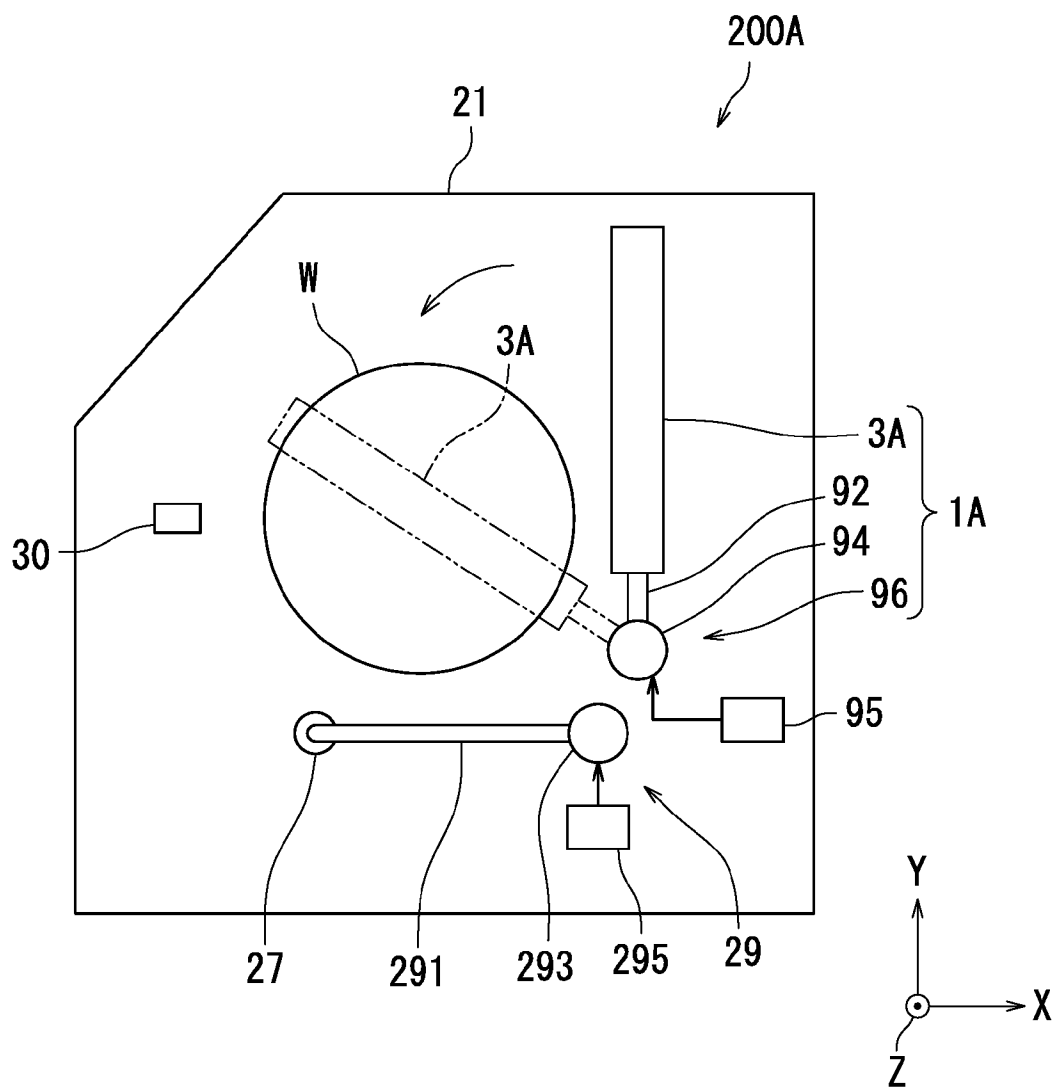
[図6]



[図7]

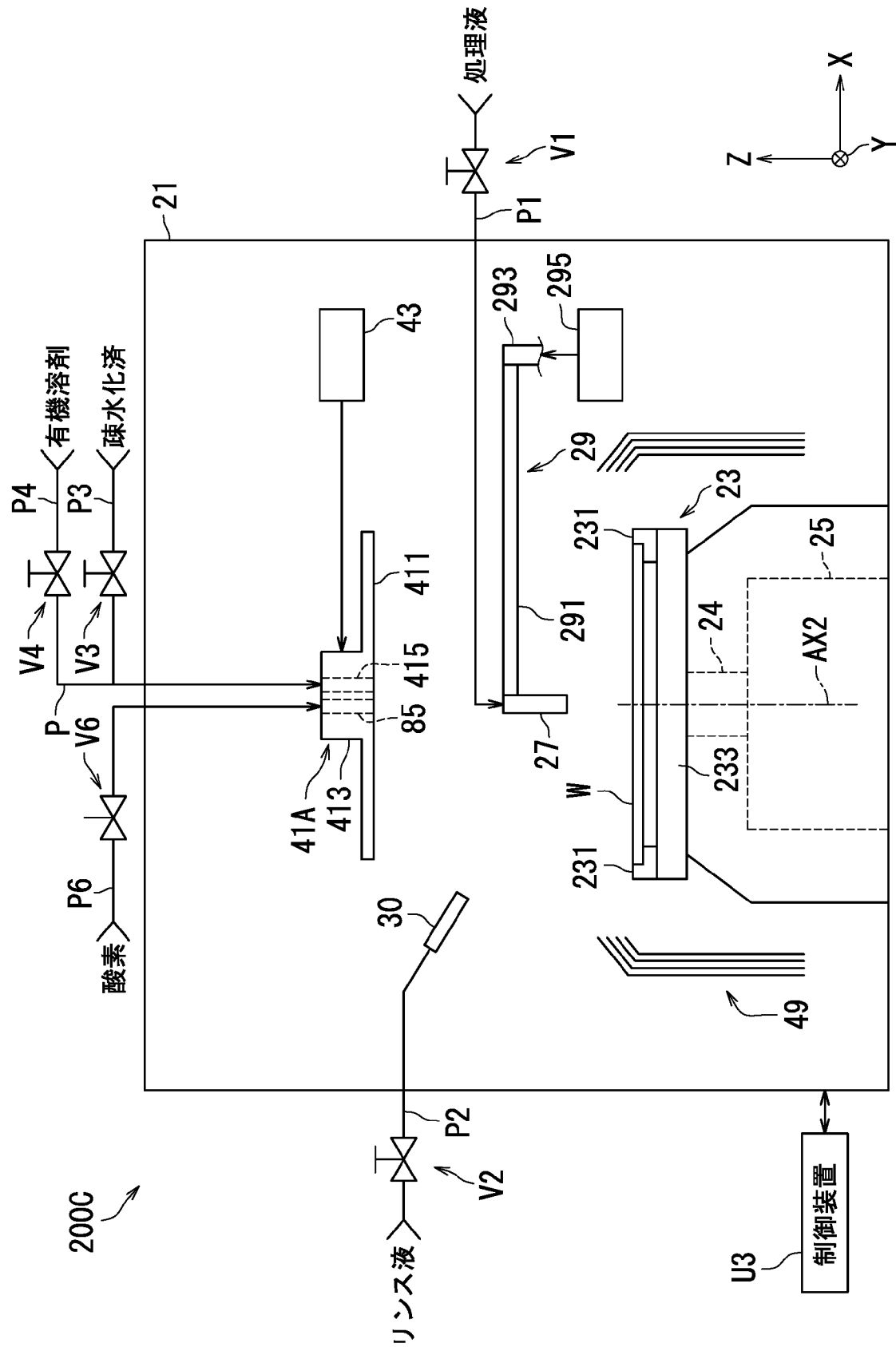


[図8]

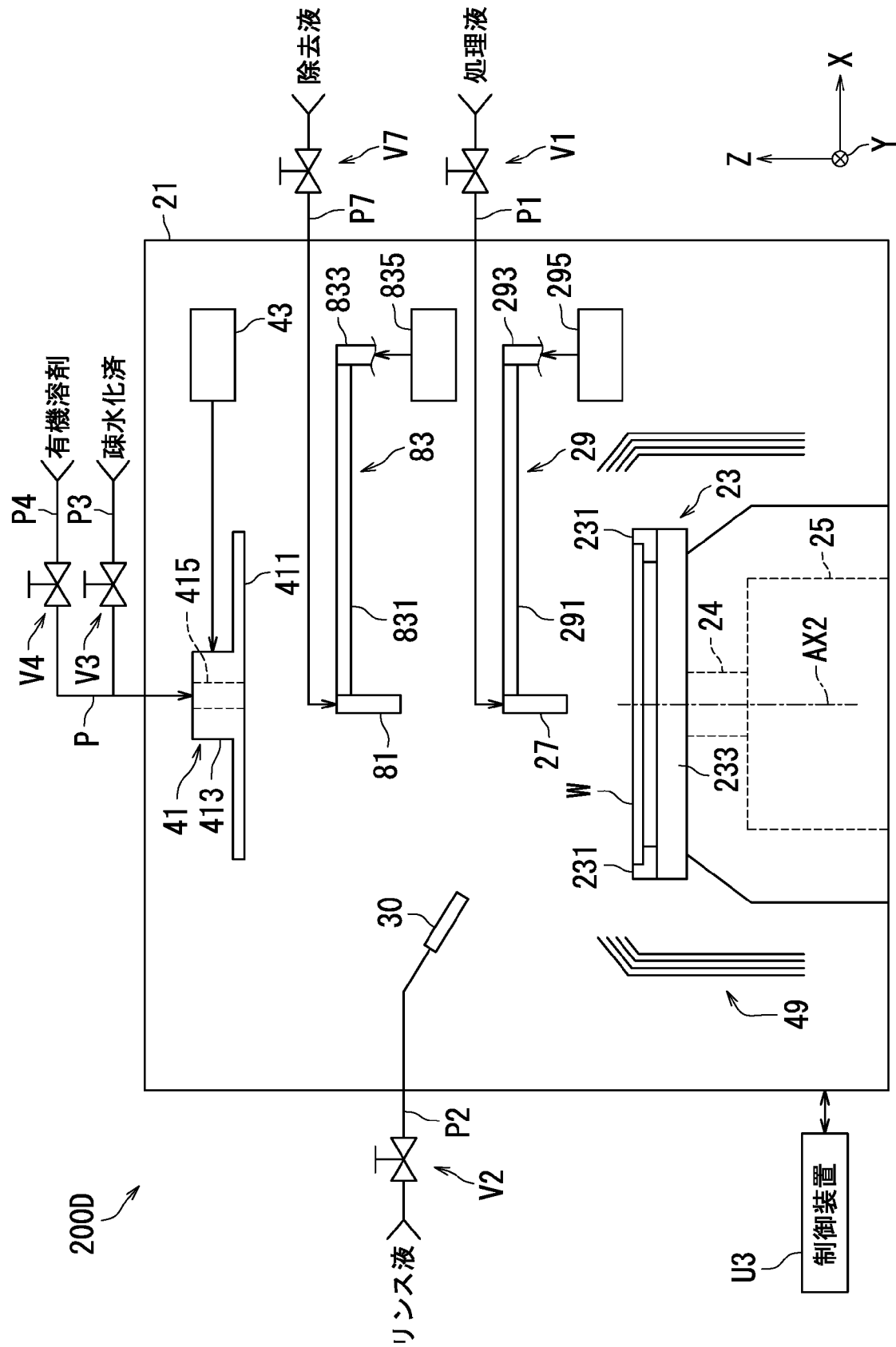


[illegible]

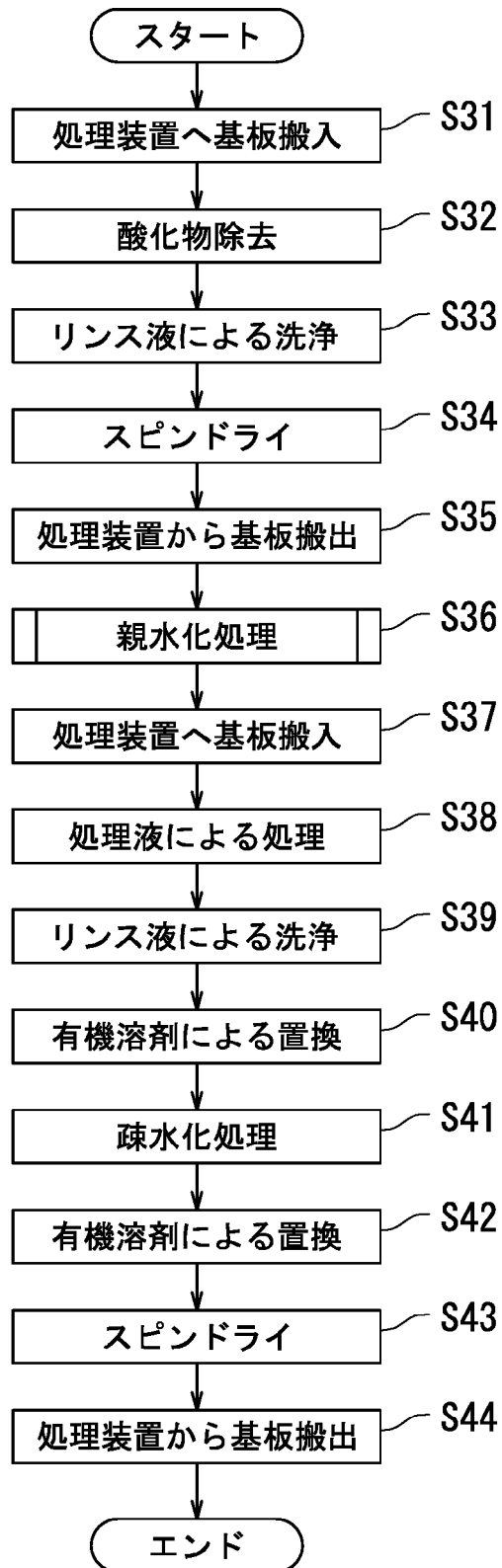
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/002540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/304(2006.01)i; H01L 21/306(2006.01)i

FI: H01L21/304 643A; H01L21/304 645C; H01L21/304 645D; H01L21/304 651B; H01L21/306 R; H01L21/306 Z

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; H01L21/306

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
Y	JP 2011-204944 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) 13.10.2011 (2011-10-13) paragraphs [0005], [0019], [0068]-[0076], fig. 6	1-21
Y	JP 2010-251596 A (TOSHIBA CORP.) 04.11.2010 (2010- 11-04) paragraphs [0003], [0011]-[0026], fig. 1-5	1-21
Y	JP 2009-272411 A (SUMCO TECHXIV CORP.) 19.11.2009 (2009-11-19) paragraphs [0015], [0053]	2,13
Y	JP 04-97526 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) 30.03.1992 (1992-03-30) page 4, upper left column, lines 2-6	4-5,15-16
Y	JP 03-080538 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) 05.04.1991 (1991-04-05) page 4, lower left column, line 16 to lower right column, line 6	4-5,15-16

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
06 March 2020 (06.03.2020)

Date of mailing of the international search report
17 March 2020 (17.03.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/002540

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2011-204944 A	13 Oct. 2011	(Family: none)	
JP 2010-251596 A	04 Nov. 2010	US 2010/0267233 A1 paragraphs [0006], [0018]-[0033], fig. 1-3	
JP 2009-272411 A	19 Nov. 2009	US 2009/0275213 A1 paragraph [0056] EP 2113939 A2	
JP 04-97526 A	30 Mar. 1992	(Family: none)	
JP 03-080538 A	05 Apr. 1991	US 5078832 A column 17, lines 22- 34	

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; H01L 21/306(2006.01)i FI: H01L21/304 643A; H01L21/304 645C; H01L21/304 645D; H01L21/304 651B; H01L21/306 R; H01L21/306 Z														
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; H01L21/306														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020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												
Y	JP 2011-204944 A（大日本スクリーン製造株式会社）13.10.2011（2011-10-13） 段落[0005], [0019], [0068]-[0076], 図6	1-21												
Y	JP 2010-251596 A（株式会社東芝）04.11.2010（2010-11-04） 段落[0003], [0011]-[0026], 図1-5	1-21												
Y	JP 2009-272411 A（SUMCO TECHXIV株式会社）19.11.2009（2009-11-19） 段落[0015], [0053]	2, 13												
Y	JP 04-97526 A（大日本スクリーン製造株式会社）30.03.1992（1992-03-30） 第4頁左上欄第2-6行目	4-5, 15-16												
Y	JP 03-080538 A（大日本スクリーン製造株式会社）05.04.1991（1991-04-05） 第4頁左下欄第16行-右下欄第6行目	4-5, 15-16												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 06.03.2020	国際調査報告の発送日 17.03.2020													
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） 平野 崇 5F 3657 電話番号 03-3581-1101 内線 3516													

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/JP2020/002540

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2011-204944	A	13.10.2011	(ファミリーなし)	
JP	2010-251596	A	04.11.2010	US 2010/0267233 A1	
				段落[0006], [0018]-[0033], 図1-3	
JP	2009-272411	A	19.11.2009	US 2009/0275213 A1	
				段落[0056]	
				EP 2113939 A2	
JP	04-97526	A	30.03.1992	(ファミリーなし)	
JP	03-080538	A	05.04.1991	US 5078832 A	
				第17欄第22-34行目	