(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
2022年9月29日(29.09.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/201612 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01) *H01L 21/306* (2006.01)
H01L 21/304 (2006.01) *H01L 21/308* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/039269

(22) 国際出願日： 2021年10月25日(25.10.2021)

(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 2021-050141 2021年3月24日(24.03.2021) 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: 田中 孝佳 (**TANAKA, Takayoshi**); 〒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).

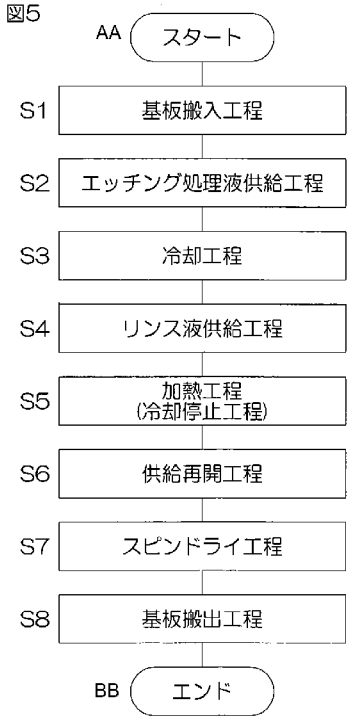
(74) 代理人: 特許業務法人あい特許事務所 (**AI ASSOCIATION OF PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS**); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町二丁目６番１２号 サンマリオンＮＢＦタワー２１階 Osaka (JP).

(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,

(54) **Title:** SUBSTRATE TREATMENT METHOD AND SUBSTRATE TREATMENT DEVICE

(54) 発明の名称： 基板処理方法、および、基板処理装置

図5



S1 Substrate introduction step
S2 Etching treatment liquid supply step
S3 Cooling step
S4 Rinse liquid supply step
S5 Heating step (cooling suspension step)
S6 Supply resumption step
S7 Spin dry step
S8 Substrate removal step
AA Start
BB End

(57) **Abstract:** A substrate treatment method according to the present invention is for treating a substrate having a first main surface and a second main surface on the reverse side from the first main surface. The substrate treatment method includes: an etching treatment liquid supply step in which an etching treatment liquid containing an etching component and a gelling agent is supplied to the first main surface; a cooling step in which, after the etching treatment liquid supply step, the second main surface is cooled to a temperature equal to or less than the congealing point of the gelling agent;

WO 2022/201612 A1

[続葉有]

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, IT, 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:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

a rinse liquid supply step in which a rinse liquid having a temperature equal to or greater than the melting point of the gelling agent is supplied to the first main surface while the second main surface continues to be cooled, and a cooling suspension step in which, after the rinse liquid supply step, cooling of the second main surface is suspended.

(57) 要約:基板処理方法は、第1主面および前記第1主面とは反対側の第2主面を有する基板を処理する。基板処理方法は、エッチング成分およびゲル化剤を含有するエッチング処理液を前記第1主面に供給するエッチング処理液供給工程と、前記エッチング処理液供給工程の後、前記ゲル化剤の凝固点以下の温度に前記第2主面を冷却する冷却工程と、前記第2主面に対する冷却を継続しつつ、前記ゲル化剤の融点以上の温度を有するリンス液を前記第1主面に供給するリンス液供給工程と、前記リンス液供給工程の後に、前記第2主面に対する冷却を停止する冷却停止工程とを含む。

明　細　書

発明の名称 ： 基板処理方法、および、基板処理装置

技術分野

[0001]　この発明は、基板を処理する基板処理方法、および、基板を処理する基板処理装置に関する。

[0002]　処理の対象となる基板には、たとえば、半導体ウェハ、液晶表示装置および有機ＥＬ(Electroluminescence)表示装置等のＦＰＤ(Flat Panel Display)用基板、光ディスク用基板、磁気ディスク用基板、光磁気ディスク用基板、フォトマスク用基板、セラミック基板、太陽電池用基板等が含まれる。

背景技術

[0003]　ビット密度の増大に伴い、高アスペクト比のメモリホールの形成が求められている。ドライエッチングによってアスペクト比の高いメモリホールを処理対象層に形成する場合には、メモリホールの底部側において処理対象層が充分にエッチングされず、メモリホールの形状が開口部から底部に向かって先細りのテーパ形状になるおそれがある。

[0004]　そこで、下記特許文献１では、アモルファスシリコン層とスペースとが交互に配列（積層）されたグレーチング構造のマスク層を用いることで、ストレート形状の側壁を有するメモリホールを形成する技術を提案している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０２０－１５５６１２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006]　特許文献１に開示されている技術では、均一性の高い幅を有するメモリホールを、ドライエッチングによって形成する。一方で、メモリホール等の凹部の幅をより均一にするために、既に凹部が形成されている基板をさらにエッチングして、凹部の幅の均一性を向上させる技術が求められている。

[0007] そこで、この発明の１つの目的は、基板の主面に設けられる凹部の深さ方向において凹部の幅の均一性を向上させることができる基板処理方法、および、基板処理装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] この発明の一実施形態は、第１主面および前記第１主面とは反対側の第２主面を有する基板を処理する基板処理方法を提供する。前記基板処理方法は、エッチング成分およびゲル化剤を含有するエッチング処理液を前記第１主面に供給するエッチング処理液供給工程と、前記エッチング処理液供給工程の後、前記ゲル化剤の凝固点以下の温度に前記第２主面を冷却する冷却工程と、前記第２主面に対する冷却を継続しつつ、前記ゲル化剤の融点以上の温度を有するリンス液を前記第１主面に供給するリンス液供給工程と、前記リンス液供給工程の後に、前記第２主面に対する冷却を停止する冷却停止工程とを含む。

[0009] この基板処理方法によれば、エッチング処理液が基板の第１主面に供給される。第１主面に凹部が形成されている基板を用いれば、第１主面に供給されたエッチング処理液は凹部に進入する。エッチング処理液が基板の第１主面に供給された後、ゲル化剤の凝固点以下の温度に第２主面が冷却される。そのため、ゲル化剤の凝固点以下である温度に基板の温度が到達し、第１主面上のエッチング処理液がゲルに変化する。したがって、凹部内にもゲルが形成される。

[0010] その後、ゲル化剤の融点以上の温度を有するリンス液が第１主面に供給される。そのため、ゲルにおいて凹部の開口部に位置する開口側部分がエッチング処理液に変化し、開口側部分のゾル化によって形成されたエッチング処理液が、リンス液によって置換されて凹部から除去される。

[0011] 凹部内で形成されたゲルのうち開口側部分よりも底部側の底側部分は、開口側部分よりも第２主面に近いため、第２主面の冷却の影響を受けやすい。そのため、第１主面へのリンス液の供給中に第２主面に対する冷却を継続することで、ゲル化剤の融点以上の温度を有するリンス液を基板Ｗの上面に供

給しているにもかかわらず、底側部分を、ゲルの状態に維持することができる。

[0012] 第１主面に対するリンス液の供給が停止された後、第２主面に対する冷却が停止される。これにより、凹部に残存するゲルの温度が上昇し、凹部に残留するゲルがエッチング処理液に変化する。エッチング処理液に接触するリンス液中にエッチング成分が拡散する。これにより、凹部の底部から開口部に向かってエッチング成分の濃度が薄くなるように、凹部内にエッチング成分の濃度勾配が生じる。そのため、凹部の開口部から底部に向かってエッチングの速度勾配が生じる。これにより、凹部がストレート形状に近づくように、底部側における凹部の幅が広がる。その結果、基板の第１主面に設けられる凹部の深さ方向において凹部の幅の均一性を向上させることができる。

[0013] この発明の一実施形態では、前記冷却停止工程が、前記融点以上の温度に前記第２主面を加熱する加熱工程を含む。

[0014] そのため、第１主面に対するリンス液の供給が停止した後に、凹部に残存するゲルの温度を速やかに上昇させて凹部に残留するゲルをエッチング処理液に変化させることができる。したがって、基板のエッチングを速やかに開始することができる。

[0015] この発明の一実施形態では、前記加熱工程が、前記第２主面に対して、前記融点以上の温度を有する加熱流体を供給することによって前記第２主面側から前記基板を加熱する工程を含む。

[0016] この方法によれば、加熱流体の供給という簡易な手法で基板を第２主面側から加熱する、すなわち第２主面を加熱することができる。

[0017] この発明の一実施形態では、前記加熱工程が、前記第２主面に下方から対向し前記融点以上の温度を有するホットプレートによって、前記第２主面側から前記基板を加熱する工程を含む。

[0018] この方法によれば、ホットプレートによって第２主面側から基板を加熱することによって、第２主面をその全域に亘って高い均一性で加熱することができる。

[0019] この発明の一実施形態では、前記冷却工程が、前記第２主面に対して、前記凝固点以下の温度を有する冷却流体を供給することによって前記第２主面側から前記基板を冷却する工程を含む。

[0020] この方法によれば、冷却流体の供給という簡易な手法で基板を第２主面側から冷却する、すなわち第２主面を冷却することができる。

[0021] この発明の一実施形態では、前記冷却工程が、前記第２主面に下方から対向し前記凝固点以下の温度を有するクーリングプレートによって、前記第２主面側から前記基板を冷却する工程を含む。

[0022] この方法によれば、クーリングプレートによって第２主面側から基板を冷却することによって、第２主面をその全域に亘って高い均一性で冷却することができる。

[0023] この発明の一実施形態では、前記凹部の深さが０．５μｍ以上１．５μｍ以下であり、前記凹部のアスペクト比が２０以上１００以下である。このような寸法を有する凹部は、開口部から底部に向かって先細りのテーパ形状を有する場合がある。そのため、このような寸法を有する凹部が形成されている第１主面を有する基板を用いて、上述の基板処理を実行すれば、基板の第１主面に設けられる凹部の深さ方向において凹部の幅の均一性を向上させることができる。

[0024] この発明の一実施形態では、前記基板処理方法が、前記冷却停止工程の後に、前記リンス液の供給を再開する供給再開工程をさらに含む。

[0025] この方法によれば、冷却停止工程の後に、基板の第１主面へのリンス液の供給が再開される。詳しくは、基板に対する冷却が停止されて、凹部に残存するゲルの温度が上昇し、凹部に残留するゲルがエッチング処理液に変化した後に、基板の第１主面へのリンス液の供給が再開される。そのため、エッチング処理液中のエッチング成分が凹部内で拡散した状態でエッチング成分によるエッチングが進行し、底部側における凹部の幅が適切に広げられた後に、凹部のエッチング処理液をリンス液によって凹部から除去できる。その結果、基板の第１主面に設けられる凹部の深さ方向において凹部の幅の均一

性を向上させることができる。

[0026] この発明の一実施形態では、前記基板処理方法が、前記供給再開工程において前記基板に前記リンス液が供給されている間、前記第２主面側から前記基板を加熱する補助加熱工程をさらに含む。

[0027] この方法によれば、第１主面にリンス液を供給して凹部内のエッチング処理液を除去する際に、第２主面側から基板が加熱される。そのため、リンス液の供給中に凹部内のエッチング処理液が温度低下することを抑制できる。したがって、凹部内でエッチング処理液がゲルに変化して凹部内にエッチング成分が残留することを抑制できる。

[0028] この発明の一実施形態では、前記基板処理方法が、前記エッチング処理液供給工程の前に、前記基板の前記第１主面に対してドライエッチング処理を実行するドライエッチング工程をさらに含む。そのため、第１主面に凹部が形成されていない基板を用いる場合であっても、第１主面に凹部を形成することができる。

[0029] この発明の他の実施形態は、第１主面および前記第１主面とは反対側の第２主面を有する基板を処理する基板処理装置を提供する。前記基板処理装置は、前記第１主面に、エッチング成分およびゲル化剤を含有するエッチング処理液を供給するエッチング処理液供給部材と、前記ゲル化剤の凝固点以下の温度に前記第２主面を冷却する冷却部材と、前記第１主面に前記ゲル化剤の融点以上の温度を有するリンス液を供給するリンス液供給部材とを含む。

[0030] この基板処理装置によれば、エッチング処理液供給部材からエッチング処理液が基板の第１主面に供給される。第１主面に凹部が形成されている基板を用いれば、第１主面に供給されたエッチング処理液は凹部に進入する。第１主面上にエッチング処理液が付着している状態の基板の第２主面をゲル化剤の凝固点以下の温度に冷却すれば、ゲル化剤の凝固点以下の温度に基板の温度が到達し、第１主面上のエッチング処理液がゲルに変化する。したがって、凹部内にもゲルが形成される。

[0031] その後、基板に対する冷却を継続しながら、リンス液供給部材からゲル化

剤の融点以上の温度を有するリンス液を第１主面に供給すれば、ゲルにおいて凹部の開口部に位置する開口側部分がエッチング処理液に変化する。そのため、開口側部分のゾル化によって形成されたエッチング処理液を、リンス液によって凹部から除去できる。

[0032] 凹部で形成されたゲルのうち開口側部分よりも底部側の底側部分は、開口側部分よりも第２主面に近いため、第２主面の冷却の影響を受けやすい。そのため、第１主面へのリンス液の供給中に第２主面に対する冷却を継続することで、ゲル化剤の融点以上の温度を有するリンス液を基板Ｗの上面に供給しているにもかかわらず、底側部分を、ゲルの状態に維持することができる。

[0033] 第１主面に対するリンス液の供給が停止された後、第２主面に対する冷却が停止されれば、凹部に残存するゲルの温度が上昇し、凹部に残留するゲルがエッチング処理液に変化する。エッチング処理液に接触するリンス液中にエッチング成分が拡散する。これにより、凹部の底部から開口部に向かってエッチング成分の濃度が薄くなるように、凹部にエッチング成分の濃度勾配が生じる。そのため、凹部の開口部から底部に向かってエッチングの速度勾配が生じる。これにより、凹部がストレート形状に近づくように、底部側における凹部の幅が広がる。その結果、基板の第１主面に設けられる凹部の深さ方向において凹部の幅の均一性を向上させることができる。

[0034] この発明の他の実施形態では、前記基板処理装置が、前記融点以上の温度に前記第２主面を加熱する加熱部材をさらに含む。そのため、第１主面に対するリンス液の供給が停止した後に、ゲル化剤の融点以上の温度に第２主面を加熱すれば、凹部に残存するゲルの温度を速やかに上昇させて凹部に残留するゲルをエッチング処理液に変化させることができる。したがって、基板のエッチングを速やかに開始することができる。

[0035] この発明の他の実施形態では、前記凹部の深さが０．５μｍ以上１．５μｍ以下であり、前記凹部のアスペクト比が２０以上１００以下である。このような寸法を有する凹部は、開口部側から底部側に向かって先細りのテーパ

形状を有する場合がある。そのため、このような寸法を有する凹部が形成されている第１主面を有する基板を用いて、上述の基板処理を実行すれば、基板の第１主面に設けられる凹部の深さ方向において凹部の幅の均一性を向上させることができる。

[0036] この発明の他の実施形態では、前記基板処理装置が、前記基板の前記第１主面に対してドライエッチング処理を実行するドライ処理ユニットをさらに含む。そのため、第１主面に凹部が形成されていない基板を用いる場合であっても、第１主面に凹部を形成することができる。

[0037] 本発明における上述の、またはさらに他の目的、特徴および効果は、添付図面を参照して次に述べる実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]図１は、処理対象となる基板の構造を説明するための模式的な断面図である。

[図2A]図２Ａは、この発明の第１実施形態に係る基板処理装置の構成を説明するための平面図である。

[図2B]図２Ｂは、前記基板処理装置の構成を説明するための立面図である。

[図3]図３は、前記基板処理装置に備えられるウェット処理ユニットの構成例を説明するための断面図である。

[図4]図４は、前記基板処理装置の制御に関する構成例を説明するためのブロック図である。

[図5]図５は、前記基板処理装置によって実行される基板処理の一例を説明するためのフローチャートである。

[図6]図６は、前記基板処理において基板に供給される流体に関するタイムチャートである。

[図7A]図７Ａは、前記基板処理が行われているときの基板の様子を説明するための模式図である。

[図7B]図７Ｂは、前記基板処理が行われているときの基板の様子を説明するための模式図である。

[図7C]図７Ｃは、前記基板処理が行われているときの基板の様子を説明するための模式図である。

[図7D]図７Ｄは、前記基板処理が行われているときの基板の様子を説明するための模式図である。

[図7E]図７Ｅは、前記基板処理が行われているときの基板の様子を説明するための模式図である。

[図8]図８は、前記基板処理中の基板の上面付近の様子を説明するための模式図である。

[図9A]図９Ａは、基板に対するエッチング処理液の供給方法の第１例について説明するための模式図である。

[図9B]図９Ｂは、基板に対するエッチング処理液の供給方法の第２例について説明するための模式図である。

[図9C]図９Ｃは、基板に対するエッチング処理液の供給方法の第３例について説明するための模式図である。

[図10]図１０は、前記基板処理の第１変形例を説明するためのタイムチャートである。

[図11]図１１は、前記基板処理の第２変形例を説明するためのタイムチャートである。

[図12]図１２は、この発明の第２実施形態に係る基板処理装置の構成を説明するための平面図である。

[図13]図１３は、前記基板処理装置によって実行される基板処理の一例を説明するためのフローチャートである。

[図14A]図１４Ａは、第２実施形態に係る基板処理においてドライエッチング処理が行われる前の基板の上面付近の様子を説明するための模式的な断面図である。

[図14B]図１４Ｂは、前記ドライエッチング処理が行われた後の基板の上面付近の様子を説明するための模式的な断面図である。

[図15A]図１５Ａは、冷却部材の変形例について説明するための模式図である

。

[図15B]図１５Ｂは、加熱部材の変形例について説明するための模式図である。

発明を実施するための形態

[0039] ＜処理対象となる基板の表層部の構造＞

図１は、処理対象となる基板Ｗの構造を説明するための模式的な断面図である。

[0040] 基板Ｗは、一対の主面を有する。基板Ｗは、一対の主面を有する半導体層１００と、半導体層１００の少なくとも一方の主面上に形成された絶縁層１０１と、絶縁層１０１上に形成された積層体１０２と、積層体１０２上に形成されたマスク層１０３とを含む。積層体１０２は、複数層の絶縁層１０４、および、複数層の犠牲層１０５を有する。積層体１０２において、絶縁層１０４および犠牲層１０５は、交互に配置されている。

[0041] 半導体層１００は、たとえば、Ｓｉ単結晶からなる。絶縁層１０１は、たとえば、シリコン酸化膜（SiO_2膜）である。積層体１０２を構成する絶縁層１０４および犠牲層１０５は、互いに異なる種類の材質であり、たとえば、絶縁層１０４は、シリコン酸化膜であり、犠牲層１０５は、シリコン窒化膜（ＳｉＮ）である。犠牲層１０５は、後述する基板処理（図５を参照）よりも後の工程でシリコン層等の電極層（図示せず）に置換される。マスク層１０３は、たとえば、アモルファスカーボンからなる。

[0042] 積層体１０２の表面においてマスク層１０３が形成されていない領域には、凹部１１０が形成されている。凹部１１０は、基板Ｗの一対の主面のうちの少なくとも一方に形成されている。凹部１１０が形成されている主面を第１主面といい、第１主面とは反対側の主面を第２主面という。基板Ｗの一対の主面の両方に凹部１１０が形成されている場合には、いずれかの主面が第１主面であり、第１主面とは反対側の主面を第２主面である。凹部１１０は、開口部１１１および底部１１２を有しており、凹部１１０の深さ方向ＤＤは、積層体１０２の積層方向と一致している。

[0043] 凹部１１０の深さＤは、たとえば、０．５μｍ以上１．５μｍ以下である。凹部１１０のアスペクト比は、たとえば、２０以上１００以下である。凹部１１０は、開口部１１１から底部１１２に向かって先細りのテーパ形状を有する。凹部１１０の幅Ｌは、開口部１１１から底部１１２に向かって小さくなっている。なお、凹部１１０は、この寸法関係でない場合であっても、開口部１１１から底部１１２に向かって先細りのテーパ形状を有する場合がある。

[0044] 積層体１０２は、開口部１１１から底部１１２に向かうにしたがって互いに近づくように深さ方向ＤＤに対して傾斜した一対の側壁１０６と、一対の側壁１０６を接続する底壁１０７とを有する。各側壁１０６は、凹部１１０の開口部１１１を区画する開口側壁部１０８と、凹部１１０の開口部１１１よりも底部１１２側を区画する底側壁部１０９とを含む。

[0045] ＜第１実施形態に係る基板処理装置の構成＞

図２Ａは、この発明の第１実施形態に係る基板処理装置１の構成を説明するための平面図である。図２Ｂは、基板処理装置１の構成を説明するための立面図である。

[0046] 基板処理装置１は、基板Ｗを一枚ずつ処理する枚葉式の装置である。この実施形態では、基板Ｗは、円板状を有する。この実施形態では、基板Ｗは、凹部１１０（図１を参照）が形成されている第１主面を上方に向けた姿勢で処理される。

[0047] 基板処理装置１は、基板Ｗを処理する複数の処理ユニット２と、処理ユニット２で処理される複数枚の基板Ｗを収容するキャリアＣが載置されるロードポートＬＰと、ロードポートＬＰと処理ユニット２との間で基板Ｗを搬送する搬送ロボットＩＲおよびＣＲと、基板処理装置１を制御するコントローラ３とを備える。

[0048] 搬送ロボットＩＲは、キャリアＣと搬送ロボットＣＲとの間で基板Ｗを搬送する。搬送ロボットＣＲは、搬送ロボットＩＲと処理ユニット２との間で基板Ｗを搬送する。

[0049] 各搬送ロボットＩＲ，ＣＲは、たとえば、いずれも、一対の多関節アームＡＲと、上下に互いに離間するように一対の多関節アームＡＲの先端にそれぞれ設けられた一対のハンドＨ（図２Ｂを参照）とを含む多関節アームロボットである。

[0050] 複数の処理ユニット２は、水平に離れた４つの位置にそれぞれ配置された４つの処理タワーＴＷを形成している。各処理タワーＴＷは、上下方向に積層された複数（たとえば、３つ）の処理ユニット２を含む。４つの処理タワーＴＷは、ロードポートＬＰから搬送ロボットＩＲ，ＣＲに向かって延びる搬送経路ＴＲの両側に２つずつ配置されている。

[0051] 第１実施形態では、処理ユニット２は、液体で基板Ｗを処理するウェット処理ユニット２Ｗである。各ウェット処理ユニット２Ｗは、チャンバ４と、チャンバ４内に配置された処理カップ７とを備えており、処理カップ７内で基板Ｗに対する処理を実行する。

[0052] チャンバ４には、搬送ロボットＣＲによって、基板Ｗを搬入したり基板Ｗを搬出したりするための出入口（図示せず）が形成されている。チャンバ４には、この出入口を開閉するシャッタユニット（図示せず）が備えられている。

[0053] 図３は、ウェット処理ユニット２Ｗの構成例を説明するための模式的な断面図である。

[0054] ウェット処理ユニット２Ｗは、基板Ｗを所定の保持位置に基板Ｗを保持しながら、回転軸線Ａ１（鉛直軸線）まわりに基板Ｗを回転させるスピンチャック５をさらに備える。回転軸線Ａ１は、基板Ｗの中心部を通り、基板Ｗの各主面に対して直交する。すなわち、回転軸線Ａ１は、鉛直に延びる。保持位置は、図３に示す基板Ｗの位置であり、基板Ｗが水平な姿勢で保持される位置である。

[0055] スピンチャック５は、水平方向に沿う円板形状を有するスピンベース２１と、スピンベース２１の上方で基板Ｗを把持し保持位置に基板Ｗを保持する複数のチャックピン２０と、スピンベース２１に上端が連結され鉛直方向に

延びる回転軸２２と、回転軸２２をその中心軸線（回転軸線Ａ１）まわりに回転させる回転駆動機構２３とを含む。スピンチャック５は、基板Ｗを保持位置に保持しながら回転軸線Ａ１まわりに基板Ｗを回転させる基板保持部材の一例である。

[0056] 複数のチャックピン２０は、スピンベース２１の周方向に間隔を空けてスピンベース２１の上面に配置されている。回転駆動機構２３は、たとえば、電動モータ等のアクチュエータである。回転駆動機構２３は、回転軸２２を回転させることでスピンベース２１および複数のチャックピン２０が回転軸線Ａ１まわりに回転する。これにより、スピンベース２１および複数のチャックピン２０とともに、基板Ｗが回転軸線Ａ１まわりに回転される。

[0057] 複数のチャックピン２０は、基板Ｗの周縁部に接触して基板Ｗを把持する閉位置と、基板Ｗの周縁部から退避した開位置との間で移動可能である。複数のチャックピン２０は、開閉機構（図示せず）によって移動される。複数のチャックピン２０は、閉位置に位置するとき、基板Ｗの周縁部を把持して基板Ｗを水平に保持する。開閉機構は、たとえば、リンク機構と、リンク機構に駆動力を付与するアクチュエータとを含む。

[0058] 処理カップ７は、スピンチャック５に保持されている基板Ｗから飛散する液体を受ける。処理カップ７は、スピンチャック５に保持された基板Ｗから外方に飛散する液体を受け止める複数（図３の例では２つ）のガード３０と、複数のガード３０によって下方に案内された液体をそれぞれ受け止める複数（図３の例では２つ）のカップ３１と、複数のガード３０および複数のカップ３１を取り囲む円筒状の外壁部材３２とを含む。複数のガード３０は、ガード昇降駆動機構（図示せず）によって個別に昇降される。ガード昇降駆動機構は、たとえば、各ガード３０を昇降駆動する電動モータまたはエアシリンダ等のアクチュエータを含む。

[0059] ウェット処理ユニット２Ｗは、スピンチャック５に保持された基板Ｗの上面（上側の主面）にエッチング処理液を供給するエッチング処理液ノズル１０と、スピンチャック５に保持された基板Ｗの上面にリンス液を供給するリ

ンス液ノズル１１とをさらに備える。

[0060] エッチング処理液は、溶質としてのエッチング成分およびゲル化剤と、溶質を溶解させる溶媒とを含有している。エッチング処理液に含有される溶媒は、たとえば、ＤＩＷ（脱イオン水）等の水である。ただし、溶媒は、ＤＩＷに限られない。

[0061] エッチング成分は、基板Ｗの積層体１０２（図１を参照）をエッチングする性質を有する。詳しくは、エッチング成分は、積層体１０２において凹部１１０を区画する部分（一対の側壁１０６）をエッチングする。エッチング成分は、たとえば、フッ酸、または、ＡＰＭ（アンモニア過酸化水素水混合液）である。エッチング成分は、厳密には、エッチングイオンであり、HF_2^-、または、NH_4^+である。

[0062] ゲル化剤は、たとえば、ゼラチン、寒天、またはこれらの混合物である。ゲル化剤の融点および凝固点は、通常、互いに異なっており、ゲル化剤の融点は、ゲル化剤の凝固点よりも高い。ゲル化剤の融点は、たとえば、２０℃以上３０℃以下であり、ゲル化剤の凝固点は、たとえば、１５℃以上２５℃以下である。ゲル化剤の融点および凝固点は、エッチング処理液中のゲル化剤の配合率（濃度）、ゲル化剤の種類等によって変化する。ゲル化剤の凝固点は、基板処理装置１が配置されるクリーンルーム内の室温（たとえば、２５℃）よりも低いことが好ましい。

[0063] ゲル化剤の融点および凝固点は、上記の範囲に限られない。たとえば、ゲル化剤が寒天である場合、ゲル化剤の融点は８５℃以上９３℃以下であり、ゲル化剤の凝固点は３３℃以上４５℃以下である。

[0064] エッチング処理液は、ゲル化剤の凝固点以下に冷却されることによってエッチングゲルに変化する。エッチング処理液がエッチングゲルに変化することをゲル化という。エッチングゲルは、ゲル化剤の融点以上に加熱されることによってエッチング処理液に変化する。エッチングゲルがエッチング処理液に変化することをゾル化という。そのため、エッチング処理液は、エッチングゾルともいう。

[0065] エッチングゲルは、エッチング処理液と比較して、基板Wをエッチングするエッチング性能が低い。したがって、基板Wの上面に付着しているエッチング処理液をエッチングゲルに変化させることで基板Wのエッチングを停止させることができ、エッチングゲルをエッチング処理液に変化させることで基板Wのエッチングを開始することができる。

[0066] リンス液は、たとえば、ＤＩＷ等の水である。リンス液は、ＤＩＷに限られず、ＤＩＷ、炭酸水、電解イオン水、希釈濃度（たとえば、１ｐｐｍ以上で、かつ、１００ｐｐｍ以下）の塩酸水、希釈濃度（たとえば、１ｐｐｍ以上で、かつ、１００ｐｐｍ以下）のアンモニア水、還元水（水素水）のうちの少なくとも１つを含有する。

[0067] エッチング処理液ノズル１０、および、リンス液ノズル１１は、いずれも、少なくとも水平方向に移動可能な移動ノズルである。エッチング処理液ノズル１０およびリンス液ノズル１１は、複数のノズル移動機構（第１ノズル移動機構３５および第２ノズル移動機構３６）によってそれぞれ水平方向に移動される。各ノズル移動機構は、対応するノズルを支持するアーム（図示せず）と、対応するアームを水平方向に移動させるアーム移動機構（図示せず）とを含む。各アーム移動機構は、電動モータ、エアシリンダ等のアクチュエータを含む。この実施形態とは異なり、エッチング処理液ノズル１０およびリンス液ノズル１１は、共通のノズル移動機構によって一体移動するように構成されていてもよい。

[0068] エッチング処理液ノズル１０およびリンス液ノズル１１は、鉛直方向にも移動できるように構成されていてもよい。

[0069] エッチング処理液ノズル１０は、エッチング処理液ノズル１０にエッチング処理液を案内するエッチング処理液配管４０に接続されている。エッチング処理液配管４０には、エッチング処理液配管４０内の流路を開閉するエッチング処理液バルブ５０Ａと、当該流路内のエッチング処理液の流量を調整するエッチング処理液流量調整バルブ５０Ｂとが介装されている。

[0070] エッチング処理液バルブ５０Ａが開かれると、エッチング処理液流量調整

バルブ５０Ｂの開度に応じた流量で、エッチング処理液が、エッチング処理液ノズル１０の吐出口から下方に連続流で吐出される。エッチング処理液ノズル１０は、エッチング処理液供給部材の一例である。エッチング処理液ノズル１０から吐出されるエッチング処理液の温度は、ゲル化剤の凝固点よりも高い。

[0071] リンス液ノズル１１は、リンス液ノズル１１にリンス液を案内するリンス液配管４１に接続されている。リンス液配管４１には、リンス液配管４１内の流路を開閉するリンス液バルブ５１Ａと、当該流路内のリンス液の流量を調整するリンス液流量調整バルブ５１Ｂとが介装されている。

[0072] リンス液バルブ５１Ａが開かれると、リンス液流量調整バルブ５１Ｂの開度に応じた流量で、リンス液が、リンス液ノズル１１の吐出口から下方に連続流で吐出される。リンス液ノズル１１は、リンス液供給部材の一例である。

[0073] ウェット処理ユニット２Ｗは、スピンチャック５に保持された基板Ｗの下面（下側の主面）に流体を供給する下側流体ノズル１２をさらに備える。

[0074] 下側流体ノズル１２は、回転軸２２の内部空間と、スピンベース２１の上面中央部で開口する貫通孔２１ａとに挿入されている。下側流体ノズル１２の吐出口１２ａは、スピンベース２１の上面から露出されている。下側流体ノズル１２の吐出口１２ａは、基板Ｗの下面の中央領域に下方から対向する。基板Ｗの下面の中央領域とは、基板Ｗの下面において基板Ｗの回転中心を含む領域のことである。

[0075] 下側流体ノズル１２は、流体として、たとえば、ゲル化剤の凝固点以下の温度を有する冷却流体と、ゲル化剤の融点以上の温度を有する加熱流体とを、選択的に、基板Ｗの下面に供給する。

[0076] 冷却流体は、たとえば、５℃以上１５℃以下の水、すなわち、冷水である。加熱流体は、たとえば、４０℃以上５０℃以下の水、すなわち、温水である。冷却流体および加熱流体は、水以外の液体であってもよい。冷水および温水は、ＤＩＷであることが好ましい。

[0077] 基板Wの下面を冷却流体で冷却することによって、基板Wの下面をゲル化剤の凝固点以下の温度にまで冷却することができる。基板Wの下面を加熱流体で加熱することによって、基板Wの下面をゲル化剤の融点以上の温度にまで加熱することができる。下側流体ノズル１２は、基板Wの下面（第２主面）をゲル化剤の凝固点以下の温度に冷却する冷却部材の一例であり、基板Wの下面（第２主面）をゲル化剤の融点以上の温度に加熱する加熱部材の一例である。

[0078] 冷却流体および加熱流体は、液体である必要はなく、窒素ガス、希ガス等の不活性ガスであってもよい。不活性ガスは、基板Wの主面に対する反応性が無視できるほど低いガスである。

[0079] 後述する基板処理（図５を参照）では、加熱流体が温水であり、冷却流体が冷水である例について説明する。

[0080] 下側流体ノズル１２は、下側流体ノズル１２に流体を案内する流体配管４２の一端に接続されている。流体配管４２の他端には、流体配管４２に冷却流体を供給する冷却流体配管４３、および、流体配管４２に加熱流体を供給する加熱流体配管４４が接続されている。

[0081] 冷却流体配管４３および加熱流体配管４４には、別々の流体タンク（図示せず）から流体が供給されてもよい。具体的には、冷却流体を貯留する冷却流体タンクから冷却流体配管４３に冷却流体が供給され、加熱流体を貯留する加熱流体タンクから加熱流体配管４４に加熱流体が供給されてもよい。

[0082] 冷却流体配管４３および加熱流体配管４４には、共通の流体タンク（図示せず）が接続されていて、流体タンクから各配管（冷却流体配管４３および加熱流体配管４４）に流体が送られる際に、流体の温度が調整されてもよい。

[0083] 流体配管４２には、流体配管４２内の流路を開閉する流体バルブ５２Ａと、当該流路内の流体の流量を調整する流体流量調整バルブ５２Ｂとが介装されている。冷却流体配管４３には、冷却流体配管４３内の流路を開閉する冷却流体バルブ５３が介装されており、加熱流体配管４４には、加熱流体配管

４４内の流路を開閉する加熱流体バルブ５４が介装されている。

[0084] 図４は、基板処理装置１の制御に関する構成例を説明するためのブロック図である。

[0085] コントローラ３は、マイクロコンピュータを備えており、所定のプログラムに従って、基板処理装置１に備えられた制御対象を制御する。より具体的には、コントローラ３は、プロセッサ（ＣＰＵ）３Ａと、プログラムが格納されたメモリ３Ｂとを含み、プロセッサ３Ａがプログラムを実行することによって、基板処理のための様々な制御処理を実行するように構成されている。

[0086] 特に、コントローラ３は、ウェット処理ユニット２Ｗを構成する各部材（バルブ、モータ等）、搬送ロボットＩＲ，ＣＲ等を制御するようにプログラムされている。コントローラ３は、後述するドライ処理ユニット２Ｄ（後述する図１２を参照）を構成する部材（バルブ、モータ、電源等）についても同様に制御する。

[0087] コントローラ３によってバルブが制御されることによって、対応するノズルからの流体の吐出の有無や、対応するノズルからの流体の吐出流量が制御される。以下の各工程は、コントローラ３が基板処理装置１に備えられる各部材を制御することにより実行される。言い換えると、コントローラ３は、以下の各工程を実行するようにプログラムされている。

[0088] ＜基板処理の一例＞

図５は、基板処理装置１によって実行される基板処理の一例を説明するためのフローチャートである。図５には、主として、コントローラ３がプログラムを実行することによって実現される処理が示されている。

[0089] 図６は、基板処理において基板Ｗに供給される流体に関するタイムチャートである。図６における「吐出」は対応するノズルから流体が吐出されていることを示しており、「停止」は対応するノズルからの流体の吐出が停止されていることを示している。また、図６における「冷水」は、下側流体ノズル１２から冷水が吐出されていることを意味し、図６における「温水」は、

下側流体ノズル１２から温水が吐出されていることを示している。これらのことは、後述する図１０および図１１においても同様である。

[0090] 図７Ａ～図７Ｅは、基板処理装置１によって実行される基板処理の各工程の様子を説明するための模式図である。

[0091] 基板処理装置１による基板処理では、たとえば、図５に示すように、基板搬入工程（ステップＳ１）、エッチング処理液供給工程（ステップＳ２）、冷却工程（ステップＳ３）、リンス液供給工程（ステップＳ４）、加熱工程（ステップＳ５）、供給再開工程（ステップＳ６）、スピンドライ（ステップＳ７）、および、基板搬出工程（ステップＳ８）がこの順番で実行される。

[0092] 以下では、基板処理装置１によって実行される基板処理について、主に図３、図５および図６を参照して説明する。図７Ａ～図７Ｅについては適宜参照する。

[0093] まず、未処理の基板Ｗは、搬送ロボットＩＲ，ＣＲ（図２Ａを参照）によってキャリアＣからウェット処理ユニット２Ｗに搬入され、スピンチャック５に渡される（基板搬入工程：ステップＳ１）。これにより、基板Ｗは、スピンチャック５によって水平に保持される（基板保持工程）。スピンチャック５による基板Ｗの保持は、スピンドライ工程（ステップＳ７）が終了するまで継続される。スピンチャック５に基板Ｗが保持されている状態で、回転駆動機構２３が基板Ｗの回転を開始する（基板回転工程）。

[0094] 次に、搬送ロボットＣＲが処理ユニット２外に退避した後、基板Ｗの上面にエッチング処理液を供給するエッチング処理液供給工程（ステップＳ２）が実行される。

[0095] 具体的には、第１ノズル移動機構３５が、エッチング処理液ノズル１０を処理位置に移動させ、エッチング処理液ノズル１０が処理位置に位置する状態で、エッチング処理液バルブ５０Ａが開かれる。これにより、図７Ａに示すように、基板Ｗの上面に向けて、エッチング処理液ノズル１０からエッチング処理液が吐出される（エッチング処理液吐出工程）。エッチング処理液

ノズル１０から吐出されたエッチング処理液は、基板Wの上面に着液する。エッチング処理液は、遠心力の作用によって、基板Wの上面上の全体に広がり、基板Wの上面の全体に供給される（エッチング処理液供給工程）。

[0096] この基板処理では、エッチング処理液ノズル１０の処理位置は、エッチング処理液ノズル１０の吐出口が基板Wの上面の中央領域に対向する中央位置である。基板Wの上面の中央領域とは、基板Wの上面において基板Wの回転中心を含む領域のことである。そのため、エッチング処理液は、基板Wの上面の中央領域に着液する。この基板処理とは異なり、エッチング処理液ノズル１０は、基板Wの上面に沿って水平に移動しながらエッチング処理液を吐出してもよい。

[0097] エッチング処理液供給工程（ステップＳ２）の後、冷水によって基板Wの下面を冷却する冷却工程（ステップＳ３）が実行される。

[0098] 具体的には、エッチング処理液バルブ５０Ａを閉じてエッチング処理液の吐出を停止させ、その代わりに、流体バルブ５２Ａおよび冷却流体バルブ５３が開かれる。これにより、基板Wの下面に向けて下側流体ノズル１２から冷水が吐出される（冷水吐出工程、冷却流体吐出工程）。下側流体ノズル１２から吐出された冷水は、基板Wの下面の中央領域に着液（衝突）する。冷水は、遠心力の作用によって、基板Wの下面の全体に広がり、基板Wの下面の全体に供給される（冷水供給工程、冷却流体供給工程）。これにより、下方（第２主面側）から基板Wが冷却される。冷水によって基板Wが冷却されるため、基板Wの上面に付着しているエッチング処理液がゲル化し、エッチングゲル１２０が上面に形成される（ゲル化工程）。

[0099] エッチング処理液の吐出が停止された後、エッチング処理液ノズル１０は、第１ノズル移動機構３５によって退避位置に移動される。エッチング処理液ノズル１０の退避位置は、基板Wの上面には対向せず、平面視において、処理カップ７の外方に位置する位置である。

[0100] 冷却工程（ステップＳ３）の後、基板Wの下面に対する冷却を継続しつつ、基板Wの上面にリンス液を供給するリンス液供給工程（ステップＳ４）が

実行される。基板Wの下面に対する冷却を継続するとは、基板Wの温度をさらに低下させることを意味するのではなく、基板Wの温度変化にかかわらず基板Wの下面に対する冷水の供給を継続することを意味する。

[0101] リンス液供給工程（ステップＳ４）では、具体的には、第２ノズル移動機構３６が、リンス液ノズル１１を処理位置に移動させ、リンス液ノズル１１が処理位置に位置する状態で、リンス液バルブ５１Ａが開かれる。これにより、図７Ｃに示すように、基板Wの上面に向けて、リンス液ノズル１１からリンス液が吐出される（リンス液吐出工程）。リンス液ノズル１１から吐出されたリンス液は、基板Wの上面に着液する。リンス液は、遠心力の作用によって、基板Wの上面上の全体に広がり、基板Wの上面の全体に供給される（リンス液供給工程、第１リンス液供給工程）。

[0102] この基板処理では、リンス液ノズル１１の処理位置は、リンス液ノズル１１の吐出口が基板Wの上面の中央領域に対向する中央位置である。そのため、リンス液は、基板Wの上面の中央領域に着液する。この基板処理とは異なり、リンス液ノズル１１は、基板Wの上面に沿って水平に移動しながらリンス液を吐出してもよい。

[0103] リンス液供給工程において、流体バルブ５２Ａおよび冷却流体バルブ５３は、開いた状態に維持される。これにより、図７Ｃに示すように、基板Wの下面に対して冷水が供給されている間に、基板Wの上面にリンス液が供給される。リンス液ノズル１１から吐出されるリンス液の温度は、ゲル化剤の融点以上の温度であるため、基板Wの上面上のエッチングゲル１２０（図７Ｂを参照）は、リンス液によって加熱されてエッチング処理液に変化し、リンス液とともに基板W外に排出される。ただし、詳しくは後述するが、基板Wは、下方から冷却されているため、基板Wの上面に形成されている凹部１１０（図１を参照）には、エッチングゲル１２０が残留する。

[0104] リンス液供給工程（ステップＳ３）の後、温水によって基板Wの下面を加熱する加熱工程（ステップＳ４）が実行される。

[0105] 具体的には、リンス液バルブ５１Ａおよび冷却流体バルブ５３が閉じられ

、その代わりに、加熱流体バルブ５４が開かれる。これにより、図７Ｄに示すように、リンス液ノズル１１からの基板Ｗの上面へのリンス液の供給が停止され（リンス液供給停止工程）、かつ、下側流体ノズル１２から基板Ｗの下面への冷水の供給が停止される（冷却流体供給停止工程、冷水供給停止工程）。

[0106] 加熱流体バルブ５４が開かれることによって、基板Ｗの下面に向けて下側流体ノズル１２から温水が吐出される（加熱流体吐出工程、温水吐出工程）。下側流体ノズル１２から吐出された温水は、基板Ｗの下面に衝突する。温水は、遠心力の作用によって、基板Ｗの下面上の全体に広がり、基板Ｗの下面の全体に供給される（加熱流体供給工程、温水供給工程）。これにより、下方（第２主面側）から基板Ｗが加熱される。言い換えると、基板Ｗに対する冷却が停止される（冷却停止工程）。

[0107] 詳しくは後述するが、温水によって基板Ｗが加熱されるため、基板Ｗの上面に残留しているエッチングゲル１２０がエッチング処理液に変化する（ゾル化工程）。エッチングゲル１２０のゾル化によって形成されたエッチング処理液によって基板Ｗがエッチングされる（エッチング工程）。

[0108] リンス液ノズル１１からのリンス液の吐出が停止された後、リンス液ノズル１１は、処理位置に維持されている。そうすることで、後述する供給再開工程において、再びリンス液ノズル１１を移動させる手間を省略できる。

[0109] リンス液ノズル１１は、リンス液の吐出が停止された後、第２ノズル移動機構３６によって退避位置に移動されてもよい。リンス液ノズル１１の退避位置は、基板Ｗの上面には対向せず、平面視において、処理カップ７の外方に位置する位置である。

[0110] 加熱工程（ステップＳ５）の後、基板Ｗに対する加熱を継続しつつ、基板Ｗの上面にリンス液を再び供給する供給再開工程（ステップＳ６）が実行される。基板Ｗに対する加熱を継続するとは、基板Ｗの温度をさらに上昇させることを意味するのではなく、基板Ｗの温度変化にかかわらず、基板Ｗに対する温水の供給を継続することを意味する。

[0111] 供給再開工程（ステップＳ６）では、具体的には、リンス液バルブ５１Ａが開かれる。これにより、図７Ｅに示すように、基板Ｗの上面に向けて、リンス液ノズル１１からリンス液が吐出される（リンス液吐出工程）。リンス液ノズル１１から吐出されたリンス液は、基板Ｗの上面に着液する。リンス液は、遠心力の作用によって、基板Ｗの上面上の全体に広がり、基板Ｗの上面の全体に供給される（リンス液供給再開工程、第２リンス液供給工程）。リンス液ノズル１１から吐出されるリンス液の温度は、ゲル化剤の融点以上の温度であるため、基板Ｗの上面上に残留しているエッチング処理液を、エッチングゲルに変化させることなく、リンス液とともに基板Ｗ外に排出できる。

[0112] 供給再開工程（ステップＳ６）において、流体バルブ５２Ａおよび加熱流体バルブ５４は、開いた状態に維持される。これにより、図７Ｅに示すように、基板Ｗの上面にリンス液が供給されている間に、基板Ｗの下面に対して温水が供給されて、温水によって基板Ｗの加熱が補助される（補助加熱工程）。

[0113] 次に、基板Ｗを高速回転させて基板Ｗの上面を乾燥させるスピンドライ工程（ステップＳ７）が実行される。具体的には、リンス液バルブ５１Ａ、流体バルブ５２Ａおよび加熱流体バルブ５４が閉じられる。これにより、基板Ｗの上面へのリンス液の供給、および、基板Ｗの下面への加熱流体の供給が停止される。

[0114] そして、回転駆動機構２３が基板Ｗの回転を加速し、基板Ｗを高速回転させる。基板Ｗは、乾燥速度、たとえば、１５００ｒｐｍで回転される。それによって、大きな遠心力が基板Ｗの上面に付着しているリンス液および基板Ｗの下面に付着している温水に作用し、これらの液体が基板Ｗの周囲に振り切られる。その後、回転駆動機構２３が基板Ｗの回転を停止させる。

[0115] スピンドライ工程（ステップＳ７）の後、回転駆動機構２３が基板Ｗの回転を停止させる。その後、搬送ロボットＣＲが、ウェット処理ユニット２Ｗに進入して、スピンチャック５から処理済みの基板Ｗを受け取って、ウェッ

ト処理ユニット２Ｗ外へと搬出する（基板搬出工程：ステップＳ８）。その基板Ｗは、搬送ロボットＣＲから搬送ロボットＩＲへと渡され、搬送ロボットＩＲによって、キャリアＣに収納される。

[0116] 図８は、基板処理中の基板Ｗの上面付近の様子を説明するための模式図である。図８では、図示を簡略化するために、積層体１０２の全体を１つの層の断面として図示しているが、実際には、積層体１０２は、複数の絶縁層１０４および複数の犠牲層１０５を含んでいる。

[0117] エッチング処理液供給工程（ステップＳ２）において基板Ｗの上面にエッチング処理液を供給することによって、図８（ａ）に示すように、凹部１１０にエッチング処理液９０が充填される（エッチング処理液充填工程）。

[0118] その後、冷却工程（ステップＳ３）では、冷水によって、基板Ｗの下面側から基板Ｗが冷却される。これにより、基板Ｗを介してエッチング処理液９０が冷却されて、基板Ｗの上面上のエッチング処理液９０の温度がゲル化剤の凝固点以下の温度に達する。これにより、図８（ｂ）に示すように、エッチング処理液９０がエッチングゲル１２０に変化する（ゲル化工程）。エッチングゲル１２０は、凹部１１０内にも形成される。言い換えると、エッチングゲル１２０は、凹部１１０内に位置する内側ゲル１２１と、凹部１１０外に位置する外側ゲル１２２とを含む。

[0119] その後、リンス液供給工程（ステップＳ４）において、リンス液ノズル１１から吐出されるリンス液の温度は、ゲル化剤の融点以上の温度である。そのため、リンス液９１が基板Ｗの上面に供給されることで、外側ゲル１２２がエッチング処理液に変化する。外側ゲル１２２のゾル化によって形成されたエッチング処理液は、リンス液とともに基板Ｗ外へ排出される。外側ゲル１２２のゾル化後にもリンス液の供給を継続することで、内側ゲル１２１において凹部１１０の開口部１１１に位置する部分（開口側部分１２３）がエッチング処理液に変化する。

[0120] 開口側部分１２３のゾル化によって形成されたエッチング処理液は、リンス液によって置換されて凹部１１０内から除去される。その後、開口側部分

１２３のゾル化によって形成されたエッチング処理液は、リンス液とともに基板W外へ排出される。このように、開口側部分１２３は、エッチング処理液に変化して凹部１１０から除去される（開口側部分除去工程）。

[0121] 一方、内側ゲル１２１において開口側部分１２３よりも底部１１２側の底側部分１２４は、開口側部分１２３よりも下面に近いため、冷水による冷却の影響を受けやすい。そのため、図８（ｃ）に示すように、ゲル化剤の融点以上の温度を有するリンス液を基板Wの上面に供給しているにもかかわらず、底側部分１２４を、ゲルの状態に維持することができる。

[0122] 冷水の供給流量、リンス液９１の供給流量等を調整することによって、リンス液９１によって除去される内側ゲル１２１の量を調整できる。深さ方向ＤＤにおいて凹部１１０の中央部よりも開口部１１１側の内側ゲル１２１がリンス液９１によって除去されることが好ましい。

[0123] リンス液供給工程（ステップＳ４）の後、加熱工程（ステップＳ５）において、温水によって、基板Wの下面側から基板Wが加熱される。これにより、基板Wを介して内側ゲル１２１が加熱されて、内側ゲル１２１の温度がゲル化剤の融点以上の温度に達する。これにより、図８（ｄ）に示すように、凹部１１０内に残留している底側部分１２４がエッチング処理液９０に変化する（ゾル化工程）。

[0124] このように、加熱工程では、第１主面に対するリンス液の供給が停止した後に、凹部１１０に残存するエッチングゲル１２０の温度を速やかに上昇させて凹部１１０に残留するエッチングゲル１２０をエッチング処理液９０に変化させることができる。したがって、基板Wのエッチングを速やかに開始することができる。

[0125] 加熱工程（ステップＳ５）において基板Wの下面に温水が供給されている間、基板Wの上面へのリンス液９１の供給は停止されている。そのため、底側部分１２４のゾル化によって形成されたエッチング処理液９０は、リンス液９１によって即座に置換されることなく、エッチング処理液９０に接触するリンス液９１中にエッチング成分９２が拡散する（エッチング成分拡散工

程）。

[0126] これにより、基板Wの上面において凹部１１０を区画する部分がエッチングされる（エッチング工程）。エッチングの詳細については、以下の通りである。

[0127] 図８（ｅ）に示すように、凹部１１０の底部１１２から開口部１１１に向かってエッチング成分９２の濃度が薄くなるように、凹部１１０にエッチング成分９２の濃度勾配が生じる。そのため、凹部１１０の開口部１１１から底部１１２に向かってエッチングの速度勾配が生じる。詳しくは、エッチング速度は、底部１１２側の方が開口部１１１側よりも大きい。したがって、積層体１０２の一対の側壁１０６のエッチング量は、凹部１１０の深さ方向ＤＤにおいて底部１１２に近いほど大きい。これにより、凹部１１０がストレート形状に近づくように、底部１１２側における凹部１１０の幅Ｌが広がる。その結果、基板Wの上面に設けられる凹部１１０の深さ方向ＤＤにおいて凹部１１０の幅Ｌの均一性を向上させることができる。

[0128] 供給再開工程（ステップＳ６）では、基板Wの上面へのリンス液９１の供給が再開される。リンス液９１の温度はゲル化剤の融点よりも高温であるため、凹部１１０内のエッチング処理液９０がエッチングゲルに再び変化することを抑制できる。リンス液の再供給によって、図８（ｆ）に示すように、凹部１１０のエッチング処理液をリンス液９１によって凹部１１０から除去できる（エッチング処理液除去工程）。

[0129] 供給再開工程（ステップＳ６）において、リンス液は、エッチング処理液９０中のエッチング成分が凹部１１０内で拡散して、底部１１２側における凹部１１０の幅Ｌが適切に広げられた後に、凹部１１０内のエッチング処理液９０を置換する。その結果、基板Wの上面に設けられる凹部１１０の深さ方向ＤＤにおいて凹部１１０の幅Ｌの均一性を向上させることができる。

[0130] また、供給再開工程（ステップＳ６）では、基板Wに対する加熱が開始されて、凹部１１０に残存するエッチングゲル１２０の温度が上昇し、凹部１１０に残留するエッチングゲル１２０がエッチング処理液９０に変化する。

凹部１１０に残留するエッチングゲル１２０がエッチング処理液９０に変化した後に、基板Ｗの上面へのリンス液９１の供給が再開される。

[0131] また、供給再開工程（ステップＳ６）において基板Ｗにリンス液９１が供給されている間、温水によって、下方から基板Ｗが加熱される。すなわち、上面（第１主面）にリンス液を供給して凹部１１０内のエッチング処理液９０を除去する際に、下面側（第２主面側）から基板Ｗが加熱される（補助加熱工程）。そのため、リンス液９１の供給中に凹部１１０内のエッチング処理液９０が温度低下することを抑制できる。したがって、凹部１１０内でエッチング処理液９０がエッチングゲル１２０に変化して凹部１１０内にエッチング成分が残留することを抑制できる。

[0132] その後、スピンドライ工程（ステップＳ７）において凹部１１０からリンス液が除去されることで、基板Ｗの上面が乾燥される。

[0133] 第１実施形態によれば、既に凹部１１０が形成されている基板Ｗをさらにエッチングして、凹部１１０の深さ方向ＤＤにおいて凹部１１０の幅Ｌの均一性を向上させることができる。

[0134] 第１実施形態によれば、マスク層１０３を積層構造とすることなく、凹部１１０の幅Ｌの均一性の向上を図ることができるため、マスク層１０３の形成を簡略化できる。

[0135] また、第１実施形態によれば、温水等の加熱流体の供給という簡易な手法で基板Ｗの下面を加熱することができ、冷水等の冷却流体の供給という簡易な手法で基板Ｗの下面を冷却することができる。

[0136] ここで、ゲル化剤が寒天である場合、ゲル化剤の融点は８５℃以上９３℃以下であり、ゲル化剤の凝固点は３３℃以上４５℃以下である。このような温度範囲の融点および凝固点を有するゲル化剤を用いる場合、上述の実施形態とは異なり、加熱流体の温度は、たとえば、８５℃以上であり、冷却流体の温度は３３℃以下である。つまり、冷却流体の温度は常温よりも高い場合がある。この場合であっても、基板Ｗの上面に供給されるエッチング処理液の温度は、当然凝固点よりも高く３３℃よりも高いため、冷却流体によって

冷却される。

[0137] ゲル化剤の凝固点は３３℃以上４５℃以下である場合には、冷却流体として、常温よりも高温な温水を用いることも可能である。

[0138] ＜エッチング処理液の供給方法＞

図９Ａ～図９Ｃは、基板Ｗに対するエッチング処理液の供給方法の第１例～第３例についてそれぞれ説明するための模式図である。

[0139] 図９Ａに示す供給方法の第１例では、エッチング処理液を貯留するエッチング処理液タンク１４０にエッチング処理液配管４０が接続されており、エッチング処理液タンク１４０内のエッチング処理液がエッチング処理液配管４０を介して、エッチング処理液ノズル１０に供給される。エッチング処理液タンク１４０には、エッチング処理液タンク１４０にエッチング処理液を補充するエッチング処理液補充管１３３が接続されている。

[0140] エッチング処理液配管４０内のエッチング処理液の温度を調節する温度調節部材１３４によってエッチング処理液ノズル１０に供給されるエッチング処理液の温度が調節されてもよい。エッチング処理液タンク１４０内のエッチング処理液の温度を調節するように構成されていてもよい。

[0141] 図９Ｂに示す供給方法の第２例では、第１例とは異なり、エッチング処理液タンク１４０内でエッチング液およびゲル化剤液が混合されてエッチング処理液が形成される。

[0142] エッチング液は、エッチング成分および溶媒を含有する液体であり、たとえば、ＤＨＦ（希フッ酸）、または、ＡＰＭ（アンモニア過酸化水素水混合液）である。ゲル化剤液は、ゲル化剤および溶媒を含有する液体である。エッチング液に含有される溶媒、および、ゲル化剤液に含有される溶媒は、同種の液体であることが好ましく、たとえば、ＤＩＷであることが好ましい。

[0143] エッチング処理液タンク１４０にエッチング処理液配管４０が接続されており、エッチング処理液タンク１４０内のエッチング処理液がエッチング処理液配管４０を介して、エッチング処理液ノズル１０に供給される。エッチング処理液タンク１４０には、エッチング処理液タンク１４０にエッチング

液を補充するエッチング液補充管１３８と、エッチング処理液タンク１４０にゲル化剤液を補充するゲル化剤液補充管１３９とが接続されている。

[0144] 図９Ｃに示す供給方法の第３例では、エッチング液およびゲル化剤液が混合配管１３０内で混合されてエッチング処理液が形成され、混合配管１３０内で形成されたエッチング処理液がエッチング処理液ノズル１０から吐出されることによって基板Ｗの上面に供給される（エッチング処理液供給工程）。混合配管１３０は、複数の液体を混合するための配管であり、たとえば、ミキシングバルブである。

[0145] エッチング液は、エッチング液配管１３１を介して、エッチング液タンク１４１から混合配管１３０へ供給される。ゲル化剤液は、ゲル化剤液配管１３２を介して、ゲル化剤液タンク１４２から混合配管１３０へ供給される。混合配管１３０内で形成されたエッチング処理液は、エッチング処理液配管４０を介してエッチング処理液ノズル１０に供給される。

[0146] エッチング液配管１３１およびゲル化剤液配管１３２には、対応する配管内の流路を開閉する複数のバルブ（エッチング液バルブ１３５Ａおよびゲル化剤液バルブ１３６Ａ）がそれぞれ介装されている。エッチング液配管１３１およびゲル化剤液配管１３２には、対応する配管内の液体の流量を調整する複数の流量調整バルブ（エッチング液液流量調整バルブ１３５Ｂおよびゲル化剤液流量調整バルブ１３６Ｂ）がそれぞれ介装されている。

[0147] ＜第１実施形態に係る基板処理の変形例＞

図１０および図１１は、ぞれぞれ、基板処理の第１変形例および第２変形例を説明するためのタイムチャートである。

[0148] 図１０に示す基板処理の第１変形例では、図６に示す基板処理とは異なり、供給再開工程（ステップＳ６）において、基板Ｗの加熱が実行されない。詳しくは、リンス液バルブ５１Ａが開かれる一方で、流体バルブ５２Ａおよび加熱流体バルブ５４が閉じられる。これにより、基板Ｗの下面に対する温水の供給が停止され、その一方で、基板Ｗの上面にリンス液が供給される。

[0149] 基板処理の第１変形例においても、リンス液ノズル１１から吐出されるリ

ンス液の温度は、ゲル化剤の融点以上の温度である。そのため、リンス液によって、凹部１１０内のエッチング処理液の温度低下を抑制できる。そのため、基板Wの上面上に残留しているエッチング処理液を、エッチングゲルに変化させることなく、リンス液とともに基板W外に排出できる。

[0150] 図１１に示す基板処理の第２変形例では、図６に示す基板処理とは異なり、ステップＳ５において、加熱工程が実行されない。

[0151] 具体的には、冷却停止工程（ステップＳ５）では、まず、リンス液バルブ５１Ａおよび冷却流体バルブ５３を閉じてリンス液および冷水の吐出を停止させる。冷水の吐出を停止させることによって、基板Wの下面に対する冷却が停止される（冷却停止工程）。

[0152] 基板Wの下面に対する冷却を停止することによって基板Wの温度が徐々に上昇し、基板Wの上面に残留しているエッチングゲル１２０がエッチング処理液に変化する（ゾル化工程）。基板Wの加熱を行うことなく冷却の停止によってエッチングゲル１２０をエッチング処理液に変化させるためには、ゲル化剤の融点が室温よりも低いことが好ましい。エッチング処理液のゾル化によって形成されたエッチング処理液によって基板Wがエッチングされる（エッチング工程）。基板処理の第２変形例では、ステップＳ５において、基板Wを加熱する場合と比較して、エッチングゲル１２０のゾル化に時間を要する可能性があるものの、エッチングゲル１２０のゾル化が可能である。

[0153] 図示しないが、冷却停止工程（ステップＳ５）および供給再開工程（ステップＳ６）のいずれにおいても、温水等の加熱流体による基板Wの加熱が実行されない場合もあり得る。この場合、下側流体ノズル１２に加熱流体の供給のための配管等を設ける必要がないので、基板処理装置１の構成を簡略化できる。

[0154] また、下方からの基板Wの加熱は、冷却停止工程（ステップＳ５）の全期間において継続されている必要はないし、供給再開工程（ステップＳ６）の全期間において継続されている必要はない。すなわち、基板Wの加熱は、冷却停止工程の一部の期間において実行されてもよいし、供給再開工程の一部

の期間において実行されてもよい。ただし、冷却停止工程（ステップＳ５）において、加熱時間が長いほど、エッチングゲル１２０を速やかにエッチング処理液に変化させることができる。また、供給再開工程（ステップＳ６）において、加熱時間が長いほど、エッチングゲル１２０のゾル化を効果的に抑制できる。

[0155] ＜第２実施形態に係る基板処理装置の構成＞

図１２は、第２実施形態に係る基板処理装置１Ｐの構成を説明するための平面図である。

[0156] 第２実施形態に係る基板処理装置１Ｐが第１実施形態に係る基板処理装置１（図３を参照）と主に異なる点は、処理ユニット２が、ウェット処理ユニット２Ｗおよびドライ処理ユニット２Ｄを含む点である。図１２において、前述の図１～図１１に示された構成と同等の構成については、図１等と同一の参照符号を付してその説明を省略する。後述する図１３～図１４Ｂについても同様である。

[0157] 図１２に示す例では、搬送ロボットＩＲ側の２つの処理タワーＴＷが、複数のウェット処理ユニット２Ｗによって構成されており、搬送ロボットＩＲとは反対側の２つの処理タワーＴＷが、複数のドライ処理ユニット２Ｄによって構成されている。第２実施形態に係るウェット処理ユニット２Ｗの構成は、第１実施形態に係るウェット処理ユニット２Ｗの構成（図３に示す構成）と同じである。

[0158] ドライ処理ユニット２Ｄは、基板Ｗの上面に対してドライエッチング処理を実行するユニットである。ドライエッチング処理は、たとえば、反応性イオンエッチング法（ＲＩＥ：Reactive Ion Etching）によるドライエッチング処理である。ドライ処理ユニット２Ｄは、たとえば、チャンバ４内に配置されたプラズマ発生ユニット７０を有する。プラズマ発生ユニット７０は、基板Ｗを所定の位置に保持し、プラズマを発生させるユニットである。プラズマ発生ユニット７０にエッチングガスを供給することで、イオンを基板Ｗの上面に衝突させて基板Ｗをエッチングすることができる。

[0159] ＜第２実施形態に係る基板処理の一例＞

図１３は、第２実施形態に係る基板処理装置１Ｐによって基板処理の一例が行われているときの基板Ｗの様子を説明するための模式図である。第２実施形態に係る基板処理が、第１実施形態に係る基板処理（図５を参照）と主に異なる点は、ドライ処理ユニット２Ｄによって基板Ｗの上面に対してドライエッチング処理が実行される点である。

[0160] 以下では、主に図１２および図１３を参照して、第２実施形態に係る基板処理が第１実施形態に係る基板処理（図５を参照）と異なる点について説明する。

[0161] まず、未処理の基板Ｗは、搬送ロボットＩＲ，ＣＲ（図１２も参照）によってキャリアＣからドライ処理ユニット２Ｄに搬入される（第１搬入工程：ステップＳ１０）。ドライ処理ユニット２Ｄに搬入された基板Ｗに対してドライエッチング処理が実行される（ドライエッチング工程：ステップＳ１１）。

[0162] ドライエッチング工程（ステップＳ１１）の後、搬送ロボットＣＲがドライ処理ユニット２Ｄに進入し、プラズマ発生ユニット７０から基板Ｗを受け取り、ドライ処理ユニット２Ｄ外へと搬出する（第１搬出工程：ステップＳ１２）。ドライ処理ユニット２Ｄから搬出された基板Ｗは、搬送ロボットＣＲによって、ウェット処理ユニット２Ｗに搬入され、スピンチャック５に渡される（第２搬入工程：ステップＳ１３）。

[0163] ウェット処理ユニット２Ｗ内において、エッチング処理液供給工程（ステップＳ２）～スピンドライ工程（ステップＳ７）が実行される。その後、搬送ロボットＣＲがウェット処理ユニット２Ｗに進入し、基板Ｗをスピンチャック５から受け取り、ウェット処理ユニット２Ｗ外へと搬出する（第２搬出工程：ステップＳ１４）。

[0164] ウェット処理ユニット２Ｗから搬出された基板Ｗは、搬送ロボットＣＲから搬送ロボットＩＲへと渡され、搬送ロボットＩＲによって、キャリアＣに収納される。

[0165] 図１４Ａに示すように、ドライエッチング処理が実行される前の基板Ｗの上面おいてマスク層１０３が形成されていない領域には、凹部１１０が形成されていない。ドライ処理ユニット２Ｄを用いて図１４Ｂに示すようにドライエッチング処理が実行されることによって、基板Ｗの上面においてマスク層１０３が形成されていない領域に凹部１１０を形成することができる。

[0166] ＜その他の実施形態＞

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

[0167] たとえば、第１実施形態に係る基板処理の対象となる基板Ｗの構成は、図１に示すものに限られない。凹部が形成されている主面を有する基板Ｗであれば、第１実施形態に係る基板処理に用いることができる。たとえば、図１の凹部１１０は、積層体１０２に形成されているが、凹部１１０は、積層体１０２に形成されている必要はなく、単一の絶縁層によって構成されている部分に形成されてもよいし、単一の半導体層であってもよい。第２実施形態に係る基板処理の対象となる基板Ｗにおいても、積層体１０２が設けられている必要はない。

[0168] 上述の各実施形態では、下方からの基板Ｗの冷却および加熱は、下側流体ノズル１２から吐出される流体によって実行される。しかしながら、上述の各実施形態とは異なり、たとえば、図１５Ａに示すように、基板Ｗに下方から対向する冷却部材としてのクーリングプレート１５１を有する冷却ユニット１５０によって基板Ｗが冷却されてもよいし、図１５Ｂに示すように、基板Ｗに下方から対向する加熱部材としてのホットプレート１６１を有する加熱ユニット１６０によって基板Ｗが加熱されてもよい。

[0169] 図１５Ａに示す冷却ユニット１５０は、クーリングプレート１５１と、クーリングプレート１５１の下面に連結されクーリングプレート１５１を昇降させる昇降軸１５２とを含む。クーリングプレート１５１は、平面視円形状の冷却面を有する。冷却面は、基板Ｗよりもわずかに小さい。冷却面は、たとえば、クーリングプレート１５１の上面によって構成されている。

[0170] クーリングプレート１５１には、たとえば、内蔵冷却流体管１５３が内蔵されている。内蔵冷却流体管１５３には、内蔵冷却流体管１５３に冷却流体を供給する冷却流体供給管１５４と、内蔵冷却流体管１５３から冷却流体を排出する冷却流体排出管１５５とが接続されている。冷却流体供給管１５４には、冷却流体供給管１５４内の流路開閉する冷却流体供給バルブ１５６が介装されている。

[0171] 昇降軸１５２には、モータ等のアクチュエータを含む昇降機構１５７が接続されている。クーリングプレート１５１は、昇降機構１５７によって、基板Wの下面に接する接触位置と、基板Wの下面から離間した離間位置との間で昇降される。昇降機構１５７は、電動モータ等のアクチュエータを含む。クーリングプレート１５１は、ゲル化剤の凝固点以下の温度を有しており、基板Wの下面をゲル化剤の凝固点以下の温度に冷却することができる。

[0172] クーリングプレート１５１によって下方から基板Wを冷却することによって、基板Wの下面をその全域に亘って高い均一性で冷却することができる。

[0173] 図１５Ｂに示す加熱ユニット１６０は、ホットプレート１６１と、ホットプレート１６１の下面に連結されホットプレート１６１を昇降させる昇降軸１６２とを含む。ホットプレート１６１は、平面視円形状の加熱面を有する。加熱面は、基板Wよりもわずかに小さい。加熱面は、たとえば、ホットプレート１６１の上面によって構成されている。

[0174] ホットプレート１６１には、たとえば、ヒータ１６３が内蔵されている。ヒータ１６３には、給電線１６４が接続されており、給電線１６４を介して、電源等の通電ユニット１６５から電力が供給される。

[0175] 昇降軸１６２には、モータ等のアクチュエータを含む昇降機構１６６が接続されている。ホットプレート１６１は、昇降機構１６６によって、基板Wの下面に接する接触位置と、基板Wの下面から離間した離間位置との間で昇降される。ホットプレート１６１は、基板Wの下面に接する接触位置と、基板Wの下面から離間した離間位置との間で昇降可能である。昇降機構１６６は、電動モータ等のアクチュエータを含む。ホットプレート１６１は、ゲル

化剤の融点以上の温度を有しており、基板Ｗの下面をゲル化剤の融点以上の温度に加熱することができる。

[0176] ホットプレート１６１によって下方から基板Ｗを加熱することによって、基板Ｗの下面をその全域に亘って高い均一性で加熱することができる。

[0177] 図示しないが、温度を切り換えることができる構成であれば、単一のプレートをクーリングプレートおよびホットプレートの両方として機能させることができる。

[0178] また、下方からの基板Ｗの冷却および加熱のいずれか一方を、流体を用いて行い、もう一方を、プレートを用いて行うことも可能である。具体的には、基板Ｗとスピンベース２１との間にホットプレート１６１を設け、図１５Ｂに二点鎖線で示すように、ホットプレート１６１の上面から露出する下側流体ノズル１２から冷却流体を吐出できるように構成することが可能である。逆に、基板Ｗとスピンベース２１との間にクーリングプレート１５１を設け、図１５Ａに二点鎖線で示すように、クーリングプレート１５１の上面から露出する下側流体ノズル１２から加熱流体を吐出できるように構成することも可能である。

[0179] 上述の各実施形態では、第１主面を上方に向けて基板処理が行われる。しかしながら、上述の実施形態とは異なり、第１主面を下方に向けて基板処理が実行されてもよい。すなわち、基板Ｗの下面にエッチング処理液およびリンス液が供給され、基板Ｗの上面に冷却流体および加熱流体が供給されてもよい。当然、冷却にクーリングプレートを用いる場合には、基板Ｗの上面にクーリングプレートを対向させて基板Ｗの上面を冷却できる。同様に加熱にホットプレートを用いる場合には、基板Ｗの上面にホットプレートを対向させて基板Ｗの上面を加熱できる。

[0180] エッチング処理液供給工程（ステップＳ２）におけるエッチング液の吐出が停止された後に、基板Ｗの下面に向けて冷水が供給される。しかしながら、エッチング液の吐出よりも前に冷水の供給が開始されてもよいし、エッチング液の吐出中に冷水の供給が開始されてもよい。

[0181] また、上述の第１実施形態では、複数のウェット処理ユニット２Ｗが、搬送ロボットＩＲ，ＣＲおよびコントローラ３とともに、基板処理装置１に備えられている。しかしながら、基板処理装置は、単一のウェット処理ユニット２Ｗのみによって構成されていてもよい。言い換えると、ウェット処理ユニット２Ｗが基板処理装置の一例であってもよい。

[0182] また、基板処理装置１とは別に設けられたドライ処理装置を用いてドライエッチング処理を実行してもよい。すなわち、基板処理装置１には、処理ユニット２としてウェット処理ユニット２Ｗのみが設けられており、ウェット処理ユニット２Ｗでの基板処理が実行される前の基板Ｗに対して、ドライ処理装置を用いてドライエッチング処理を実行してもよい。

[0183] なお、上述の実施形態では、「水平」、「鉛直」といった表現を用いたが、厳密に「水平」、「鉛直」であることを要しない。すなわち、これらの各表現は、製造精度、設置精度等のずれを許容するものである。

[0184] 発明の実施形態について詳細に説明してきたが、これらは本発明の技術的内容を明らかにするために用いられた具体例に過ぎず、本発明はこれらの具体例に限定して解釈されるべきではなく、本発明の範囲は添付の請求の範囲によってのみ限定される。

[0185] この出願は、２０２１年３月２４日に日本国特許庁に提出された特願２０２１－０５０１４１号に対応しており、この出願の全開示はここに引用により組み込まれるものとする。

符号の説明

[0186] １ ：基板処理装置

１Ｐ ：基板処理装置

２Ｗ ：ウェット処理ユニット（基板処理装置）

２Ｄ ：ドライ処理ユニット

１０ ：エッチング処理液ノズル（エッチング処理液供給部材）

１１ ：リンス液ノズル（リンス液供給部材）

１２ ：下側流体ノズル（冷却部材、加熱部材）

９０　　：エッチング処理液

９１　　：リンス液

９２　　：エッチング成分

１１０　：凹部

１１１　：開口部

１１２　：底部

１２０　：エッチングゲル

１２３　：開口側部分

１２４　：底側部分（凹部に残留するゲル）

１５１　：クーリングプレート（冷却部材）

１６１　：ホットプレート（加熱部材）

Ｄ　　：深さ

Ｗ　　：基板

請求の範囲

[請求項1] 第１主面および前記第１主面とは反対側の第２主面を有する基板を処理する基板処理方法であって、

エッチング成分およびゲル化剤を含有するエッチング処理液を前記第１主面に供給するエッチング処理液供給工程と、

前記エッチング処理液供給工程の後、前記ゲル化剤の凝固点以下の温度に前記第２主面を冷却する冷却工程と、

前記第２主面に対する冷却を継続しつつ、前記ゲル化剤の融点以上の温度を有するリンス液を前記第１主面に供給するリンス液供給工程と、

前記リンス液供給工程の後に、前記第２主面に対する冷却を停止する冷却停止工程とを含む、基板処理方法。

[請求項2] 前記冷却停止工程が、前記融点以上の温度に前記第２主面を加熱する加熱工程を含む、請求項１に記載の基板処理方法。

[請求項3] 前記加熱工程が、前記第２主面に対して、前記融点以上の温度を有する加熱流体を供給することによって、前記第２主面側から前記基板を加熱する工程を含む、請求項２に記載の基板処理方法。

[請求項4] 前記加熱工程が、前記第２主面に下方から対向し前記融点以上の温度を有するホットプレートによって、前記第２主面側から前記基板を加熱する工程を含む、請求項２または３に記載の基板処理方法。

[請求項5] 前記冷却工程が、前記第２主面に対して、前記凝固点以下の温度を有する冷却流体を供給することによって前記第２主面側から前記基板を冷却する工程を含む、請求項１～４のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項6] 前記冷却工程が、前記第２主面に下方から対向し前記凝固点以下の温度を有するクーリングプレートによって、前記第２主面側から前記基板を冷却する工程を含む、請求項５に記載の基板処理方法。

[請求項7] 前記基板の前記第１主面には、開口部および底部を有する凹部が形

成されている、請求項１～６のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項8] 前記凹部の深さが０．５μｍ以上１．５μｍ以下であり、

前記凹部のアスペクト比が２０以上１００以下である、請求項７に記載の基板処理方法。

[請求項9] 前記冷却工程が、前記凹部内の前記エッチング処理液をゲルに変化させるゲル化工程を含み、

前記リンス液供給工程が、前記ゲルにおいて前記凹部の前記開口部に位置する開口側部分を前記エッチング処理液に変化させ前記開口側部分を前記凹部から除去する開口側部分除去工程を含み、

前記冷却停止工程が、前記凹部に残留する前記ゲルを前記エッチング処理液に変化させるゾル化工程を含む、請求項８に記載の基板処理方法。

[請求項10] 前記ゾル化工程によって形成された前記エッチング処理液中のエッチング成分を、前記リンス液供給工程において前記凹部に進入している前記リンス液中に拡散させるエッチング成分拡散工程を含む、請求項９に記載の基板処理方法。

[請求項11] 前記冷却停止工程の後に、前記リンス液の供給を再開する供給再開工程をさらに含み、

前記供給再開工程が、前記ゾル化工程によって形成された前記エッチング処理液を前記リンス液によって除去するエッチング処理液除去工程を含む、請求項９または１０に記載の基板処理方法。

[請求項12] 前記冷却停止工程の後に、前記リンス液の供給を再開する供給再開工程をさらに含む、請求項１～８のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項13] 前記供給再開工程において前記基板に前記リンス液が供給されている間、前記第２主面側から前記基板を加熱する補助加熱工程をさらに含む、請求項１１または１２に記載の基板処理方法。

[請求項14] 前記エッチング処理液供給工程の前に、前記基板の前記第１主面に

対してドライエッチング処理を実行するドライエッチング工程をさらに含む、請求項１～１３のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項15] 第１主面および前記第１主面とは反対側の第２主面を有する基板を処理する基板処理装置であって、

前記第１主面に、エッチング成分およびゲル化剤を含有するエッチング処理液を供給するエッチング処理液供給部材と、

前記ゲル化剤の凝固点以下の温度に前記第２主面を冷却する冷却部材と、

前記第１主面に前記ゲル化剤の融点以上の温度を有するリンス液を供給するリンス液供給部材とを含む、基板処理装置。

[請求項16] 前記冷却部材は、前記第１主面上に前記エッチング処理液が付着している状態の前記基板を冷却し、

前記リンス液供給部材は、前記冷却部材によって冷却されている状態の前記基板の前記第１主面に前記リンス液を供給する、請求項１５に記載の基板処理装置。

[請求項17] 前記融点以上の温度に前記第２主面を加熱する加熱部材をさらに含む、請求項１５または１６に記載の基板処理装置。

[請求項18] 前記基板の前記第１主面には、開口部および底部を有する凹部が形成されている、請求項１５～１７のいずれか一項に記載の基板処理装置。

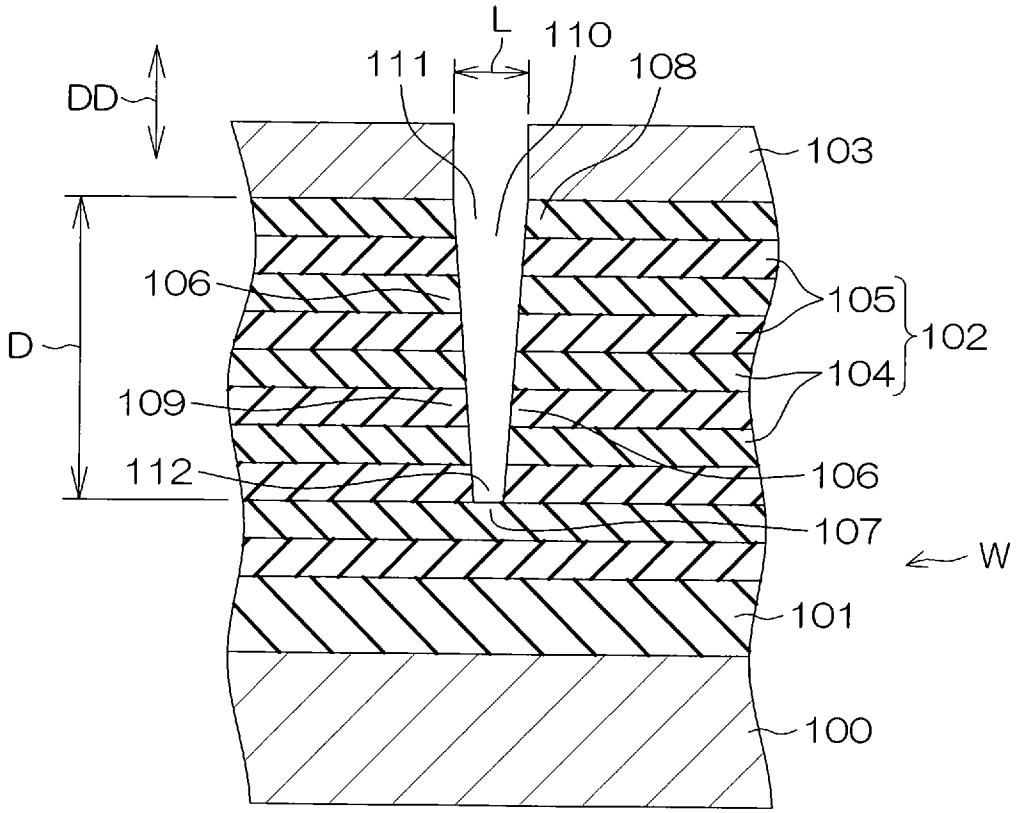
[請求項19] 前記凹部の深さが０．５μｍ以上１．５μｍ以下であり、

前記凹部のアスペクト比が２０以上１００以下である、請求項１８に記載の基板処理装置。

[請求項20] 前記基板の前記第１主面に対してドライエッチング処理を実行するドライ処理ユニットをさらに含む、請求項１５～１９のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[図1]

図1



[図2A]

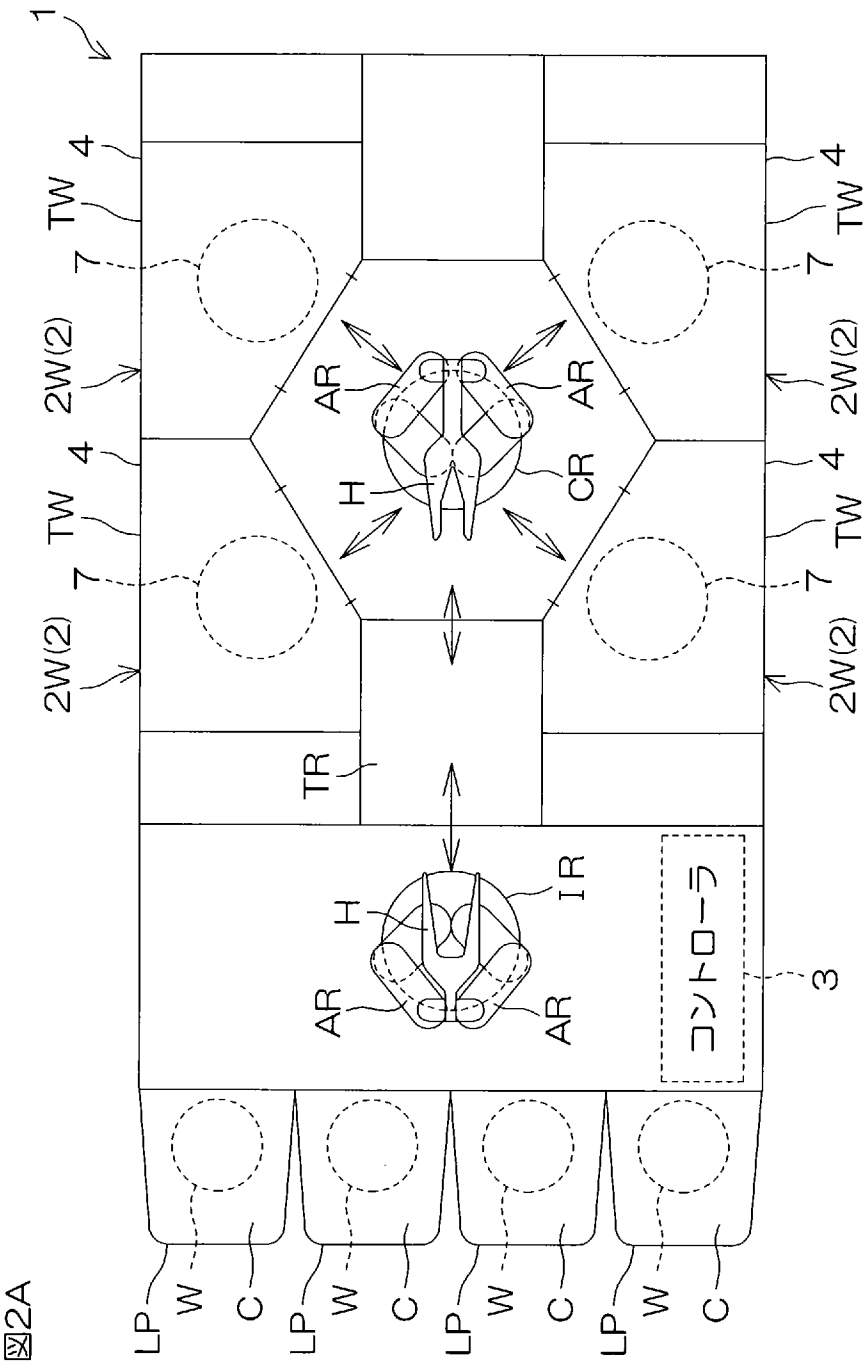


図2A

[図2B]

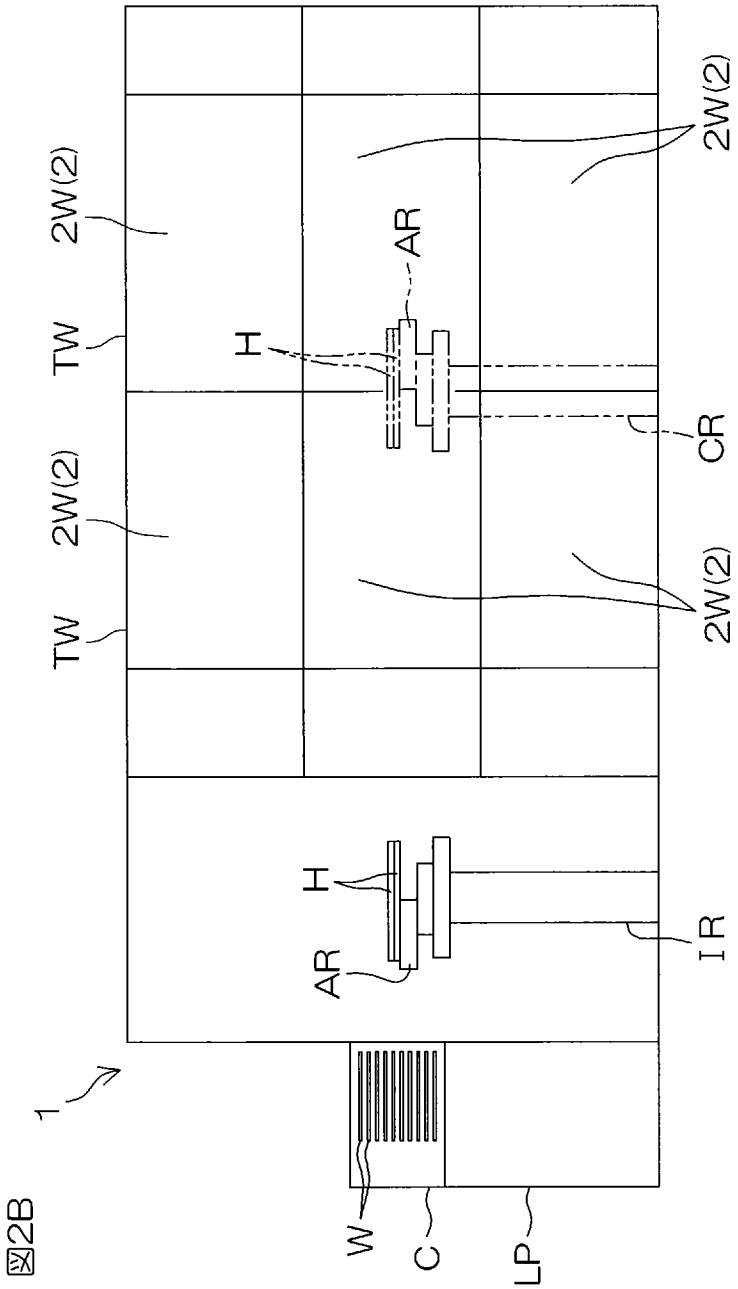


図2B

[図3]

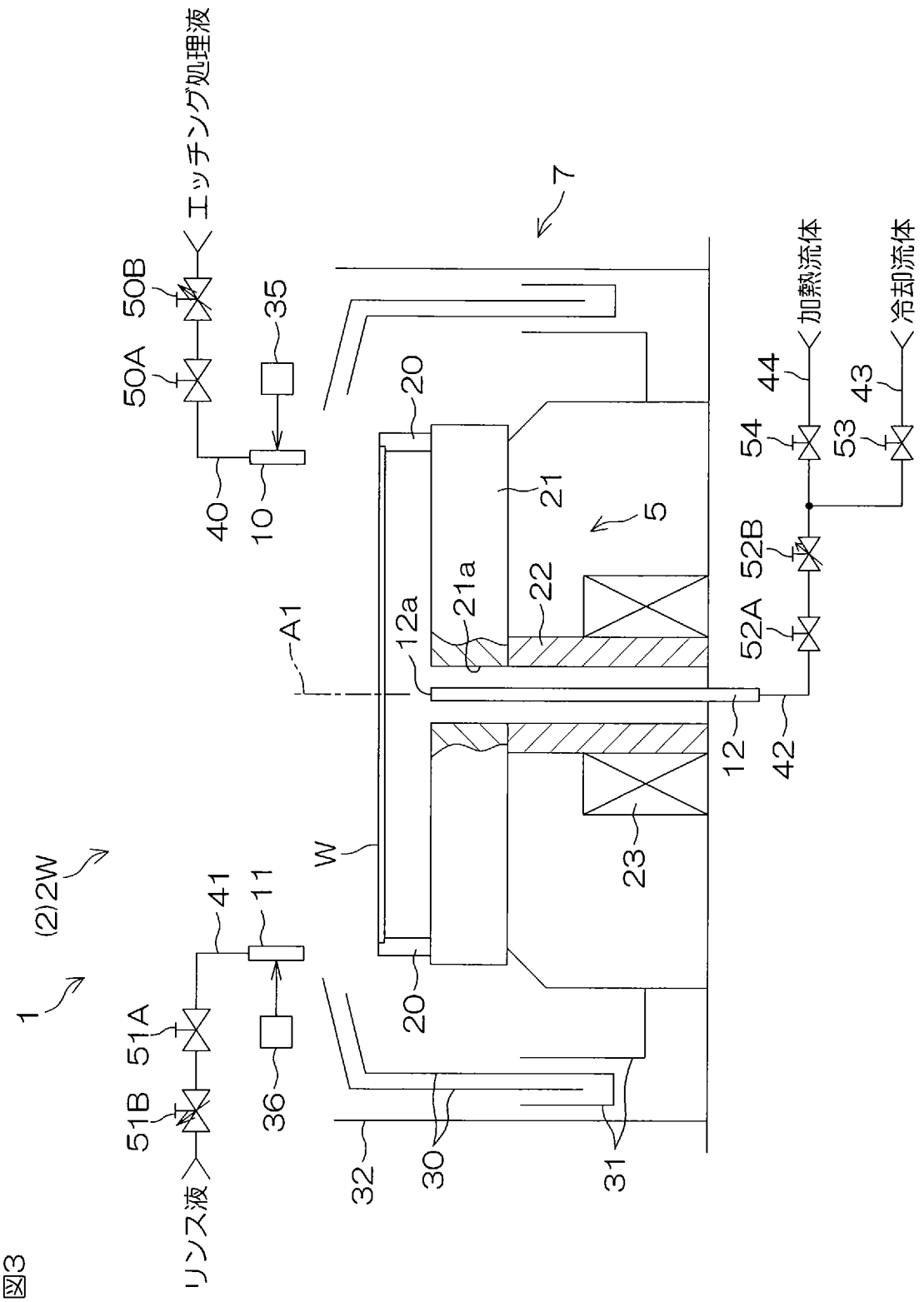
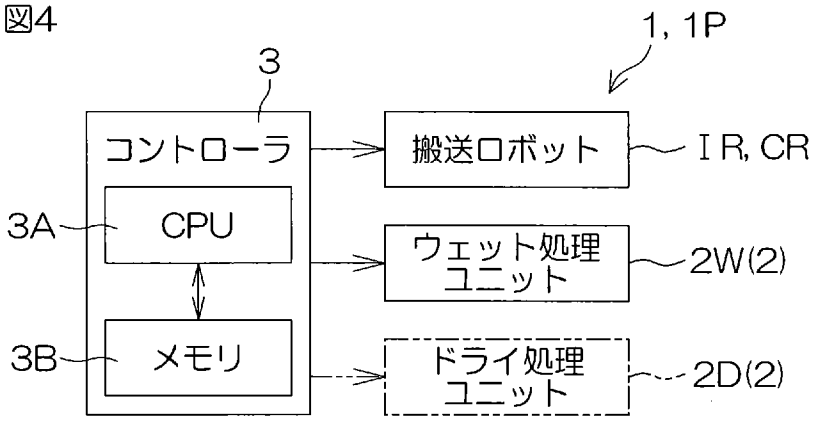

エッチング処理液
50B
50A
35
40
10
7
20
21
5
21a
22
A1
12a
W
(2)2W
1
41
11
51A
51B
36
リンス液
20
23
32
30
31
加熱流体
冷却流体
44
43
54
53
52B
52A
12
42

図3

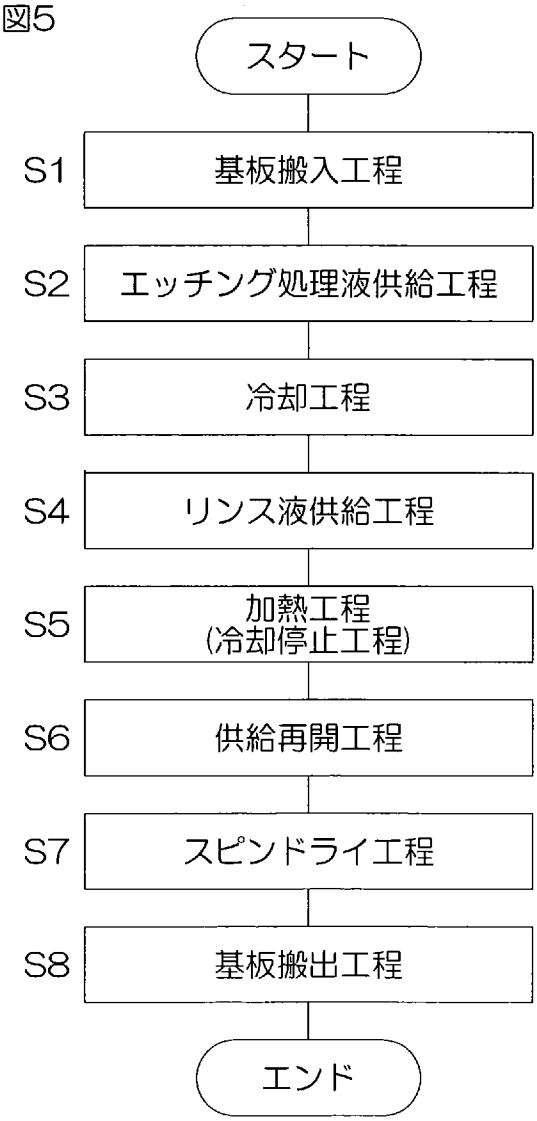
[図4]

図4


1, 1P
3
コントローラ
搬送ロボット
I R, CR
3A
CPU
ウェット処理ユニット
2W(2)
3B
メモリ
ドライ処理ユニット
2D(2)

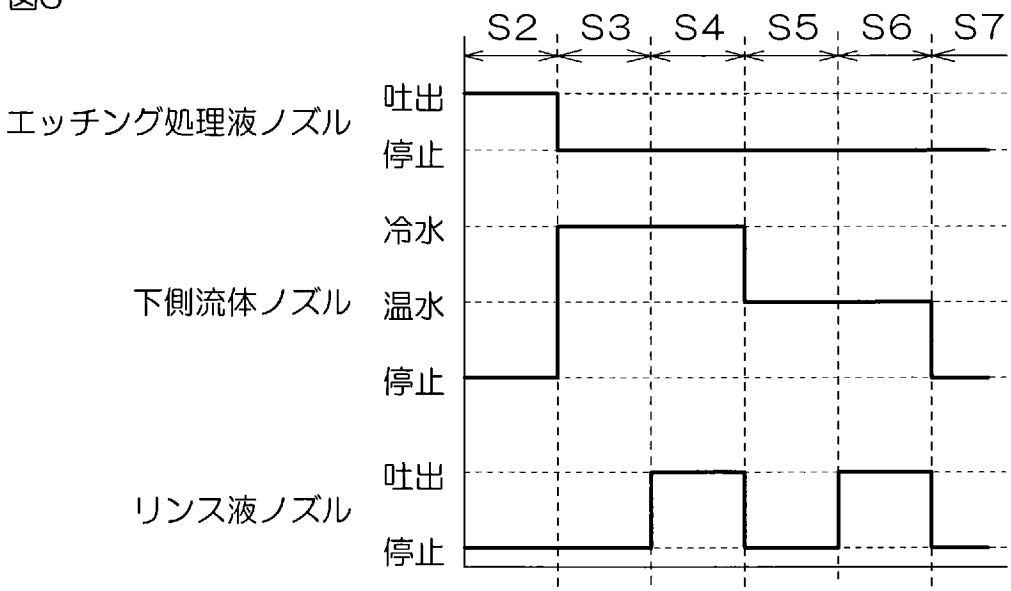
[図5]

図5


スタート
S1
基板搬入工程
S2
エッチング処理液供給工程
S3
冷却工程
S4
リンス液供給工程
S5
加熱工程
(冷却停止工程)
S6
供給再開工程
S7
スピンドライ工程
S8
基板搬出工程
エンド

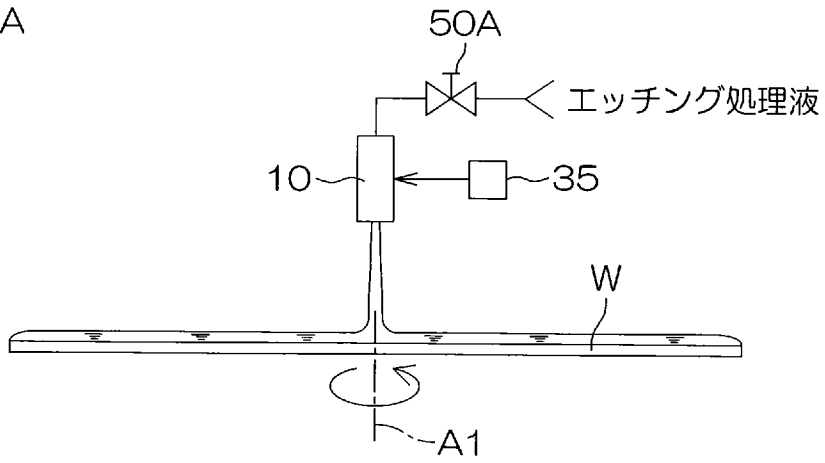
[図6]

図6


S2
S3
S4
S5
S6
S7
エッチング処理液ノズル
吐出
停止
下側流体ノズル
冷水
温水
停止
リンス液ノズル
吐出
停止

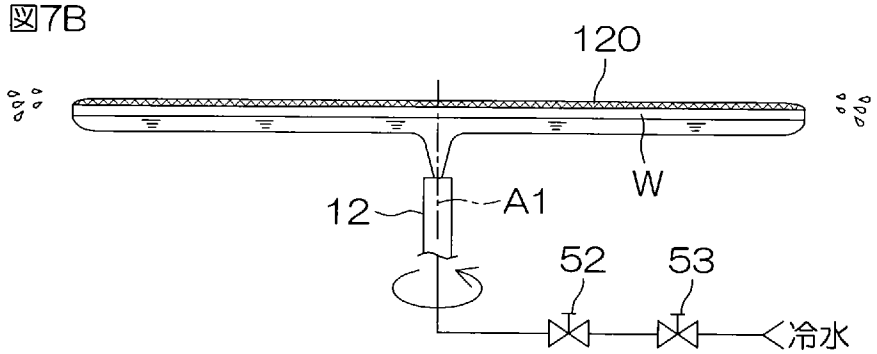
[図7A]

図7A



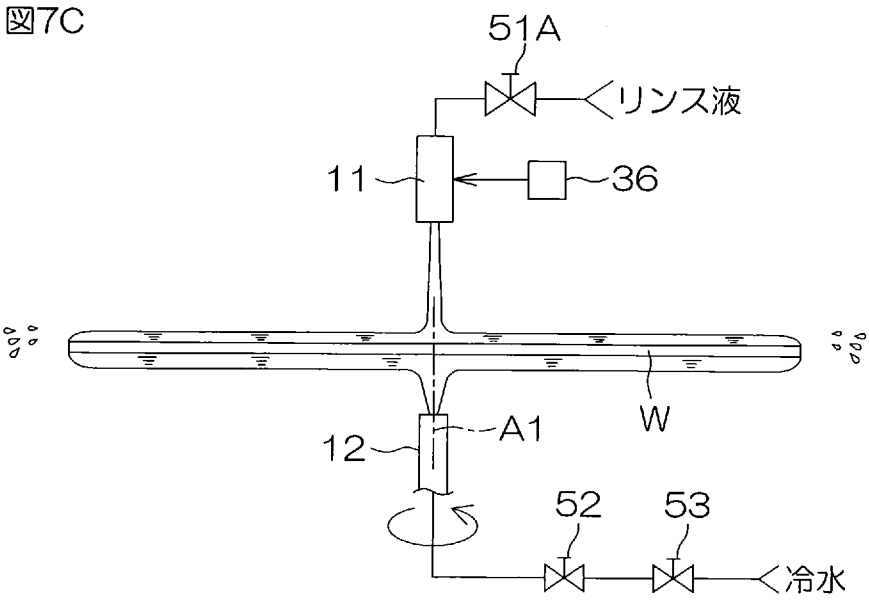
[図7B]

図7B



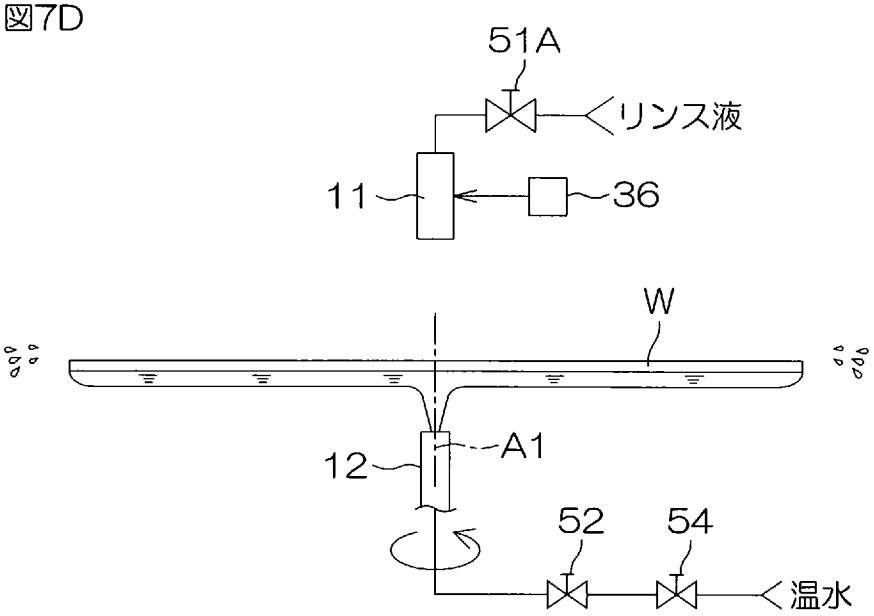
[図7C]

図7C



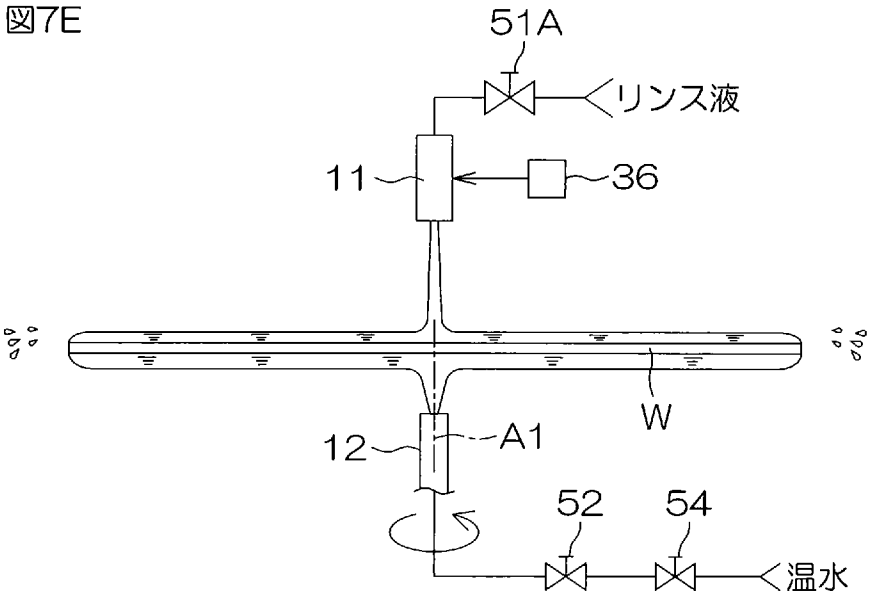
[図7D]

図7D



[図7E]

図7E



[図8]

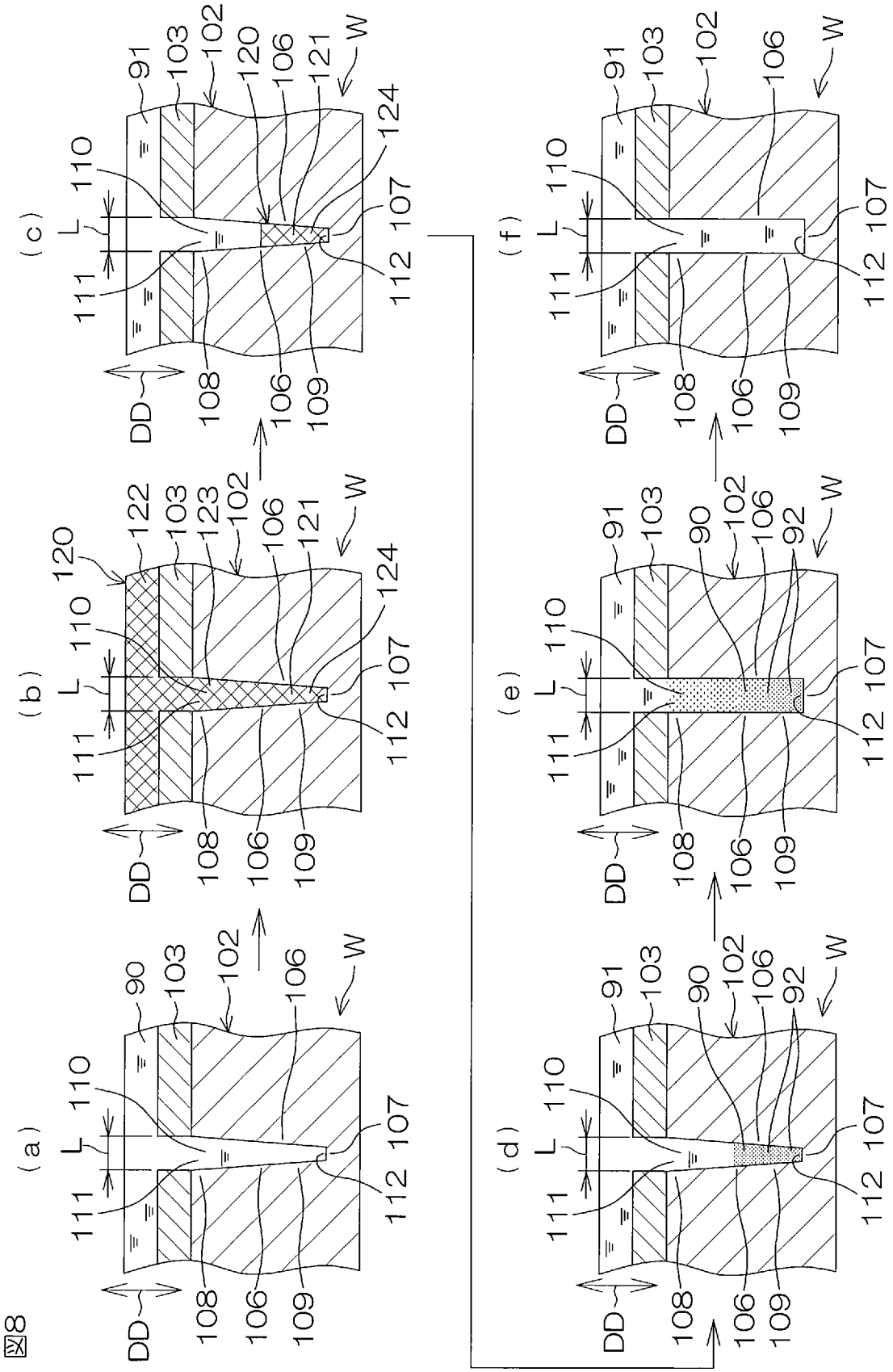
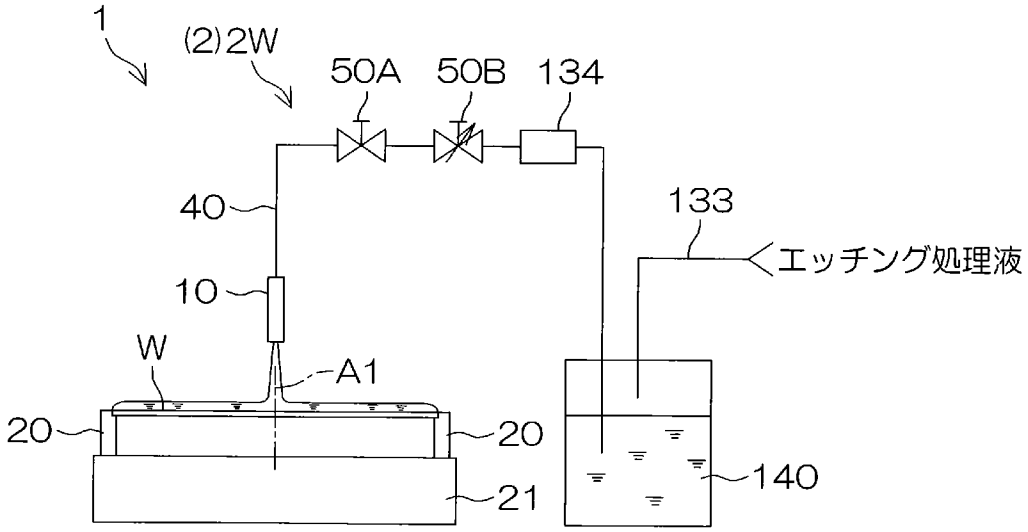

(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
L
DD
W
90
91
92
102
103
106
107
108
109
110
111
112
120
121
122
123
124

図8

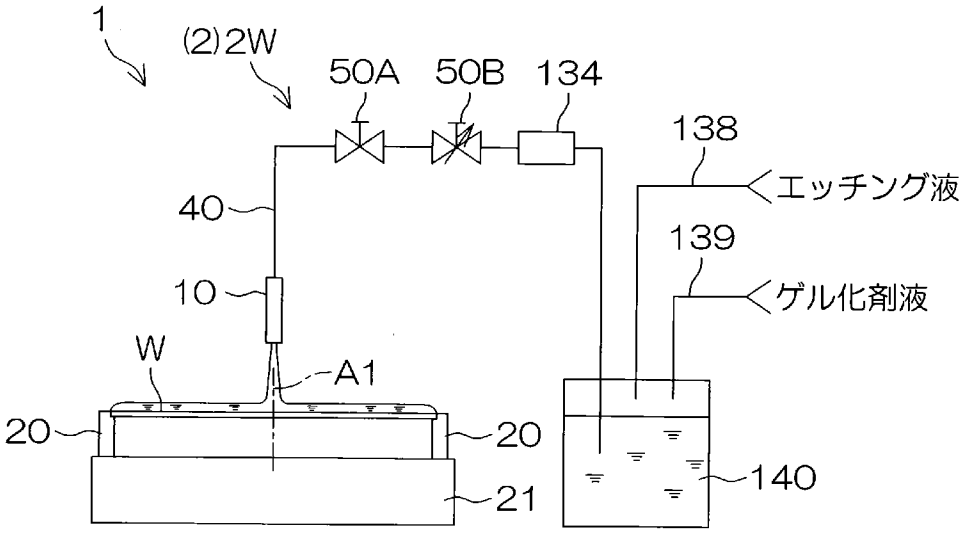
[図9A]

図9A



[図9B]

図9B



[図9C]

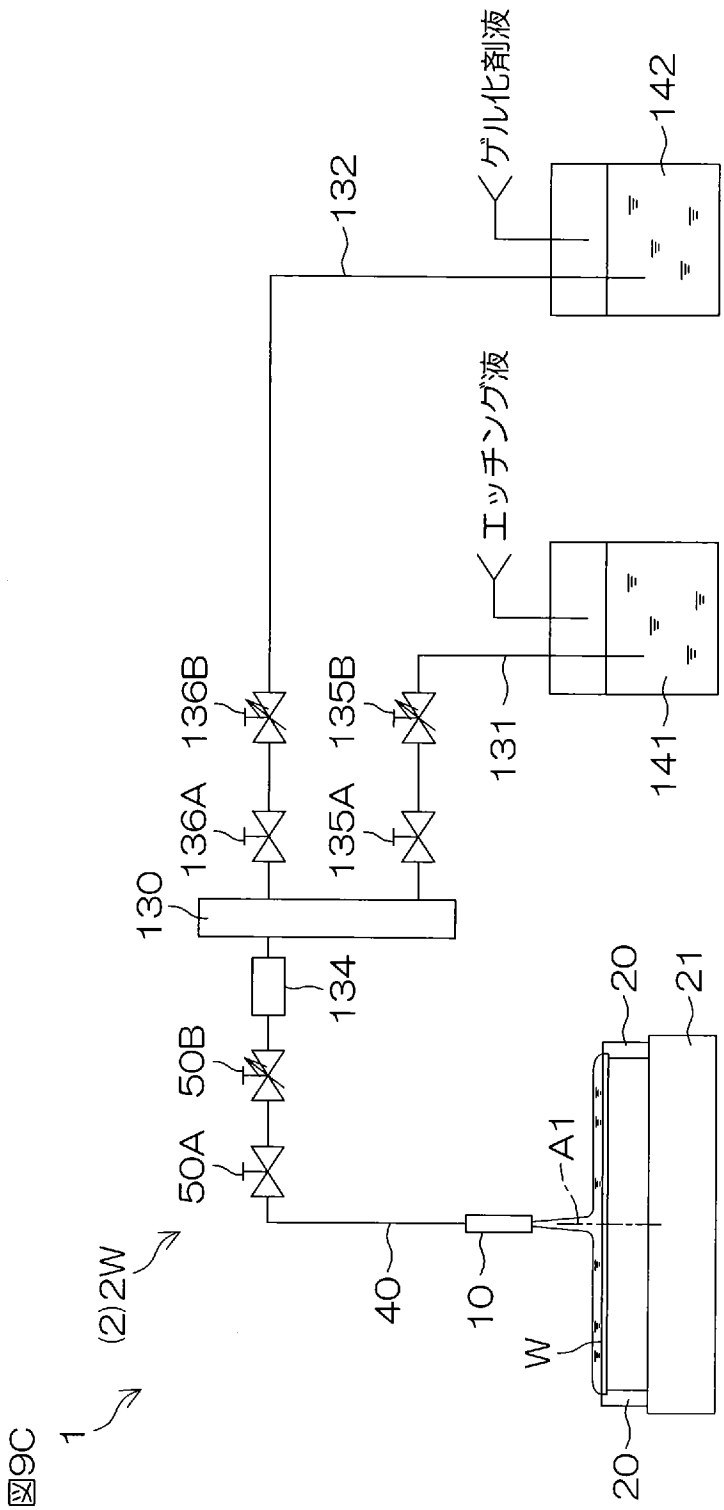
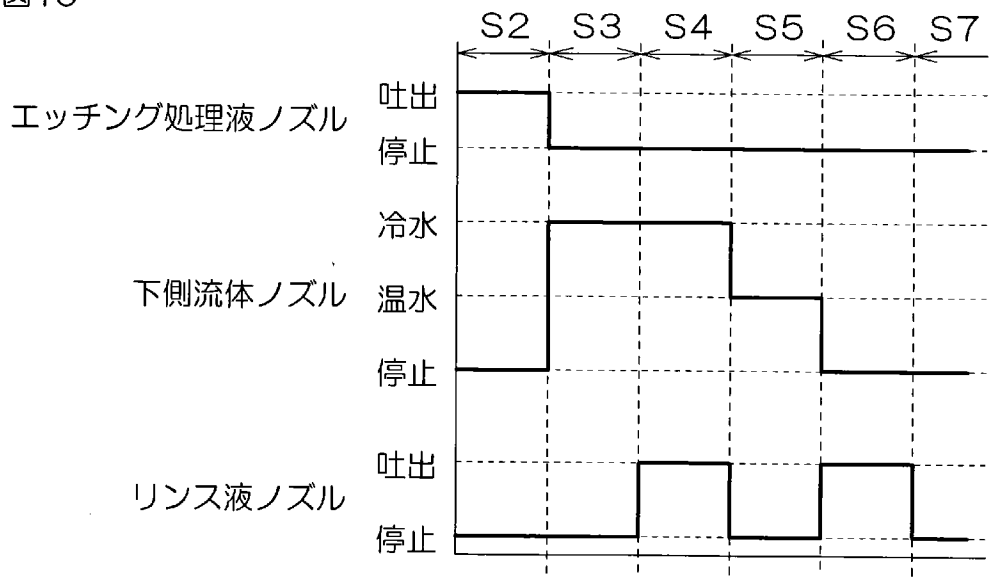

ゲル化剤液
142
132
エッチング液
136B
135B
131
141
136A
135A
130
134
50B
50A
(2)2W
1
40
10
A1
W
20
21
20

図9C

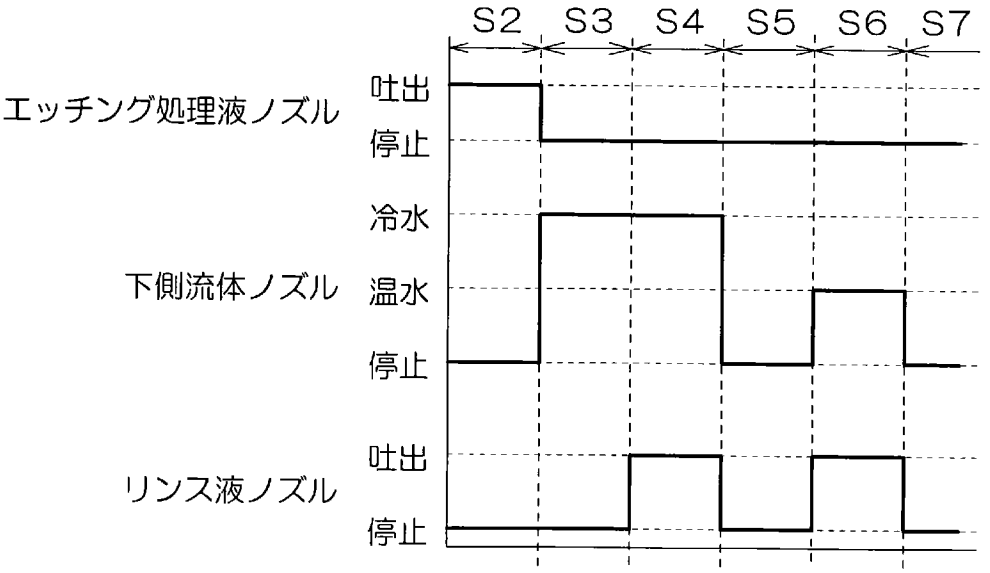
[図10]

図10



[図11]

図11



[図12]

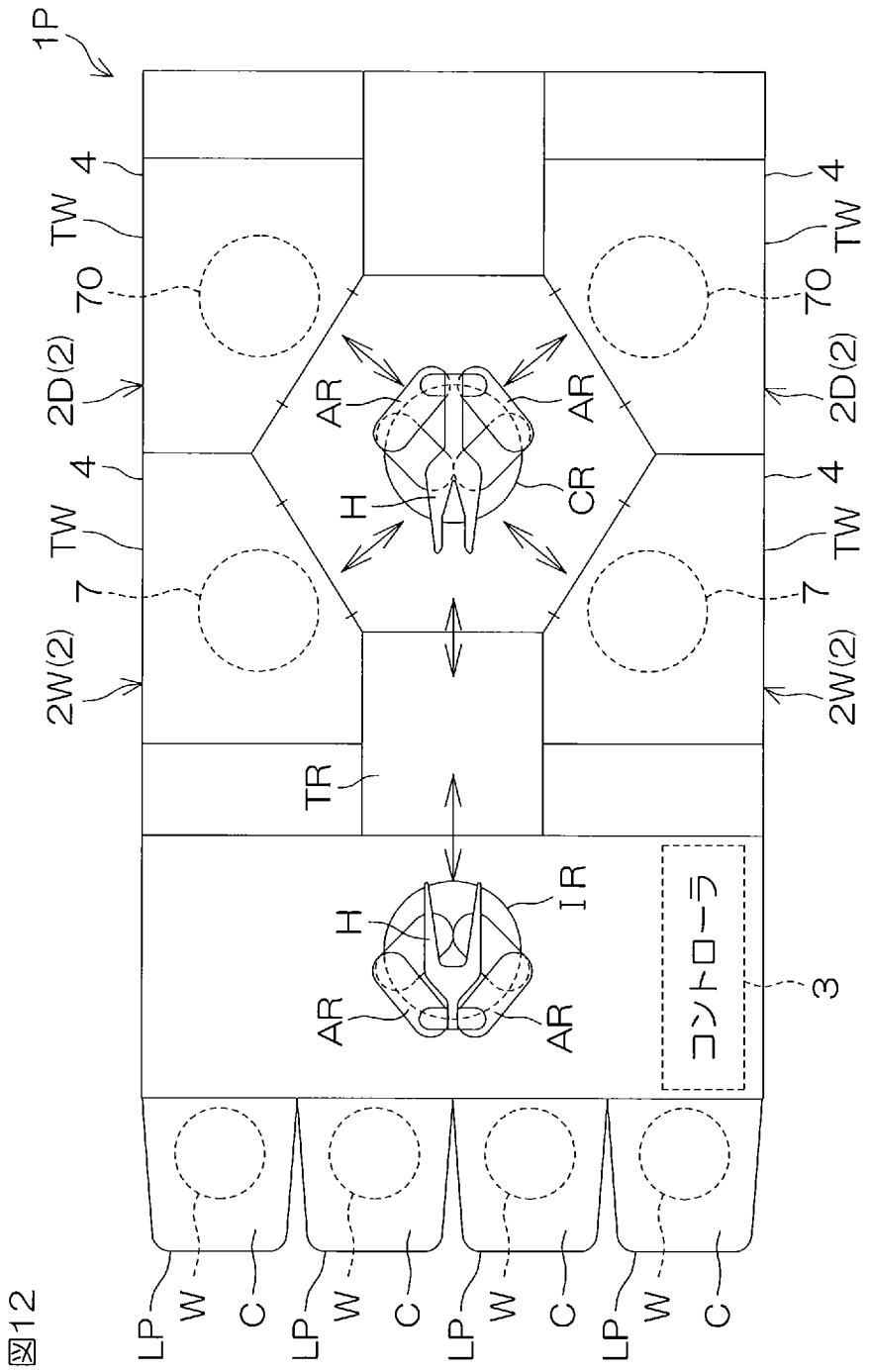
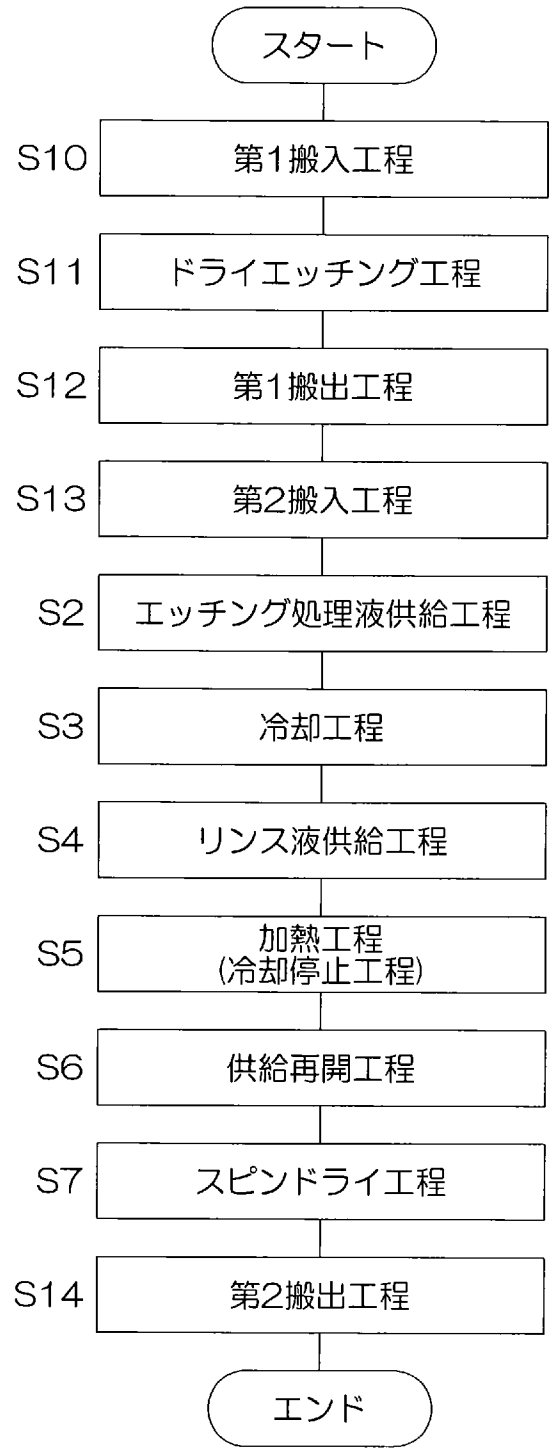


図12

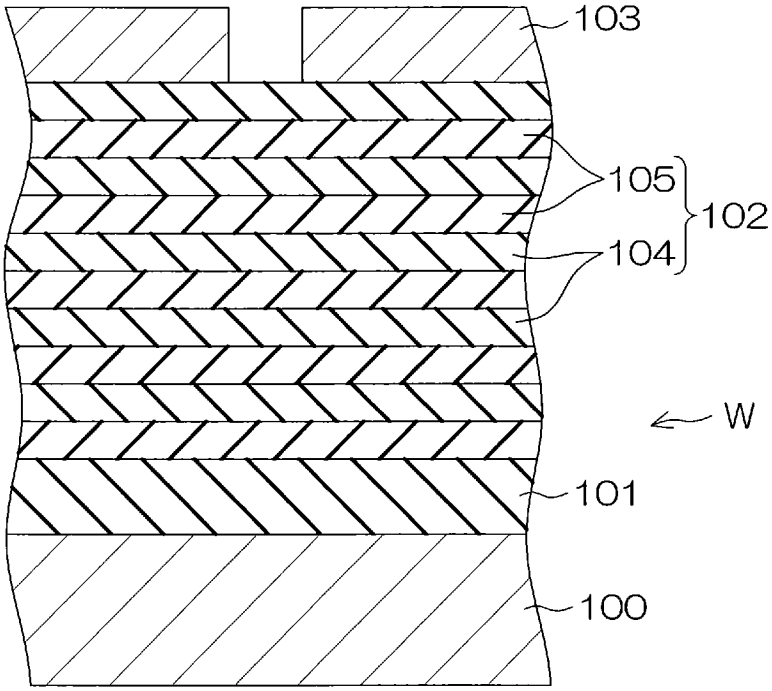
[図13]

図13


スタート
S10
第1搬入工程
S11
ドライエッチング工程
S12
第1搬出工程
S13
第2搬入工程
S2
エッチング処理液供給工程
S3
冷却工程
S4
リンス液供給工程
S5
加熱工程
(冷却停止工程)
S6
供給再開工程
S7
スピンドライ工程
S14
第2搬出工程
エンド

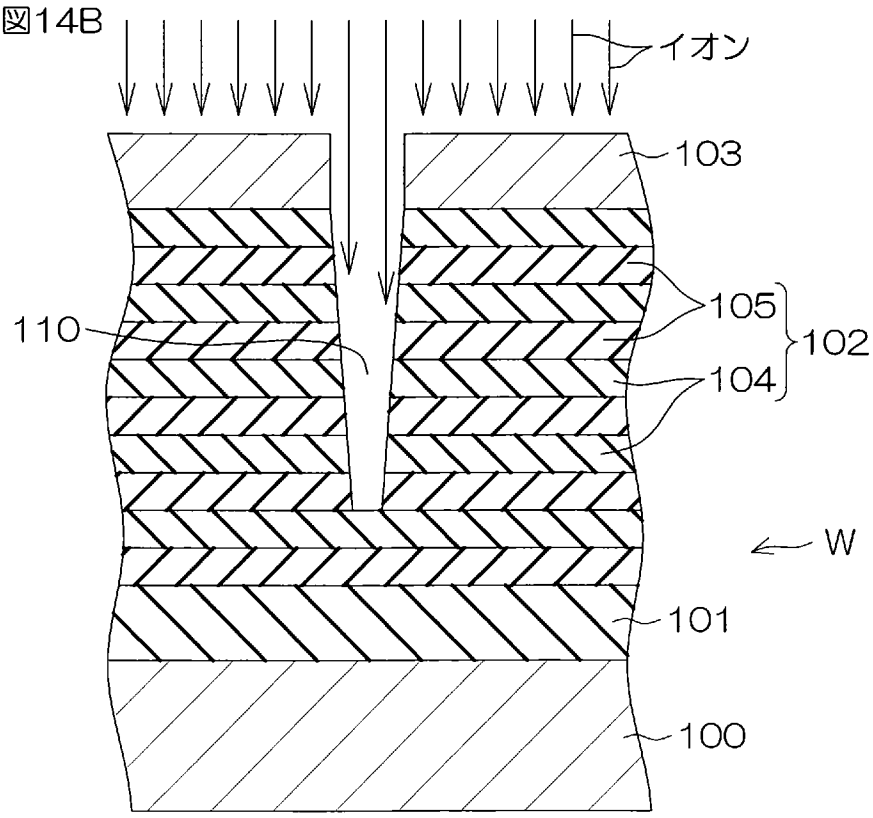
[図14A]

図14A



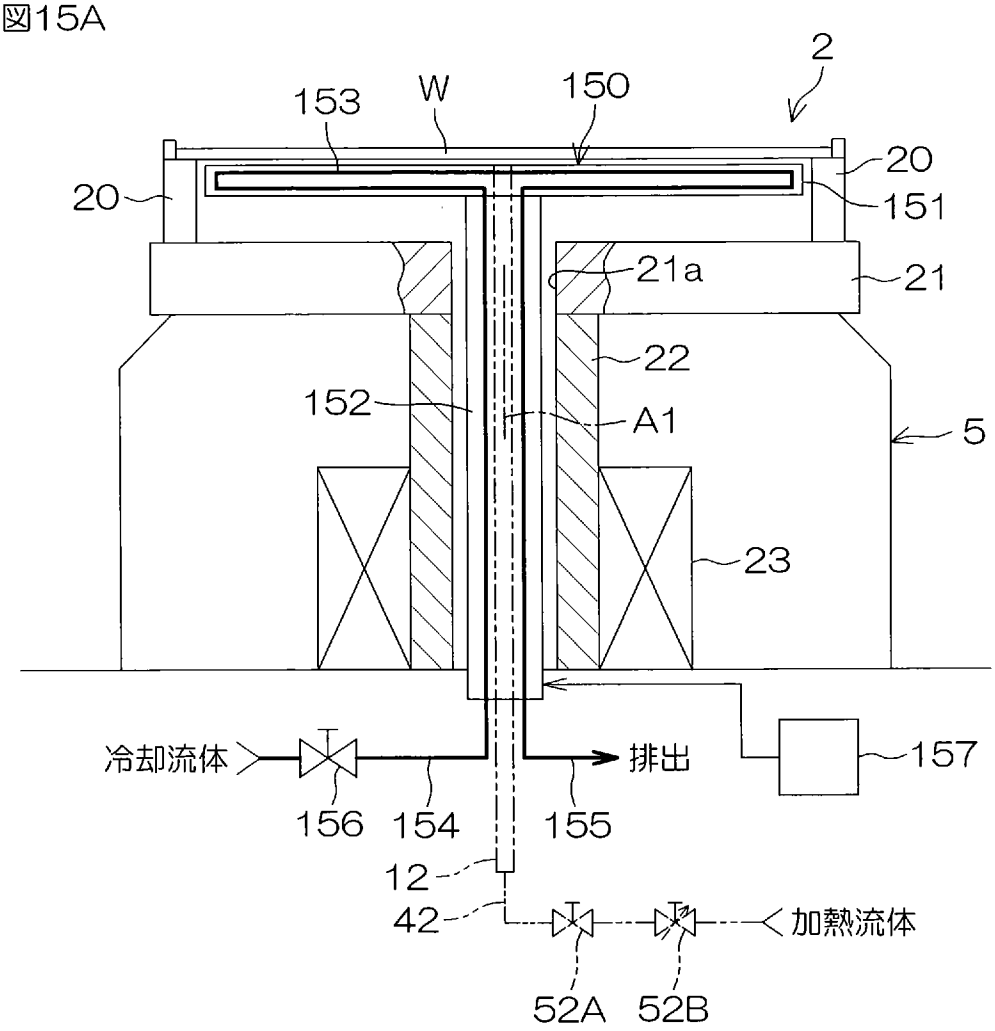
[図14B]

図14B



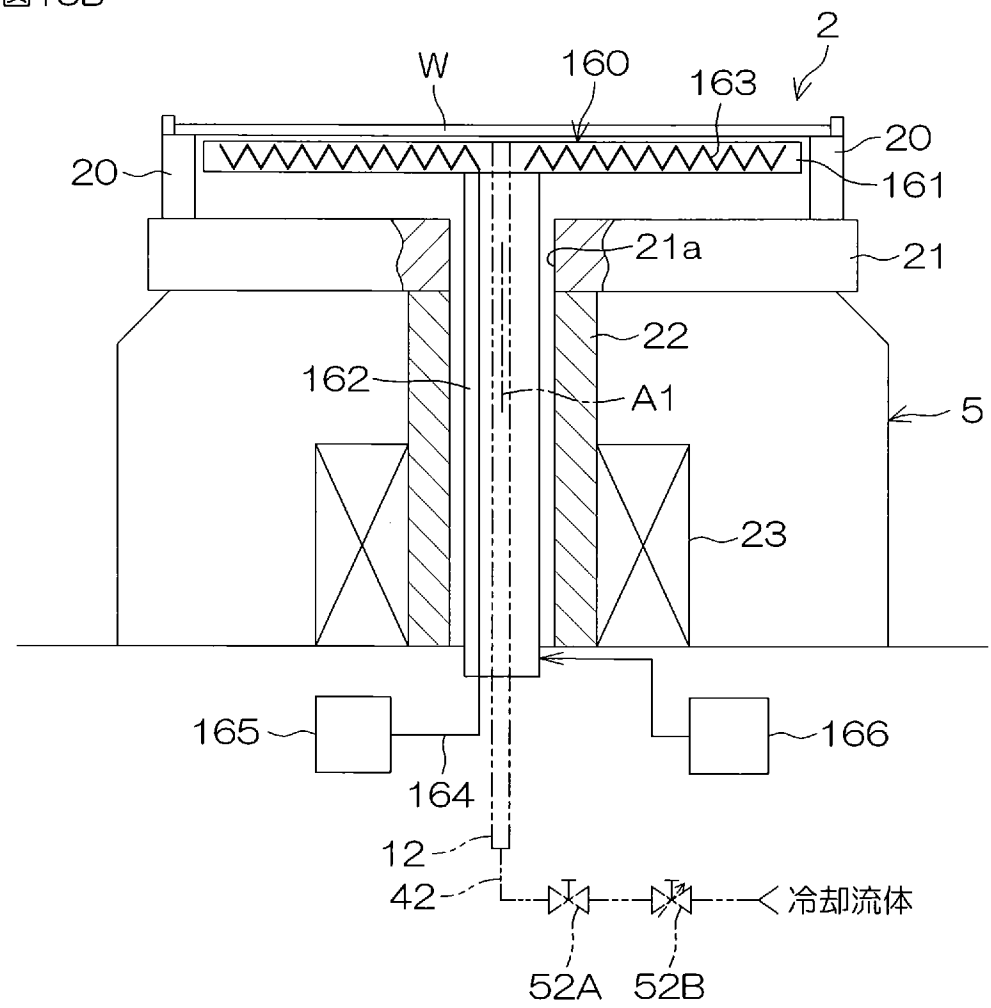
[図15A]

図15A


2
153
W
150
20
20
151
21a
21
22
152
A1
5
23
冷却流体
排出
157
156
154
155
12
42
加熱流体
52A
52B

[図15B]

図15B


2
W
160
163
20
20
161
21a
21
22
162
A1
5
23
165
166
164
12
42
冷却流体
52A
52B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/039269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/3065(2006.01)i; ***H01L 21/304***(2006.01)i; ***H01L 21/306***(2006.01)i; ***H01L 21/308***(2006.01)i
FI: H01L21/308 E; H01L21/306 S; H01L21/306 D; H01L21/304 643A; H01L21/304 651; H01L21/302 105A

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)

H01L21/3065; H01L21/304; H01L21/306; H01L21/308

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	JP 2015-165526 A (UNIV OSAKA) 17 September 2015 (2015-09-17) paragraphs [0192]-[0209]	1-20
A	JP 2019-54121 A (SETTSU SEIYU KK) 04 April 2019 (2019-04-04) paragraph [0008]	1-20
A	JP 2010-508663 A (MERCK PATENT GMBH) 18 March 2010 (2010-03-18) paragraph [0022]	1-20
A	JP 2020-145358 A (TOYODA GOSEI KK) 10 September 2020 (2020-09-10) paragraphs [0029]-[0031], fig. 2	1-20

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 December 2021	**28 December 2021**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/039269

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2015-165526 A	17 September 2015	WO 2015/129884 A1 paragraphs [0190]-[0207] TW 201547040 A	
JP 2019-54121 A	04 April 2019	(Family: none)	
JP 2010-508663 A	18 March 2010	US 2010/0068889 A1 paragraph [0032] WO 2008/052636 A1 EP 2099877 A1 DE 102006051952 A1 KR 10-2009-0091733 A CN 101528884 A TW 200835778 A MY 149145 A HK 1133030 A ES 2531087 T	
JP 2020-145358 A	10 September 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/039269

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/3065(2006.01)i; H01L 21/304(2006.01)i; H01L 21/306(2006.01)i; H01L 21/308(2006.01)i
FI: H01L21/308 E; H01L21/306 S; H01L21/306 D; H01L21/304 643A; H01L21/304 651; H01L21/302 105A

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））

H01L21/3065; H01L21/304; H01L21/306; H01L21/308

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
A	JP 2015-165526 A (国立大学法人大阪大学) 17.09.2015 (2015-09-17) 段落0192-0209	1-20
A	JP 2019-54121 A (攝津製油株式会社) 04.04.2019 (2019-04-04) 段落0008	1-20
A	JP 2010-508663 A (メルク パテント ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 18.03.2010 (2010-03-18) 段落0022	1-20
A	JP 2020-145358 A (豊田合成株式会社) 10.09.2020 (2020-09-10) 段落0029-0031,図2	1-20

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

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

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
21.12.2021	28.12.2021

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）
田中　崇大 50 7894

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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/JP2021/039269

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-165526 A	17.09.2015	WO 2015/129884 A1 段落0190-0207 TW 201547040 A	
JP 2019-54121 A	04.04.2019	（ファミリーなし）	
JP 2010-508663 A	18.03.2010	US 2010/0068889 A1 段落0032 WO 2008/052636 A1 EP 2099877 A1 DE 102006051952 A1 KR 10-2009-0091733 A CN 101528884 A TW 200835778 A MY 149145 A HK 1133030 A ES 2531087 T	
JP 2020-145358 A	10.09.2020	（ファミリーなし）	