

(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
2012年12月6日(06.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/165377 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/063640
- (22) 国際出願日: 2012年5月28日(28.05.2012)
- (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 2011-120896 2011年5月30日(30.05.2011) JP
特願 2011-120905 2011年5月30日(30.05.2011) JP
特願 2012-026550 2012年2月9日(09.02.2012) JP
特願 2012-026564 2012年2月9日(09.02.2012) JP
特願 2012-113556 2012年5月17日(17.05.2012) JP
特願 2012-113563 2012年5月17日(17.05.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 光岡 一行(MITSUOKA Kazuyuki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP). 楊 元(YOU Gen) [—/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢6

50 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP). 大野 広基(OHNO Hiroki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP). 折居 武彦(ORII Takehiko) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP). 岩下 光秋(IWASHITA Mitsuaki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP). 戸島 孝之(TOSHIMA Takayuki) [JP/JP]; 〒8611116 熊本県合志市福原1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP).

(74) 代理人: 勝沼 宏仁, 外(KATSUNUMA Hirohito et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

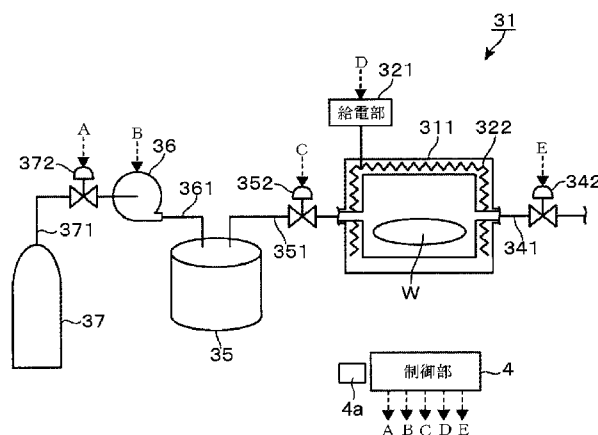
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR TREATING SUBSTRATE, DEVICE FOR TREATING SUBSTRATE AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 基板処理方法、基板処理装置および記憶媒体

[図4]



4 Control unit
321 Power supply unit

(57) Abstract: [Problem] To provide a method and the like for treating a substrate such that drying-preventing liquid entering a pattern on the substrate can be removed in a relatively short time. [Solution] A substrate (W), which is formed with an irregular pattern on a surface thereof, and to which drying-preventing liquid covering the pattern so as to enter the concave portions thereof adheres, is carried into a treatment container (31); the substrate (W) is then heated, and gas for pressurization or fluid in a high pressure state is supplied into the treatment container (31) to form a high pressure atmosphere in the treatment container (31) before the drying-preventing liquid vaporizes to such a degree that pattern collapse occurs, and place the drying-preventing liquid in a high pressure state while still in the concave portions of the pattern; and thereafter, the fluid in the treatment container (31) is discharged in a high pressure state or in a gaseous state.

(57) 要約:

[続葉有]



SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

〔課題〕基板のパターン内に入り込んだ乾燥防止用の液体を比較的短い時間で除去することが可能な基板処理方法等を提供する。〔解決手段〕表面に凹凸パターンが形成され、その凹部内に入り込むように前記パターンを覆う乾燥防止用の液体が付着した基板 (W) を処理容器 (31) 内に搬入し、次いで、基板 (W) を加熱すると共に、加圧用の気体または高圧状態の流体を処理容器 (31) 内に供給し、パターン倒れを引き起こす程度まで乾燥防止用の液体が気化する前に当該処理容器 (31) 内に高圧雰囲気形成して、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま乾燥防止用の液体を高圧状態とした後、処理容器 (31) 内の流体を高圧状態または気体の状態で排出する。

明 細 書

発明の名称：基板処理方法、基板処理装置および記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明は、超臨界状態または亜臨界状態の流体を用いて基板の表面に付着した液体を除去する技術に関する。

背景技術

[0002] 基板である半導体ウエハ（以下、ウエハという）などの表面に集積回路の積層構造を形成する半導体装置の製造工程においては、薬液などの洗浄液によりウエハ表面の微小なごみや自然酸化膜を除去するなど、液体を利用してウエハ表面を処理する液処理工程が設けられている。

[0003] ところが半導体装置の高集積化に伴い、こうした液処理工程にてウエハの表面に付着した液体などを除去する際に、いわゆるパターン倒れと呼ばれる現象が問題となっている。パターン倒れは、例えばウエハ表面に残った液体を乾燥させる際に、パターンを形成する凹凸の例えば凸部の左右（言い替えると凹部内）に残っている液体が不均一に乾燥することにより、この凸部を左右に引っ張る表面張力のバランスが崩れて液体の多く残っている方向に凸部が倒れる現象である。

[0004] こうしたパターン倒れの発生を抑えつつウエハ表面に付着した液体を除去する手法として超臨界状態や亜臨界状態（以下、これらをまとめて高圧状態という）の流体を用いる方法が知られている。高圧状態の流体（高圧流体）は、液体と比べて粘度が小さく、また液体を抽出する能力も高いことに加え、高圧流体と平衡状態にある液体や気体との間で界面が存在しない。そこで、ウエハ表面に付着した液体を高圧流体と置換し、しかる後、高圧流体を気体に状態変化させると、表面張力の影響を受けることなく液体を乾燥させることができる。

[0005] 発明者は、このような高圧流体を利用してウエハ表面の液体を除去する技術の実用化開発を行っているが、パターンのアスペクト比が大きくなるにつ

れてパターンの凹部内に入り込んだ液体の除去が困難になる場合があることを把握している。このため、パターンの凹部内の液体を高圧流体で抽出し、当該凹部内を高圧流体で置換する処理に長時間を要してしまい、高圧流体を用いた液体除去技術を実用化する上での大きな課題となっている。

[0006] ここで特許文献1には、リンス液が付着した基板を所定の条件で超臨界状態となる超臨界物質に浸漬し、これらリンス液と超臨界物質との混合物が共に超臨界状態となる共臨界状態とすることによりリンス液を除去する技術が記載されている。しかしながら本技術は、リンス液と超臨界物質とを混合してから共臨界状態にすることが前提となっているが、我々の実験から、リンス液の臨界温度以下となる共臨界温度付近ではパターン倒れが発生することがわかった。つまり、ウエハ表面にあるリンス液を超臨界状態としてリンス液を除去させるためには、リンス液の臨界温度以上で処理することが必要であることが我々の実験からわかった。また、図14はウエハ上のリンス液に液体CO₂、超臨界CO₂、気体CO₂をそれぞれ混合した場合のウエハ上のパーティクル数を示しているが、またリンス液と超臨界物質を混合した場合、例えばCO₂の超臨界流体を使用した場合、気体状態のCO₂と比して、ウエハ上に付着するパーティクルが多いことが我々の実験からわかった。これは高密度である超臨界物質によってパーティクルが輸送されるためであり、この点からリンス液と混合する物質は気体状態であることが好ましく、リンス液が超臨界状態となる圧力以上であればパターン倒壊を抑制し、かつパーティクル低減が可能である。また本技術では、アスペクト比の高いパターンの凹部に入り込んでいるリンス液を短時間で超臨界状態として除去することは困難であり、生産性を確保するためには、より短時間でパターンの凹部内に入り込んだリンス液を除去する必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2005-101074号公報：請求項1、3、段落0024～0027、0038、図1、3

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明はこのような背景の下になされたものであり、基板のパターン内に入り込んだ乾燥防止用の液体を短時間で除去することが可能な基板処理方法、基板処理装置及び、前記方法を記憶した記憶媒体を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、表面に凹凸パターンが形成され、その凹部内に入り込むように前記パターンを覆う乾燥防止用の液体が付着した基板を処理容器内に搬入する工程と、

基板を加熱すると共に、加圧用の気体または高圧状態の流体を前記処理容器内に供給し、パターン倒れを引き起こす程度まで乾燥防止用の液体が気化する前に当該処理容器内に高圧雰囲気を形成して、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま乾燥防止用の液体を高圧状態とする工程と、

その後、前記処理容器内の流体を高圧状態または気体の状態で排出する工程と、を含むことを特徴とする基板処理方法である。

[0010] 本発明は、前記基板を処理容器内に搬入する工程では、予熱された処理容器内に基板が搬入されることを特徴とする基板処理方法である。

[0011] 本発明は、前記処理容器内の予熱温度が、前記乾燥防止用の液体の臨界温度以上であることを特徴とする基板処理方法である。

[0012] 本発明は、前記加圧用の気体または高圧状態の流体は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧された状態で前記処理容器に供給されることを特徴とする基板処理方法である。

[0013] 本発明は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が気体状態であることを特徴とする基板処理方法である。

[0014] 本発明は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が高圧状態(超臨

界状態または亜臨界状態)であることを特徴とする基板処理方法である。

[0015] 本発明は、基板は、乾燥防止用の液体が液盛りされた状態で前記処理容器内に搬入されることを特徴とする基板処理方法である。

[0016] 本発明は、前記乾燥防止用の液体が可燃性もしくは不燃性であり、当該液体が付着した基板を搬入する前に、前記処理容器内に不活性ガスを供給する工程を含むことを特徴とする基板処理方法である。

[0017] 本発明は、表面に凹凸パターンが形成された基板から、その凹部内に入り込み、前記パターンを覆うように付着した乾燥防止用の液体の除去が行われる処理容器と、

この処理容器と外部との間で基板の搬入出を行うための搬入出部と、

前記処理容器内に搬入された基板を加熱するための加熱部と、

加圧用の気体または高圧状態の流体を前記処理容器内に供給するための加圧流体供給ラインと、

前記処理容器内の流体を排出するための排出ラインと、

乾燥防止用の液体が付着した基板を前記処理容器に搬入し、次いで、基板を加熱すると共に、前記加圧用の気体または高圧状態の流体を供給し、パターン倒れを引き起こす程度まで当該乾燥防止用の液体が気化する前にこの処理容器内に高圧雰囲気を形成して、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま乾燥防止用の液体を高圧状態とし、その後、前記処理容器内の流体を高圧状態または気体の状態で排出するように、制御信号を出力して、前記搬入出部、前記加熱部、前記加圧流体供給ライン、前記排出ラインを制御する制御部と、を備えたことを特徴とする基板処理装置である。

[0018] 本発明は、前記加熱部は、前記処理容器の内部雰囲気を加熱することにより基板を加熱し、前記基板は、予熱された処理容器内に搬入されることを特徴とする基板処理装置である。

[0019] 本発明は、前記処理容器内の予熱温度が、前記乾燥防止用の液体の臨界温度以上であることを特徴とする基板処理方法である。

[0020] 本発明は、前記加圧用の気体または高圧状態の流体は、前記乾燥防止用の

液体の臨界圧力以上に加圧された状態で前記処理容器に供給されることを特徴とする基板処理装置である。

[0021] 本発明は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が気体状態であることを特徴とする基板処理装置である。

[0022] 本発明は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が高压状態(超臨界状態または亜臨界状態)であることを特徴とする基板処理方法である。

[0023] 本発明は、前記処理容器には、乾燥防止用の液体が液盛りされた状態の基板が搬入されることを特徴とする基板処理方法である。

[0024] 本発明は、前記乾燥防止用の液体が可燃性もしくは不燃性であり、当該液体が付着した基板を搬入する前に、前記処理容器内に不活性ガスが供給されることを特徴とする基板処理装置である。

[0025] 本発明は、表面に凹凸パターンが形成された基板から、その凹部内に入り込み、前記パターンを覆うように付着した乾燥防止用の液体の除去を行う基板処理装置に用いられるコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、

前記プログラムは上記記載の基板処理方法を実行するためにステップが組まれていることを特徴とする記憶媒体である。

[0026] 本発明は、表面に凹凸パターンが形成され、その凹部内に入り込むように前記パターンを覆う乾燥防止用の液体が付着した基板を処理容器内に搬入する工程と、

前記基板上の乾燥防止用の液体の温度－圧力状態が、前記乾燥防止用の液体の蒸気圧曲線またはこの蒸気圧曲線よりも液相側の領域を通して変化し、超臨界状態または亜臨界状態である高压状態に達するように、当該処理容器内を加圧しながら基板を加熱し、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま前記乾燥防止用の液体を高压状態とする工程と、

その後、前記処理容器内の流体を高压状態または気体の状態で排出する工

程と、を含むことを特徴とする基板処理方法である。

[0027] 本発明は、前記処理容器内の加圧は、当該処理容器に加圧用の気体または高圧状態の流体を供給することにより行われることを特徴とする基板処理方法である。

[0028] 本発明は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が気体状態であることを特徴とする基板処理方法である。

[0029] 本発明は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が高圧状態(超臨界状態または亜臨界状態)であることを特徴とする基板処理方法である。

[0030] 本発明は、前記処理容器内にて、基板は乾燥防止用の液体に浸漬された状態で加熱されることを特徴とする基板処理方法である。

[0031] 本発明は、基板は、乾燥防止用の液体が液盛りされた状態で前記処理容器に搬入されることを特徴とする基板処理方法である。

[0032] 本発明は、前記乾燥防止用の液体が可燃性もしくは不燃性であり、当該液体が付着した基板を搬入する前に、前記処理容器内に不活性ガスを供給する工程を含むことを特徴とする基板処理方法である。

[0033] 本発明は、表面に凹凸パターンが形成された基板から、その凹部内に入り込み、前記パターンを覆うように付着した乾燥防止用の液体の除去が行われる処理容器と、

この処理容器と外部との間で基板の搬入出を行うための搬入出部と、

前記処理容器の内部を加圧するための加圧部と、

前記処理容器内の基板を加熱するための加熱部と、

前記処理容器内の流体を排出するための排出ラインと、

乾燥防止用の液体が付着した基板を前記処理容器に搬入し、次いで、前記基板上の乾燥防止用の液体の温度－圧力状態が、前記乾燥防止用の液体の蒸気圧曲線またはこの蒸気圧曲線よりも液相側の領域を通して変化し、超臨界状態または亜臨界状態である高圧状態に達するように、前記処理容器内を加

圧しながら基板を加熱して、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま前記乾燥防止用の液体を高圧状態とし、その後、前記処理容器内の流体を高圧状態または気体の状態で排出するように制御信号を出力して、前記搬入出部、前記加圧部、前記加熱部、前記排出ラインを制御する制御部と、を備えたことを特徴とする基板処理装置である。

[0034] 本発明は、前記加圧部は、加圧用の気体または高圧状態の流体を供給することにより前記処理容器内を加圧することを特徴とする基板処理装置である。

[0035] 本発明は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が気体状態であることを特徴とする基板処理装置である。

[0036] 本発明は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が高圧状態(超臨界状態または亜臨界状態)であることを特徴とする基板処理装置である。

[0037] 本発明は、前記処理容器内にて、基板は乾燥防止用の液体に浸漬された状態で加熱されることを特徴とする基板処理装置である。

[0038] 本発明は、基板は、乾燥防止用の液体が液盛りされた状態で前記処理容器に搬入されることを特徴とする基板処理装置である。

[0039] 本発明は、前記乾燥防止用の液体が可燃性もしくは不燃性であり、当該液体が付着した基板を搬入する前に、前記処理容器内に不活性ガスが供給されることを特徴とする基板処理装置である。

[0040] 本発明は、表面に凹凸パターンが形成された基板から、その凹部内に入り込み、前記パターンを覆うように付着した乾燥防止用の液体の除去を行う基板処理装置に用いられるコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、

前記プログラムは上記記載の基板処理方法を実行するためにステップが組み込まれていることを特徴とする記憶媒体である。

発明の効果

[0041] 本発明は、加圧用の気体または高圧状態（超臨界状態または亜臨界状態）の流体を処理容器内に供給して高圧雰囲気を形成しながら、乾燥防止用の液体が付着した基板を加熱し、凹凸パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま前記液体を高圧状態の流体に変化させる。これにより、パターン倒れの発生を抑えつつ比較的短い時間で基板に付着した液体を除去することができる。

[0042] 本発明は、処理容器内の温度－圧力状態が、基板に付着した乾燥防止用の液体の蒸気圧曲線よりも液相側の領域を通るか、または当該蒸気圧曲線上を通して変化し、超臨界状態または亜臨界状態である高圧状態に達するように、処理容器内を加圧しながら基板を加熱する。これにより、当該液体の沸騰を避けつつ、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま、この液体を高圧状態の流体に変化させることができるので、パターン倒れの発生を抑えつつ基板に付着した液体を除去することができる。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]第1の実施の形態に係わる洗浄処理システムの横断平面図である。

[図2]前記洗浄処理システムの外観斜視図である。

[図3]前記洗浄処理システムに設けられている洗浄装置の縦断側面図である。

[図4]実施の形態に係わる超臨界処理装置の構成図である。

[図5]前記超臨界処理装置の処理容器の外観斜視図である。

[図6]前記超臨界処理装置の作用を示す第1の説明図である。

[図7]前記超臨界処理装置の作用を示す第2の説明図である。

[図8]前記超臨界処理装置の作用を示す第3の説明図である。

[図9]前記超臨界処理装置の作用を示す第4の説明図である。

[図10]前記超臨界処理装置内のウエハの処理状態を示す第1の模式図である。

[図11]前記ウエハの処理状態を示す第2の模式図である。

[図12]前記ウエハの処理状態を示す第3の模式図である。

[図13]前記ウエハの処理状態を示す第4の模式図である。

[図14]ウエハ上のリンス液を液体状態 CO_2 、超臨界状態の CO_2 、気体状態

の CO_2 を混合した場合のウエハ上に残留するパーティクル数を示すグラフである。

[図15]第2の実施の形態に係わる超臨界処理装置の構成図である。

[図16]前記超臨界処理装置の処理容器の外観斜視図である。

[図17]前記超臨界処理装置の作用を示す第1の説明図である。

[図18]前記超臨界処理装置の作用を示す第2の説明図である。

[図19]前記超臨界処理装置の作用を示す第3の説明図である。

[図20]前記超臨界処理装置の作用を示す第4の説明図である。

[図21]前記超臨界処理装置の処理容器内の温度－圧力状態を示す説明図である。

[図22]他の実施の形態に係わる超臨界処理装置の構成図である。

[図23]前記他の超臨界処理装置の処理容器内におけるウエハの温度変化を示す説明図である。

[図24]前記他の超臨界処理装置の処理容器内の温度－圧力状態を示す説明図である。

[図25]前記他の超臨界処理装置におけるウエハの処理状態を示す第1の説明図である。

[図26]前記ウエハの処理状態を示す第2の説明図である。

[図27]前記ウエハの処理状態を示す第3の説明図である。

[図28]前記ウエハの処理状態を示す第4の説明図である。

発明を実施するための形態

[0044] 第1の実施の形態

本発明の第1の実施の形態について図1乃至図14により説明する。

本発明の基板処理装置を備えた基板処理システムの一例として、被処理基板であるウエハWに洗浄液を供給して洗浄処理を行う洗浄装置2と、洗浄処理後のウエハWに付着している乾燥防止用の液体を超臨界状態（高圧状態）にして除去する超臨界処理装置3とを備えた洗浄処理システム1について説明する。

[0045] 図1は洗浄処理システム1の全体構成を示す横断平面図、図2はその外観斜視図であり、これらの図に向かって左側を前方とする。洗浄処理システム1では、載置部11にFOUP100が載置され、このFOUP100に格納された例えば直径300mmの複数枚のウエハWが、搬入部12及び受け渡し部13を介して後段の洗浄処理部14、超臨界処理部15との間で受け渡され、洗浄装置2、超臨界処理装置3内に順番に搬入されて洗浄処理や乾燥防止用の液体を除去する処理が行われる。図中、121はFOUP100と受け渡し部13との間でウエハWを搬送する第1の搬送機構、131は搬入部12と洗浄処理部14、超臨界処理部15との間を搬送されるウエハWが一時的に載置されるバッファとしての役割を果たす受け渡し棚である。

[0046] 洗浄処理部14及び超臨界処理部15は、受け渡し部13との間の開口部から前後方向に向かって伸びるウエハ搬送路162に沿って前方からこの順番に設けられている。洗浄処理部14には、当該ウエハ搬送路162を挟んで洗浄装置2が1台ずつ配置されている一方、超臨界処理部15には、本実施の形態の基板処理装置である超臨界処理装置3が、ウエハ搬送路162を挟んで3台ずつ、合計6台配置されている。

[0047] ウエハWは、ウエハ搬送路162に配置された第2の搬送機構161によってこれら各洗浄装置2、超臨界処理装置3及び受け渡し部13の間を搬送される。ここで洗浄処理部14や超臨界処理部15に配置される洗浄装置2や超臨界処理装置3の個数は、単位時間当たりのウエハWの処理枚数や、洗浄装置2、超臨界処理装置3での処理時間の違いなどにより適宜選択され、これら洗浄装置2や超臨界処理装置3の配置数などに応じて最適なレイアウトが選択される。

[0048] 洗浄装置2は例えばスピン洗浄によりウエハWを1枚ずつ洗浄する枚葉式の洗浄装置2として構成され、例えば図3の縦断側面図に示すように、処理空間を形成するアウターチャンバー21内に配置されたウエハ保持機構23にてウエハWをほぼ水平に保持し、このウエハ保持機構23を鉛直軸周りに

回転させることによりウエハWを回転させる。そして回転するウエハWの上方にノズルアーム24を進入させ、その先端部に設けられた薬液ノズル241から薬液及びリンス液を予め定められた順に供給することによりウエハの面の洗浄処理が行われる。また、ウエハ保持機構23の内部にも薬液供給路231が形成されており、ここから供給された薬液及びリンス液によってウエハWの裏面洗浄が行われる。

[0049] 洗浄処理は、例えばアルカリ性の薬液であるSC1液（アンモニアと過酸化水素水の混合液）によるパーティクルや有機性の汚染物質の除去→リンス液である脱イオン水（DeIonized Water：DIW）によるリンス洗浄→酸性薬液である希フッ酸水溶液（以下、DHF（Diluted HydroFluoric acid））による自然酸化膜の除去→DIWによるリンス洗浄が行われる。これらの薬液はアウターチャンバー21内に配置されたインナーカップ22やアウターチャンバー21に受け止められて排液口221、211より排出される。またアウターチャンバー21内の雰囲気は排気口212より排気されている。

[0050] 薬液による洗浄処理を終えたら、ウエハ保持機構23の回転を停止してから当該表面に乾燥防止用のIPA（IsoPropyl Alcohol）を供給し、ウエハWの表面及び裏面に残存しているDIWと置換する。こうして洗浄処理を終えたそしてウエハWは、その表面にIPAが液盛りされた状態（ウエハW表面にIPAの液膜が形成された状態）のまま例えばウエハ保持機構23に設けられた不図示の受け渡し機構により第2の搬送機構161に受け渡され、洗浄装置2より搬出される。

[0051] 洗浄装置2にてウエハW表面に液盛りされたIPAは、洗浄装置2から超臨界処理装置3へのウエハWの搬送中や、超臨界処理装置3への搬入動作中に当該IPAが蒸発（気化）することによってパターン倒れが発生することを防ぐ乾燥防止用の液体としての役割を果たしている。

[0052] 洗浄装置2での洗浄処理を終え、表面に乾燥防止用のIPAが液盛りされたウエハWは、超臨界処理装置3に搬送され、当該IPAを高圧状態にして除去し、ウエハWを乾燥する処理が行われる。以下、本実施の形態に係る超

臨界処理装置 3 の構成について図 4、図 5 を参照しながら説明する。超臨界処理装置 3 は、ウエハ W 表面に付着した乾燥防止用の液体である IPA を除去する処理が行われる処理容器 3 1 と、この処理容器 3 1 に加圧流体を供給する加圧流体タンク 3 5 と、昇圧ポンプ 3 6 を介して加圧流体タンク 3 5 に加圧流体の原料である二酸化炭素ガス (CO_2) を供給する CO_2 供給部 3 7 と、を備えている。

[0053] 図 5 に示すように処理容器 3 1 は、ウエハ W の搬入出用の開口部 3 1 2 が形成された筐体状の容器本体 3 1 1 と、処理対象のウエハ W を横向きに保持する保持板 3 3 1 と、この保持板 3 3 1 を支持すると共に、ウエハ W を容器本体 3 1 1 内に搬入したとき前記開口部 3 1 2 を密閉する蓋部材 3 3 2 とを備えている。

[0054] 容器本体 1 1 は、例えば直径 300 mm のウエハ W を収容可能な、 $200 \sim 10000 \text{ cm}^3$ 程度の処理空間が形成された容器であり、その壁部には、処理容器 3 1 内に加圧流体を供給するための加圧流体供給ライン 3 5 1 と、処理容器 3 1 内の流体を排出するための排出ライン 3 4 1 とが接続されている。また、処理容器 1 には処理空間内に供給された高圧状態の処理流体から受ける内圧に抗して、容器本体 3 1 1 に向けて蓋部材 3 3 2 を押し付け、処理空間を密閉するための不図示の押圧機構が設けられている。

[0055] 容器本体 3 1 1 には、例えば抵抗発熱体などからなる加熱部であるヒーター 3 2 2 が設けられており、容器本体 3 1 1 を加熱することにより、処理容器 3 1 内のウエハ W の温度を予め設定された温度に加熱することができる。ヒーター 3 2 2 は、給電部 3 2 1 から供給される電力により、発熱量を変化させることが可能であり、不図示の温度検出部から取得した温度検出結果に基づき、処理容器 3 1 内の温度を IPA の臨界温度 (235°C) よりも高い、例えば 250°C に調節する。

[0056] 処理容器 1 に接続された加圧流体供給ライン 3 5 1 は、処理容器 1 への加圧流体の供給、停止に合わせて開閉する開閉弁 3 5 2 を介して加圧流体タンク 3 5 に接続されている。加圧流体タンク 3 5 内の CO_2 は、 250°C に加熱

された処理容器 31 内の雰囲気を用いて IPA の蒸気圧以上に加圧することにより、IPA の気化を防いでパターン倒れの発生を防止する役割を果たす。加圧流体タンク 35 は、内部の CO_2 を臨界温度以上に保つヒーターを設けたり、保温材で覆ったりしてもよい。

[0057] 昇圧ポンプ 36 は、 CO_2 供給部 37 内に例えば液体の状態で保持されている CO_2 を断熱圧縮し、超臨界状態として加圧流体タンク 35 に送る役割を果たし、例えばシリンジポンプやダイヤフラムポンプなどが採用される。図 4 中、361 は昇圧ポンプ 36 の吐出ライン、371 は CO_2 供給部 37 から昇圧ポンプ 36 へ CO_2 を供給する CO_2 供給ライン、372 はその開閉弁である。

[0058] 以上に説明した構成を備えた洗浄処理システム 1 や洗浄装置 2、超臨界処理装置 3 は図 1、図 4 に示すように制御部 4 に接続されている。制御部 4 は図示しない CPU と記憶部とを備えたコンピュータからなり、記憶部にはこれら洗浄処理システム 1 や洗浄装置 2、超臨界処理装置 3 の作用、即ち F O U P 1 0 0 からウエハ W を取り出して洗浄装置 2 にて洗浄処理を行い、次いで超臨界処理装置 3 にてウエハ W を乾燥する処理を行ってから F O U P 1 0 0 内にウエハ W を搬入するまでの動作に係わる制御についてのステップ（命令）群が組まれたプログラムが記録されている。このプログラムは、例えばハードディスク、コンパクトディスク、マグネットオプティカルディスク、メモリーカード等の記憶媒体 4a に格納され、そこからコンピュータにインストールされる。

[0059] 特に超臨界処理装置 3 について制御部 4 は、処理容器 31 に搬入されたウエハ W に液盛りされている IPA（臨界温度 23.5°C 、臨界圧力 4.8 MPa （絶対圧））が気化してパターン倒れを引き起こす前に、当該処理容器 31 に加圧用の流体である超臨界状態の CO_2 を供給し、ウエハ W 上の IPA を直接、超臨界状態（高圧状態）に変化させるように制御信号を出力する。

[0060] 以上に説明した構成を備えた超臨界処理装置 3 の作用について図 6～図 9 の作用図、及びこのときのウエハ W の処理状態を模式的に示した図 10～図

13を参照しながら説明する。図6～図9において各バルブに付された「S」の符号は、その開閉バルブが閉状態となっていることを示し、「O」の符号は開状態となっていることを示している。

[0061] 既述のように洗浄装置2における洗浄処理を終え、乾燥防止用のIPAを液盛りしたウエハWが第2の搬送機構161に受け渡されると、第2の搬送機構161は、ウエハWを受け入れ可能な超臨界処理装置3が配置されている筐体内に進入する。

[0062] このときウエハWの搬入が行われる前の超臨界処理装置3は、図6に示すように、ヒーター322の給電部321をオンの状態にして容器本体311の内部をIPAの臨界温度以上の例えば250℃の温度状態、大気圧の圧力状態で待機している。このとき、N₂ガスなどの不活性ガスでパージして処理容器31内を低酸素雰囲気としておき、可燃性のIPAが高温雰囲気下で比較的高い濃度の酸素と接触しないようにするとよい。一方、加圧流体タンク35は加圧流体供給ライン351の開閉弁352を閉じた状態となっており、昇圧ポンプ36により昇圧されて気体状態となったCO₂をCO₂供給部37から受け入れてある。

[0063] このように処理の準備が整った超臨界処理装置3にウエハWが搬入されてきたら、図5に示すように容器本体311の外に保持板331を移動させ、不図示の支持ピンを介して第2の搬送機構161の搬送アームから保持板331にウエハWを受け渡す。そして、保持板331を移動させて開口部312を介してウエハWを容器本体311の内部に搬入し、蓋部材332にて開口部312を閉じ処理容器31内を密閉する（図7）。ここで、保持板331にウエハWを受け渡す前に、再度、ウエハWの表面に液体のIPAを供給してもよい。

[0064] このとき、既述のように処理容器31の内部は予め250℃に加熱され、保持板331も高温になっているので、保持板331にウエハWを受け渡して処理容器31内に搬入する動作の間にウエハWやIPAが加熱され、IPAは気化していく。その結果、図10に模式的に示すように、ウエハW表面

に液盛りされていた液体IPA61が減少し、更にパターン51の凹部に入り込んでいる液体IPA61が気化し始めるとパターン倒れが発生するおそれが高くなる。

[0065] そこで本実施の形態に係わる超臨界処理装置3は、IPAが気化してパターン倒れを引き起こす前に、図8に示すように加圧流体供給ライン351の開閉弁352を開き、処理容器31内を加圧する流体として気体のCO₂を導入する。図8に示した例では、開閉弁352開放後の処理容器31内の圧力はIPAの臨界圧力以上でCO₂の臨界圧力以下である6MPaとなっており、IPAの臨界圧力よりも高圧の雰囲気形成される。本実施形態における加圧する流体としては、超臨界状態や亜臨界状態(高圧状態)のCO₂を導入してもよい。

[0066] このときウエハWの表面は、図11に示すようにパターン51の凹部内に入り込んだ液体IPA61の周囲をCO₂ガス62が取り囲んだ状態となる。そして、既述のようにCO₂ガスの圧力により、加熱されている液体IPA61の周囲には、当該温度における液体IPA61の蒸気圧よりも高圧の雰囲気が短時間で形成されることになる。液体IPA61を超臨界CO₂と接触させた状態のまま長時間放置すると、凹部内の液体IPA61が徐々に超臨界CO₂に溶解して、凹部内の流体は次第に超臨界CO₂に置換されていくことが知られている。しかしながら本例の超臨界処理装置3では、処理容器31内がIPAの臨界温度よりも高い温度に予熱されていることから、ウエハW表面の液体IPA61は、高圧雰囲気下で液相の状態を保ったまま加熱され、やがて臨界温度以上となる。この結果、凹部内の液体IPA61は、超臨界CO₂と置換されてしまう前に、前記凹部に入り込んだ状態のまま超臨界状態となる(図12)。

[0067] ここで発明者は、例えば、300mmのウエハW表面に、5～50cc程度のIPAを液盛りすると、保持板331にウエハWを受け渡した時点起点として、処理容器31内に搬入後、10秒程度で液盛りしたIPAが全て気化してしまうことを把握している。そこで、ウエハWが処理容器31内に

搬入され、蓋部材 332 が固定されたら、0.5～5 秒程度の時間内に開閉弁 352 を開き、直ちに処理容器 31 内を昇圧する。処理容器 31 の内部空間が、既述のように 200～10000 cm³ 程度であれば、1～60 秒程度で大気圧から 8 MPa まで処理容器 31 内の圧力を昇圧することが可能であり、パターン倒れが引き起こされる前にウエハ W 周囲の雰囲気を高圧雰囲気とすることができる。

[0068] このとき、急激に気体状態の CO₂ を供給することにより、ウエハ W の表面を覆っている液体 IPA61 が吹き飛ばされたとしても、液体 IPA61 が気体状態の CO₂ 62 で覆われる図 11 に示す状態を短時間で形成することにより、パターン倒れ発生の防止に寄与することになる。

そして、液体 IPA61 を直接、超臨界 IPA63 に変化させることにより、背景技術にて例示した超臨界 CO₂ で液体 IPA61 を置換する手法に比べて、短時間でパターン 51 内に入り込んだ液体 IPA61 が超臨界 IPA63 となる。また加圧用の流体が気体状態の CO₂ であるため、超臨界状態の CO₂ に比べパーティクル低減が可能である。

[0069] こうして処理容器 31 内に気体の CO₂ を供給し、ウエハ W のパターン 51 内の液体 IPA61 が超臨界 IPA63 となるのに十分な時間が経過したら、図 9 に示すように加圧流体供給ライン 351 の開閉弁 352 を閉じる一方、排出ライン 341 の減圧弁 342 を開いて処理容器 31 内の流体を排出する。このとき、処理容器 31 は IPA の沸点（82.4℃）よりも高温の 250℃ に調整されているので、処理容器 31 からは CO₂ ガス及び IPA が超臨界状態、または気体の状態で排出されることになる。

この結果、大気圧まで降圧された処理容器 31 の内部では、図 13 に示すようにパターン 51 内から液体 IPA61 が除去され、乾燥した状態となったウエハ W を得ることができる。

[0070] こうして液体 IPA61 が除去され、ウエハ W が乾燥した状態になったら、保持板 331 を移動させて処理容器 31 からウエハ W を搬出し、第 2 の搬送機構 161 の搬送アームにウエハ W を受け渡す。しかる後、ウエハ W は搬

出棚 131 を介して第 1 の搬送機構 121 に受け渡され、搬入時とは逆の経路を通過して F O U P 100 内に格納され、ウエハ W に対する一連の動作が完了する。

このとき洗浄システム 1 内に、清浄空気の気流と接触する雰囲気下などでウエハ W を保持して、処理容器 31 内で加熱されたウエハ W を冷却する冷却装置を設け、超臨界処理装置 3 から取り出したウエハ W を一旦、この冷却装置で冷却してから F O U P 100 に格納するようにしてもよい。

[0071] 本実施の形態に係わる超臨界処理装置 3 によれば以下の効果がある。加圧用の気体状態の CO_2 あるいは超臨界状態の CO_2 （高圧状態の流体）を処理容器 31 内に供給して高圧雰囲気を形成しながら、乾燥防止用の液体 IPA61 が付着したウエハ W を加熱し、凹凸パターン 51 の凹部内に入り込んだ状態のまま前記液体 IPA61 を直接、超臨界 IPA63 に変化させる。これにより、液体 IPA61 に超臨界 CO_2 を接触させてパターン 51 内を超臨界 CO_2 で置換する手法に比べ、パターン倒れやパーティクルの発生を抑えつつ、短時間でウエハ W に付着した液体 IPA61 を除去することができる。このように、パターン 51 内に進入した液体 IPA61 を、直接、超臨界 IPA63 に変化させて除去する手法は、パターン 51 のアスペクト比が 10 以上程度と、高アスペクト比になったとき、及びデザインルールが 20 nm 以下と、IPA と CO_2 が接する開口面積が小さくなったときに特に有効である。

[0072] 処理容器 31 に供給される加圧用の流体は、気体状態の CO_2 や超臨界状態の CO_2 に限られるものではない。例えば、亜臨界状態の CO_2 を供給してもよいし、IPA の臨界圧以上の例えば 5 MPa に加圧された超臨界状態の窒素 (N_2) を供給してもよく、アルゴンなどの不活性流体（気体、超臨界流体または亜臨界流体）、または超臨界 IPA、亜臨界 IPA を供給してもよい。パターン倒れの防止という観点において、加圧用の流体は乾燥防止用の液体（IPA など）が高圧状態（超臨界状態または亜臨界状態）のときに液体とならないという特徴を備えていればよい。

[0073] この他、処理容器 31 内の温度は、乾燥防止用の液体の臨界温度以上に予熱されている場合に限らず、これよりも低い温度であってもよい。既述のように短時間で処理容器 31 内に高压雰囲気を形成することにより、当該液体の気化が抑えられるので、その後、処理容器 31 内を昇温して乾燥防止用の液体を超臨界化する雰囲気を形成してもよい。

[0074] また、乾燥防止用の流体も IPA に限定されるものではなく、メタノールやエタノールなどのアルコール、各種のフッ素系溶媒(フッ化アルコール、ハイドロフルオロエーテルなど)、アセトンなどを用いてもよい。この他、例えば乾燥防止用の液体が不燃性である場合であっても、乾燥防止用の液体が高压状態となった後の変質防止などを目的として、不活性ガスによる処理容器 31 内のパージを行ってから不燃性の液体で覆われたウエハ W を進入させてもよい。

このとき乾燥防止用の液体は、ウエハ W 表面に液盛りされるように供給される場合に限定されない。例えば、上面が開口した皿状の容器内にウエハ W を収容し、この容器内に満たした乾燥防止用の液体中にウエハ W を浸漬した状態で処理容器 31 内に配置し、加圧用の流体で加圧された雰囲気下で当該液体を高压状態に変化させてもよい。

[0075] そして、ウエハ W に付着した乾燥防止用の液体は、超臨界状態に変化させて除去する場合に限定されず、亜臨界状態に変化させてもよいことは勿論である。この場合には、特許請求の範囲の「乾燥防止用の液体の臨界温度以上」の予熱温度とは、「乾燥防止用の液体が亜臨界状態となる温度以上」を意味する。また、特許請求の範囲の「乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧された状態」とは、「乾燥防止用の液体が亜臨界状態となる圧力以上に加圧された状態」を意味する。

[0076] 更にまた、処理容器 31 の構造は、図 5 に示したように耐圧性を備えた容器全体を加熱する場合に限定されない。例えばステンレススチールや炭素鋼、チタン、ハステロイ(登録商標)、インコネルなど、耐圧性が高い一方で比較的熱伝導率の低い材料からなる耐圧容器の内側に、アルミニウム、銅、

窒化アルミニウム、炭化ケイ素などからなる、耐圧容器よりも熱伝導率の高い材料からなる内部容器を入れ子構造にして設け、この内部容器をヒーター 3 2 2 など加熱してもよい。このとき、これら耐圧容器と内部容器との間に石英やアルミナなどからなる断熱層を設け、内部容器のみを加熱することにより、処理容器 3 1 の熱応答性が向上すると共に、エネルギー消費量も低減できる。

[0077] 第 2 の実施の形態

次に本発明の第 2 の実施の形態について、図 1 5 乃至図 2 8 により説明する。なお、第 2 の実施の形態において、図 1 乃至図 1 4 に示す第 1 の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

洗浄装置 2 での洗浄処理を終え、表面に乾燥防止用の IPA の液盛りがされたウエハ W は、超臨界処理装置 3 に搬送され、当該 IPA を高圧状態にして除去し、ウエハ W を乾燥する処理が行われる（図 1 参照）。以下、本実施の形態に係る超臨界処理装置 3 の構成について図 1 5、図 1 6 を参照しながら説明する。超臨界処理装置 3 は、ウエハ W 表面に付着した乾燥防止用の液体である IPA を除去する処理が行われる処理容器 3 1 A と、この処理容器 3 1 A 内を加圧するためのガスを供給する加圧流体供給部 3 6 A とを備えている。

[0078] 図 1 6 に示すように処理容器 3 1 A は、ウエハ W の搬入出用の開口部 3 1 2 A が形成された筐体状の容器本体 3 1 1 A と、処理対象のウエハ W を液体 IPA に浸漬した状態で横向きに保持することが可能なウエハトレイ 3 3 1 A と、このウエハトレイ 3 3 1 A を支持すると共に、ウエハ W を容器本体 3 1 1 A 内に搬入したとき前記開口部 3 1 2 A を密閉する蓋部材 3 3 2 A とを備えている。

[0079] 容器本体 3 1 1 A は、例えば直径 3 0 0 m m のウエハ W を収容可能な、2 0 0 ~ 1 0 0 0 0 c m³ 程度の処理空間が形成された容器であり、その上面には、処理容器 3 1 A 内に加圧流体を供給するための加圧流体供給ライン 3 5 1 A と、処理容器 3 1 A 内の流体を排出するための排出ライン 3 4 1 A とが

接続されている。また、処理容器 3 1 A には処理空間内に供給された高压状態の処理流体から受ける内圧に抗して、容器本体 3 1 1 A に向けて蓋部材 3 3 2 A を押し付け、処理空間を密閉するための不図示の押圧機構が設けられている。

[0080] 容器本体 3 1 1 A には、例えば抵抗発熱体などからなる加熱部であるヒーター 3 2 2 A と、処理容器 3 1 A 内の温度を検出するための熱電対などを備えた温度検出部 3 2 3 A とが設けられており、容器本体 3 1 1 A を加熱することにより、処理容器 3 1 A 内の温度を予め設定された温度に加熱し、これにより内部のウエハ W を加熱することができる。ヒーター 3 2 2 A は、給電部 3 2 1 A から供給される電力により、発熱量を変化させることが可能であり、温度検出部 3 2 3 A から取得した温度検出結果に基づき、処理容器 3 1 A 内の温度を予め定められた昇温スケジュールに基づいて昇温していく。

[0081] 加圧流体供給部 3 6 A には、処理容器 3 1 A 内の圧力を大気圧よりも高い 0. 1 ～ 6 M P a 程度に加圧するための高压ガス（本例では窒素ガス）が保持されている。図 4 中、3 5 1 A は加圧流体供給部 3 6 A から処理容器 3 1 A に加圧流体を供給するための加圧流体供給ライン、3 5 2 A は処理容器 3 1 A に設けられた圧力検出部 3 1 3 A の検出結果に基づき、処理容器 3 1 A 内が前記圧力に調整されるように加圧流体の供給量を調節する減圧弁である。

[0082] 以上に説明した構成を備えた洗浄処理システム 1 や洗浄装置 2、超臨界処理装置 3 は図 1、図 1 5 に示すように制御部 4 A に接続されている。制御部 4 A は図示しない C P U と記憶部とを備えたコンピュータからなり、記憶部にはこれら洗浄処理システム 1 や洗浄装置 2、超臨界処理装置 3 の作用、即ち F O U P 1 0 0 からウエハ W を取り出して洗浄装置 2 にて洗浄処理を行い、次いで超臨界処理装置 3 にてウエハ W を乾燥する処理を行ってから F O U P 1 0 0 内にウエハ W を搬入するまでの動作に係わる制御についてのステップ（命令）群が組まれたプログラムが記録されている。このプログラムは、例えばハードディスク、コンパクトディスク、マグネットオプティカルディ

スク、メモリーカード等の記憶媒体 4 a に格納され、そこからコンピュータにインストールされる。

[0083] 特に超臨界処理装置 3 について制御部 4 A は、ウエハ W を浸漬した状態となっている処理容器 3 1 A（ウエハトレイ 3 3 1 A）内の液体 I P A を加圧された雰囲気下で加熱し、当該 I P A を沸騰させないようにしながら超臨界状態（高圧状態）に変化させることにより、パターン倒れを発生させずに当該液体を除去するように制御信号を出力する。

[0084] 以上に説明した構成を備えた超臨界処理装置 3 の作用について図 1 7 ～図 2 0 の作用図、及びウエハ W を処理している期間中の処理容器 3 1 A 内の温度-圧力状態を示した図 2 1 を参照しながら説明する。ここで処理容器 3 1 A 内の I P A の気液平衡が保たれる速度で I P A の加熱を行う場合や、ウエハ W 表面の I P A の液膜が十分に薄く、当該 I P A を昇温する際の応答速度が十分に速い場合などでは、I P A の温度-圧力状態は処理容器 3 1 A 内の温度-圧力にほぼ等しいとみなしてよい。従って以下の説明では、特に言及がない限り、処理容器 3 1 A 内の温度-圧力の説明をもってウエハ W 表面の I P A の温度-圧力状態を示している。図 1 7 ～図 2 0 において各バルブに付された「S」の符号は、その開閉バルブが閉状態となっていることを示し、「O」の符号は開状態となっていることを示している。

[0085] 既述のように洗浄装置 2 における洗浄処理を終え、乾燥防止用の I P A を液盛りしたウエハ W が第 2 の搬送機構 1 6 1 に受け渡されると、第 2 の搬送機構 1 6 1 は、ウエハ W を受け入れ可能な超臨界処理装置 3 の配置されている筐体内に進入する（図 1 参照）。このときウエハ W の搬入が行われる前の超臨界処理装置 3 は、ヒーター 3 2 2 A の給電部 3 2 1 A をオフにして I P A の臨界温度（235℃）以下の温度、大気圧の状態で待機している。このとき、N₂ ガスなどの不活性ガスでパージして処理容器 3 1 A 内を低酸素雰囲気としておき、ヒーター 3 2 2 A で処理容器 3 1 A 内の加熱を開始した後、可燃性の I P A が高温雰囲気下で比較的高い濃度の酸素と接触しないようにするとよい。

- [0086] 処理を実行可能な超臨界処理装置 3 にウエハ W が搬入されてきたら、図 16 に示すように容器本体 3 1 1 A の外にウエハトレイ 3 3 1 A を移動させ、不図示の支持ピンを介して第 2 の搬送機構 1 6 1 の搬送アームからウエハトレイ 3 3 1 A にウエハ W を受け渡す。そして、図示しない I P A 供給ノズルからウエハトレイ 3 3 1 A 内に液体 I P A を供給して、ウエハ W が液体 I P A に浸漬された状態とする。次いで、ウエハトレイ 3 3 1 A を移動させて開口部 3 1 2 A を介してウエハ W を容器本体 3 1 1 A の内部に搬入し、蓋部材 3 3 2 A にて開口部 3 1 2 A を閉じ処理容器 3 1 A 内を密閉する（図 1 7）。
- [0087] ウエハ W の搬入を終えると、I P A は狭い処理容器 3 1 A 内で揮発するので、処理容器 3 1 A 内の温度-圧力は図 2 1 に一点鎖線で示した I P A の蒸気圧曲線の左端に白丸で記した A 点付近の状態となる。この状態で処理容器 3 1 A 内のウエハ W を急激に加熱すると、ウエハ W 表面の I P A が沸騰してパターン内で気泡を発生し、パターン倒れを引き起こす要因となる。一方、I P A が沸騰しないように処理容器 3 1 A 内の温度-圧力状態が I P A の蒸気圧曲線状を移動するようにゆっくりと加熱を行い、液体 I P A を超臨界状態に変化させれば、パターン倒れを引き起こすことなく、ウエハ W 表面から液体 I P A を除去することができるが、ウエハ W の処理に長時間を要する。
- [0088] そこで本例の超臨界処理装置 3 は、処理容器 3 1 A 内に加圧流体を供給して加圧し、図 2 1 に黒丸の B 点で示すように、処理容器 3 1 A 内の温度-圧力を I P A の蒸気圧曲線から離れた状態とすることにより、急速な加熱を行っても I P A が沸騰しにくい状態を作り出す。具体的には、図 1 8 に示すように加圧流体供給ライン 3 5 1 A の減圧弁 3 5 2 A を開き、その開度を調節して処理容器 3 1 A 内の圧力が 0.1 ~ 6 MPa の範囲内の例えば 0.5 MPa となるように調整する。
- [0089] しかる後、給電部 3 2 1 A からヒーター 3 2 2 A への電力供給を開始し、処理容器 3 1 A 内の I P A を加熱する。このとき、処理容器 3 1 A 内は加圧されているので I P A は図 2 1 中に矢印付きの実線で示すように液体の状態

維持したまま、蒸気圧曲線よりも液相側の温度-圧力領域を通して加熱される。また、IPAの一部は蒸発して処理容器31A内の圧力が上昇する。こうして、処理容器31A内の温度-圧力状態がIPAの蒸気圧曲線に近づいたら（図21のC点）、加熱スピードを下げ、IPAを沸騰させないように加熱を継続する。

[0090] そして、処理容器31Aの温度-圧力状態がIPAの臨界点（超臨界温度235℃、臨界圧力4.8MPa（絶対圧））を超えると、図19に示すように処理容器31A内全体が超臨界流体となる。この結果、ウエハWのパターンの凹部内に入り込んでいる液体IPAも周囲のIPAと共に、当該凹部内で超臨界流体となり、パターン倒れを発生させずにウエハWの表面から液体IPAを除去することができる。なお、実際には処理容器31A内の雰囲気は、IPAや加圧流体である窒素、ウエハWの搬入出時に外部から進入した酸素などの流体が混合された状態であるが、IPAが超臨界状態のときには、窒素や酸素は気体または超臨界流体の状態となっており、他に液体は存在しない。従ってIPAを超臨界状態とすれば、パターン倒れを発生させずにウエハW表面の液体を除去できる。

[0091] こうして処理容器31A内の液体IPAが全て超臨界状態となるのに十分な時間が経過したら、図20に示すように加圧流体供給ライン351Aの減圧弁352Aを閉じる一方、排出ライン341Aの減圧弁342Aを開いて処理容器31A内の流体を排出する。このとき、処理容器31AはIPAの沸点（82.4℃）よりも高温（例えば250℃）に調整されており、処理容器31AからはCO₂及びIPAが超臨界状態、または気体の状態で排出されることになる。この結果、大気圧まで降圧された処理容器31Aの内部では、パターン51A内から液体IPA61Aが除去され、乾燥した状態となったウエハWを得ることができる。このように、パターン内に進入した液体IPAを、直接、超臨界IPAに変化させて除去する手法は、パターンのアスペクト比が10以上程度と、高アスペクト比になったとき、及びデザインルールが20nm以下と、IPAとCO₂が接する開口面積が小さくなったと

きに特に有効である。

[0092] 液体IPA61Aが除去され、ウエハWが乾燥した状態となったら、ウエハトレイ331Aを移動させて処理容器31AからウエハWを搬出し、第2の搬送機構161の搬送アームにウエハWを受け渡す。しかる後、ウエハWは搬出棚131を介して第1の搬送機構121に受け渡され、搬入時とは逆の経路を通してFOUP100内に格納され、ウエハWに対する一連の動作が完了する。

このとき洗浄システム1内に、清浄空気の気流と接触する雰囲気下などでウエハWを保持して、処理容器31A内で加熱されたウエハWを冷却する冷却装置を設け、超臨界処理装置3から取り出したウエハWを一旦、この冷却装置で冷却してからFOUP100に格納するようにしてもよい。

[0093] 本実施の形態に係わる超臨界処理装置3によれば以下の効果がある。処理容器31A内の温度-圧力状態が、ウエハWに付着した乾燥防止用の液体IPAの蒸気圧曲線よりも液相側の領域を通るか、または当該蒸気圧曲線上を通して変化し、超臨界状態に達するように、処理容器31A内を加圧しながらウエハWを加熱する。これにより、液体IPAの沸騰を避けつつ、前記パターン51Aの凹部内に入り込んだ状態のまま、この液体IPAを超臨界状態に変化させることができるので、パターン倒れの発生を抑えつつウエハWに付着した液体IPAを除去することができる。

[0094] ここで液体IPAを沸騰させないようにウエハW上の液体IPAの温度-圧力状態（処理容器31A内の温度-圧力状態）を調整しながら液体IPAを超臨界状態に変化させるという手法は、液体IPAに浸漬された状態のウエハWから当該IPAを除去する例に適用する場合に限定されるものではない。例えば、パターンの形成されたウエハW表面に液盛りされた液体IPAを除去する場合にも本法は適用することができる。

[0095] 図22は、ウエハW表面に液盛りされた液体IPAを除去する超臨界処理装置3の構成例を示している。ウエハW表面に液盛りされた液体IPAの量は、ウエハW全体を浸漬可能な量だけウエハトレイ331Aに供給された液

体 I P A の量よりも少ない場合が多い。このため、加圧流体で処理容器 3 1 A 内を加圧した後、液体 I P A の全量を蒸発させても、I P A が超臨界状態となる圧力となるまで処理容器 3 1 A 内を昇圧できないおそれがある。

[0096] そこで、図 2 2 に示す超臨界処理装置 3 は、液体 I P A を加熱して蒸発させた蒸気により処理容器 3 1 A 内を昇圧する手法に変え、外部から処理容器 3 1 A 内にガスや高圧流体を供給して、処理容器 3 1 A 内に I P A の臨界圧力よりも高圧の雰囲気を形成することにより、I P A を沸騰させないようにしながら超臨界状態に変化させる点が第 1 の実施の形態と異なる。図 2 2 中、図 1 5 に示した実施の形態に係わる超臨界処理装置 3 と同様の構成要素には、図 1 5 に示したものと同様の符号を付してある。

[0097] 図 2 2 に示した超臨界処理装置 3 は、加圧流体供給部 3 6 A に例えば、C O₂ が液体の状態で溜められており、加圧流体供給ライン 3 5 1 A と加圧流体供給部 3 6 A との間に、当該 C O₂ の供給圧力を調整するための、例えばシリンジポンプやダイヤフラムポンプなどからなる昇圧ポンプ 3 6 2 A と、圧力調整された気体 C O₂ を保持する加圧流体タンク 3 6 3 A とが設けられている点が図 1 5 に示す超臨界処理装置 3 とは異なる。加圧流体タンク 3 6 3 A には、処理容器 3 1 A 内の圧力を I P A の臨界圧より高い圧力まで昇圧することが可能な十分量の気体 C O₂ が保持されている。図中、3 6 1 A は加圧流体タンク 3 6 3 A に C O₂ を供給する C O₂ 供給ラインである。

[0098] また、制御部 4 A には、温度検出部 3 2 3 A の温度検出値と圧力検出部 3 1 3 A の圧力検出値の双方が入力され、処理容器 3 1 A 内の温度、圧力を監視しながら、ヒーター 3 2 2 A への給電量や、加圧流体供給ライン 3 5 1 A の減圧弁 3 5 2 A の開度を調節することができる。

[0099] そして例えば、予備実験などにより処理容器 3 1 A を加熱したときの処理容器 3 1 A の温度と、液体 I P A が液盛りされたウエハ W の温度との対応関係を把握しておけば、図 2 3 に示すように、予め設定されたスケジュールに基づいて処理容器 3 1 A の温度を上昇させたときのウエハ W 温度の経時変化を把握することができる。そして、ウエハ W 表面に液盛りされた液体 I P A

の温度がウエハWの温度と同様の経時変化を示すとする、ある時刻におけるIPAの温度の蒸気圧よりも処理容器31A内の圧力を高圧に保つことにより、液体IPAの沸騰を防ぎつつ、当該液体IPAを超臨界状態に変化させることができる。

[0100] そこで、本例の超臨界処理装置3は、図24に示すように、ウエハW表面に液盛りされたIPAが液体の状態を保ちながら昇温されるように、減圧弁352Aの開度やヒーター322Aの出力を調整し、液体IPAを超臨界状態に変化させる。

[0101] 具体例を挙げて説明すると、IPAが液盛りされたウエハWを処理容器31A内に搬入すると、液体IPAが気化し、処理容器31A内の温度圧力状態は図24のA'点付近の状態となる。このとき、図25に模式的に示すように、ウエハW表面に液盛りされていた液体IPA61Aが気化し、更にパターン51Aの凹部に入り込んでいる液体IPA61Aが気化し始めるとパターン倒れが発生するおそれが高くなる。

[0102] そこでこのような状態となる前に、図22に示す加圧流体供給ライン351Aの減圧弁352Aを徐々に開いて、加圧流体タンク363Aから気体CO₂を供給し処理容器31A内の圧力を上昇させる（図24中のB'点）。しかる後、所定の昇温スケジュールに基づき処理容器31Aの昇温を開始し、ウエハWを加熱すると共に減圧弁352Aを更に開いて、ウエハW上のIPAが液体で存在できるように、処理容器31A内の温度-圧力状態を調整する。

[0103] このとき処理容器31A内では、CO₂の導入当初の温度-圧力状態においては、図26に示すようにウエハWの周囲は気体CO₂64Aの高圧雰囲気となっている一方、液体IPA61AはウエハWのパターン51Aの凹部内に入り込んだ状態で存在している。この状態で、図24に示した矢印付きの実線に沿って処理容器31Aの温度、圧力を上げていき、IPAの臨界圧力以上でCO₂の臨界圧力以下である6MPaまで昇圧する。なお、本実施形態においては、CO₂を超臨界状態や亜臨界状態（高圧状態）まで加圧してもよい。

。

[0104] このように、 CO_2 の臨界圧力よりも低く、IPAの臨界圧力よりも高い雰囲気を形成することにより、加熱されている液体IPA 61 Aの周囲には、当該温度における液体IPA 61 Aの蒸気圧よりも高圧の雰囲気が形成される。この結果、ウエハW表面の液体IPA 61 Aは液相の状態を保ったまま（沸騰することなく）高圧雰囲気下で加熱される。やがて処理容器31 A内の温度がIPAの臨界温度以上になると、液体IPA 61 Aが、パターン51 Aの凹部内に入り込んだ状態のまま超臨界IPA 63 Aとなる（図27）。

。

[0105] このように液体IPA 61 Aを高圧の気体 CO_2 64 Aと接触させた状態のまま処理容器30 A内を昇温することにより、前記凹部内の液体IPA 61 Aを直接、超臨界IPA 63 Aにすることができる。また加圧用の流体が気体状態の CO_2 であるため、超臨界状態の CO_2 に比べパーティクル低減が可能である（図14参照）。

[0106] こうして処理容器31 A内に気体 CO_2 64 Aを供給すると共に、ウエハWを加熱し、ウエハWのパターン51 A内の液体IPA 61 Aが超臨界IPA 63 Aとなるのに十分な時間が経過したら、加圧流体供給ライン351 Aの開閉弁35 A2を閉じる一方、排出ライン341 Aの減圧弁342 Aを開いて処理容器31 A内の流体を排出して、処理容器31 Aから CO_2 ガス及びIPAを超臨界状態、または気体の状態で排出することにより、液体IPAが除去され乾燥したウエハWを得ることができる（図28）。

[0107] 以上に説明したように、外部から高圧流体を供給することにより処理容器31 A内の圧力を調整し、液体IPAの沸騰を避けつつ当該IPAを超臨界状態に変化させてウエハWから除去する技術は、ウエハW表面に液盛りされたIPAを除去する例以外にも適用できる。図16に示すように、ウエハトレイ331 A内に載置されたウエハWを浸漬したIPAを除去する場合にも、本技術を適用してもよい。

[0108] また、処理容器31 A内を加圧する手法は、高圧ガスや超臨界流体を供給

する場合に限定されるものではない。 N_2 や CO_2 の亜臨界流体を供給して加圧してもよい。この他、流体を供給して処理容器31A内を加圧する手法に替えて、例えば処理容器31Aをピストン構造とし、ウエハWを収容した処理容器31A内の空間を圧縮することにより加圧を行ってもよい。

[0109] 更に、乾燥防止用の流体もIPAに限定されるものではなく、メタノールやエタノールなどのアルコール、各種のフッ素系溶媒(フッ化アルコール、ハイドロフルオロエーテルなど)、アセトンなどを用いてもよく、これら乾燥防止用の液体を亜臨界状態としてウエハW表面から除去する場合も本発明に含まれる。この他、例えば乾燥防止用の液体が不燃性である場合であっても、乾燥防止用の液体が高圧状態となった後の変質防止などを目的として、不活性ガスによる処理容器31A内のパージを行ってから不燃性の液体で覆われたウエハWを進入させてもよい。

[0110] 更にまた、処理容器31Aの構造は、図16に示したように耐圧性を備えた容器全体を加熱する場合に限定されない。例えばステンレススチールや炭素鋼、チタン、ハステロイ(登録商標)、インコネル(登録商標)など、耐圧性が高い一方で比較的熱伝導率の低い材料からなる耐圧容器の内側に、アルミニウム、銅、窒化アルミニウム、炭化ケイ素などからなる、耐圧容器よりも熱伝導率の高い材料からなる内部容器を入れ子構造にして設け、この内部容器をヒーター322Aなどで加熱してもよい。このとき、これら耐圧容器と内部容器との間に石英やアルミナなどからなる断熱層を設け、内部容器のみを加熱することにより、処理容器31Aの熱応答性が向上すると共に、エネルギー消費量も低減できる。

符号の説明

[0111] W	ウエハ
1	洗浄システム
2	洗浄装置
3	超臨界処理装置
31、31A	処理容器

3 2 2、3 2 2 A	ヒーター
3 4 1、3 4 1 A	排出ライン
3 5、3 5 A	加圧流体タンク
3 5 1、3 5 1 A	加圧流体供給ライン
4、4 A	制御部

請求の範囲

- [請求項1] 表面に凹凸パターンが形成され、その凹部内に入り込むように前記パターンを覆う乾燥防止用の液体が付着した基板を処理容器内に搬入する工程と、
- 基板を加熱すると共に、加圧用の気体または高圧状態の流体を前記処理容器内に供給し、パターン倒れを引き起こす程度まで乾燥防止用の液体が気化する前に当該処理容器内に高圧雰囲気を形成して、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま乾燥防止用の液体を高圧状態とする工程と、
- その後、前記処理容器内の流体を高圧状態または気体の状態で排出する工程と、を含むことを特徴とする基板処理方法。
- [請求項2] 前記基板を処理容器内に搬入する工程では、予熱された処理容器内に基板が搬入されることを特徴とする請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項3] 前記処理容器内の予熱温度が、前記乾燥防止用の液体の臨界温度以上であることを特徴とする請求項2に記載の基板処理方法。
- [請求項4] 前記加圧用の気体または高圧状態の流体は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧された状態で前記処理容器に供給されることを特徴とする請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項5] 前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が気体状態であることを特徴とする請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項6] 前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が高圧状態(超臨界状態または亜臨界状態)であることを特徴とする請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項7] 基板は、乾燥防止用の液体が液盛りされた状態で前記処理容器内に搬入されることを特徴とする請求項1に記載の基板処理方法。

- [請求項8] 前記乾燥防止用の液体が可燃性もしくは不燃性であり、当該液体が付着した基板を搬入する前に、前記処理容器内に不活性ガスを供給する工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項9] 表面に凹凸パターンが形成された基板から、その凹部内に入り込み、前記パターンを覆うように付着した乾燥防止用の液体の除去が行われる処理容器と、
この処理容器と外部との間で基板の搬入出を行うための搬入出部と、
前記処理容器内に搬入された基板を加熱するための加熱部と、
加圧用の気体または高圧状態の流体を前記処理容器内に供給するための加圧流体供給ラインと、
前記処理容器内の流体を排出するための排出ラインと、
乾燥防止用の液体が付着した基板を前記処理容器に搬入し、次いで、基板を加熱すると共に、前記加圧用の気体または高圧状態の流体を供給し、パターン倒れを引き起こす程度まで当該乾燥防止用の液体が気化する前にこの処理容器内に高圧雰囲気を形成して、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま乾燥防止用の液体を高圧状態とし、その後、前記処理容器内の流体を高圧状態または気体の状態で排出するように、制御信号を出力して、前記搬入出部、前記加熱部、前記加圧流体供給ライン、前記排出ラインを制御する制御部と、を備えたことを特徴とする基板処理装置。
- [請求項10] 前記加熱部は、前記処理容器の内部雰囲気加熱することにより基板を加熱し、前記基板は、予熱された処理容器内に搬入されることを特徴とする請求項9に記載の基板処理装置。
- [請求項11] 前記処理容器内の予熱温度が、前記乾燥防止用の液体の臨界温度以上であることを特徴とする請求項10に記載の基板処理方法。
- [請求項12] 前記加圧用の気体または高圧状態の流体は、前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧された状態で前記処理容器に供給されることを

特徴とする請求項 9 に記載の基板処理装置。

[請求項13] 前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が気体状態であることを特徴とする請求項 9 に記載の基板処理装置。

[請求項14] 前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が高圧状態(超臨界状態または亜臨界状態)であることを特徴とする請求項 9 に記載の基板処理方法。

[請求項15] 前記処理容器には、乾燥防止用の液体が液盛りされた状態の基板が搬入されることを特徴とする請求項 9 に記載の基板処理方法。

[請求項16] 前記乾燥防止用の液体が可燃性もしくは不燃性であり、当該液体が付着した基板を搬入する前に、前記処理容器内に不活性ガスが供給されることを特徴とする請求項 9 に記載の基板処理装置。

[請求項17] 表面に凹凸パターンが形成された基板から、その凹部内に入り込み、前記パターンを覆うように付着した乾燥防止用の液体の除去を行う基板処理装置に用いられるコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、

前記プログラムは請求項 1 に記載された基板処理方法を実行するためにステップが組まれていることを特徴とする記憶媒体。

[請求項18] 表面に凹凸パターンが形成され、その凹部内に入り込むように前記パターンを覆う乾燥防止用の液体が付着した基板を処理容器内に搬入する工程と、

前記基板上の乾燥防止用の液体の温度－圧力状態が、前記乾燥防止用の液体の蒸気圧曲線またはこの蒸気圧曲線よりも液相側の領域を通して変化し、超臨界状態または亜臨界状態である高圧状態に達するように、当該処理容器内を加圧しながら基板を加熱し、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま前記乾燥防止用の液体を高圧状態とする工程と、

その後、前記処理容器内の流体を高圧状態または気体の状態で排出する工程と、を含むことを特徴とする基板処理方法。

[請求項19] 前記処理容器内の加圧は、当該処理容器に加圧用の気体または高圧状態の流体を供給することにより行われることを特徴とする請求項18に記載の基板処理方法。

[請求項20] 前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が気体状態であることを特徴とする請求項18に記載の基板処理方法。

[請求項21] 前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が高圧状態(超臨界状態または亜臨界状態)であることを特徴とする請求項18に記載の基板処理方法。

[請求項22] 前記処理容器内にて、基板は乾燥防止用の液体に浸漬された状態で加熱されることを特徴とする請求項18に記載の基板処理方法。

[請求項23] 基板は、乾燥防止用の液体が液盛りされた状態で前記処理容器に搬入されることを特徴とする請求項18に記載の基板処理方法。

[請求項24] 前記乾燥防止用の液体が可燃性もしくは不燃性であり、当該液体が付着した基板を搬入する前に、前記処理容器内に不活性ガスを供給する工程を含むことを特徴とする請求項18に記載の基板処理方法。

[請求項25] 表面に凹凸パターンが形成された基板から、その凹部内に入り込み、前記パターンを覆うように付着した乾燥防止用の液体の除去が行われる処理容器と、

この処理容器と外部との間で基板の搬入出を行うための搬入出部と、

前記処理容器の内部を加圧するための加圧部と、

前記処理容器内の基板を加熱するための加熱部と、

前記処理容器内の流体を排出するための排出ラインと、

乾燥防止用の液体が付着した基板を前記処理容器に搬入し、次いで

、前記基板上の乾燥防止用の液体の温度－圧力状態が、前記乾燥防止用の液体の蒸気圧曲線またはこの蒸気圧曲線よりも液相側の領域を通じて変化し、超臨界状態または亜臨界状態である高圧状態に達するように、前記処理容器内を加圧しながら基板を加熱して、前記パターンの凹部内に入り込んだ状態のまま前記乾燥防止用の液体を高圧状態とし、その後、前記処理容器内の流体を高圧状態または気体の状態で排出するように制御信号を出力して、前記搬入出部、前記加圧部、前記加熱部、前記排出ラインを制御する制御部と、を備えたことを特徴とする基板処理装置。

[請求項26] 前記加圧部は、加圧用の気体または高圧状態の流体を供給することにより前記処理容器内を加圧することを特徴とする請求項25に記載の基板処理装置。

[請求項27] 前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が気体状態であることを特徴とする請求項25に記載の基板処理装置。

[請求項28] 前記乾燥防止用の液体の臨界圧力以上に加圧され、前記乾燥防止用の液体が超臨界状態になったときに、前記加圧用の流体が高圧状態(超臨界状態または亜臨界状態)であることを特徴とする請求項25に記載の基板処理装置。

[請求項29] 前記処理容器内にて、基板は乾燥防止用の液体に浸漬された状態で加熱されることを特徴とする請求項25に記載の基板処理装置。

[請求項30] 基板は、乾燥防止用の液体が液盛りされた状態で前記処理容器に搬入されることを特徴とする請求項25に記載の基板処理装置。

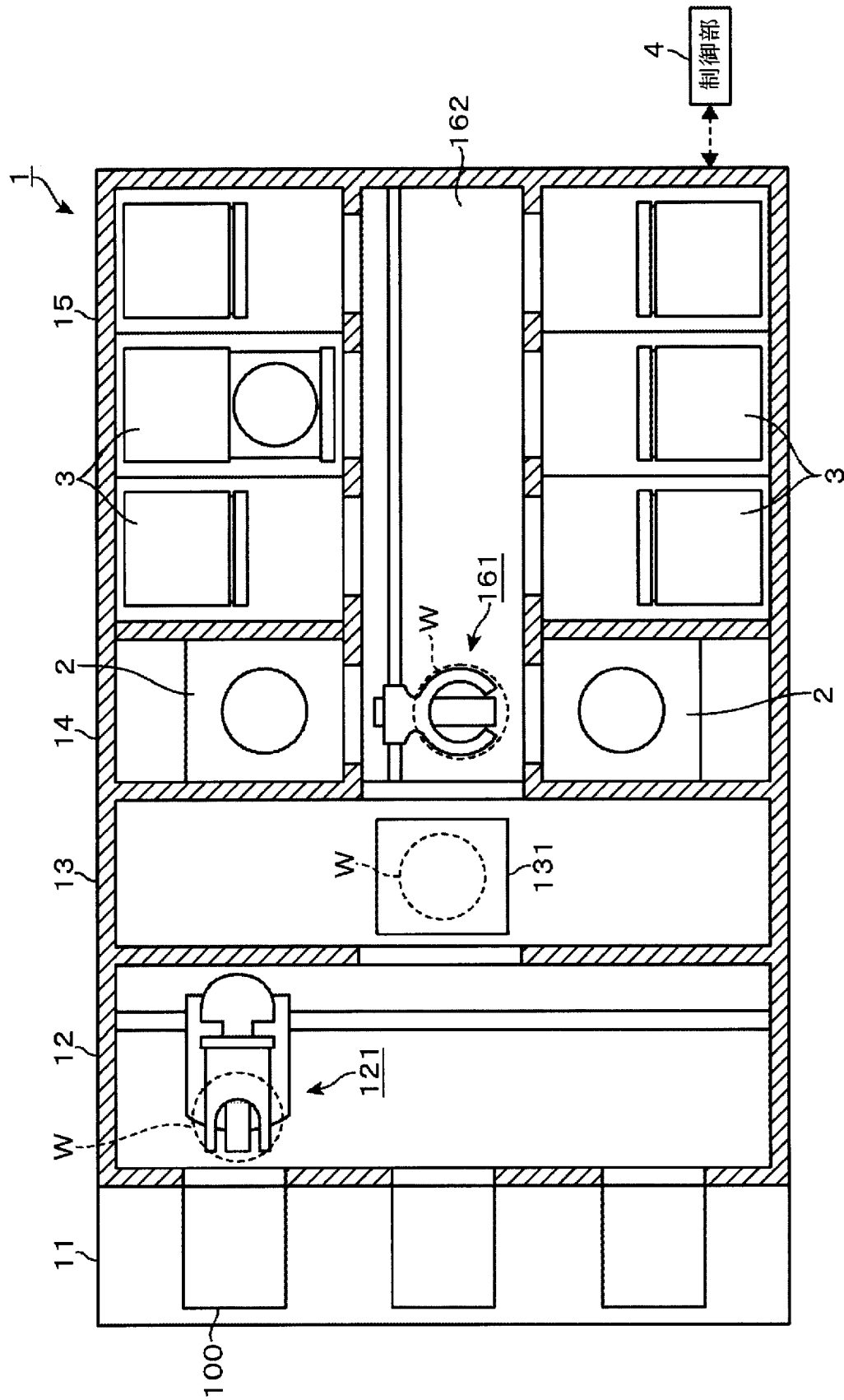
[請求項31] 前記乾燥防止用の液体が可燃性もしくは不燃性であり、当該液体が付着した基板を搬入する前に、前記処理容器内に不活性ガスが供給されることを特徴とする請求項25に記載の基板処理装置。

[請求項32] 表面に凹凸パターンが形成された基板から、その凹部内に入り込み、前記パターンを覆うように付着した乾燥防止用の液体の除去を行う

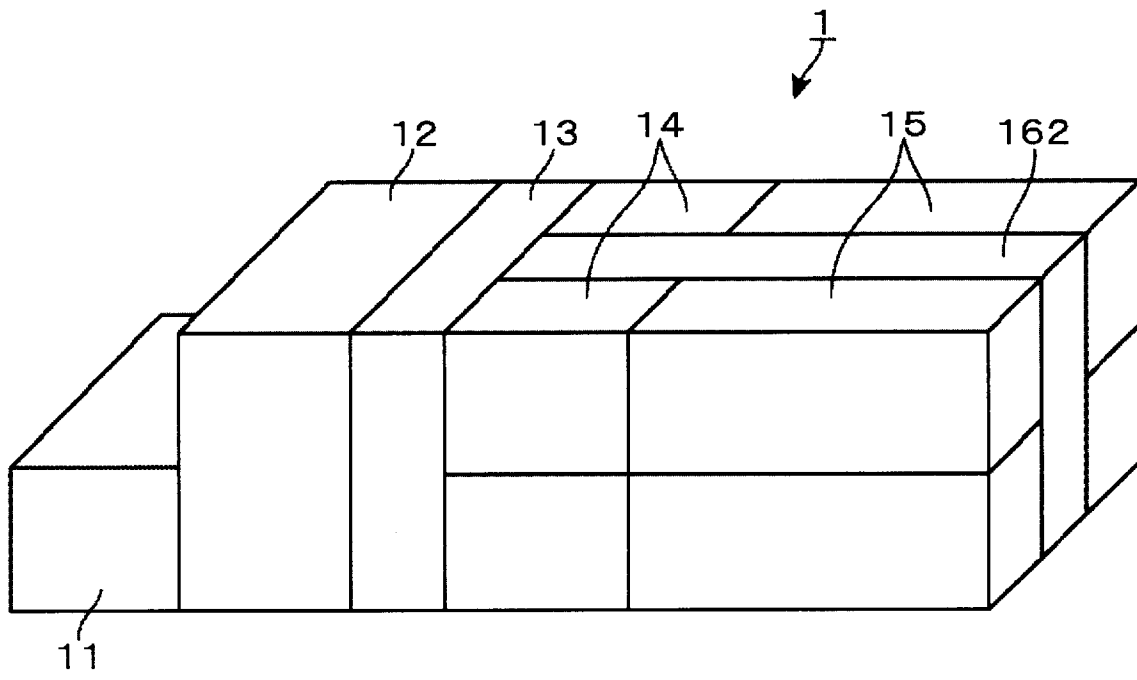
基板処理装置に用いられるコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、

前記プログラムは請求項 18 に記載された基板処理方法を実行するためにステップが組まれていることを特徴とする記憶媒体。

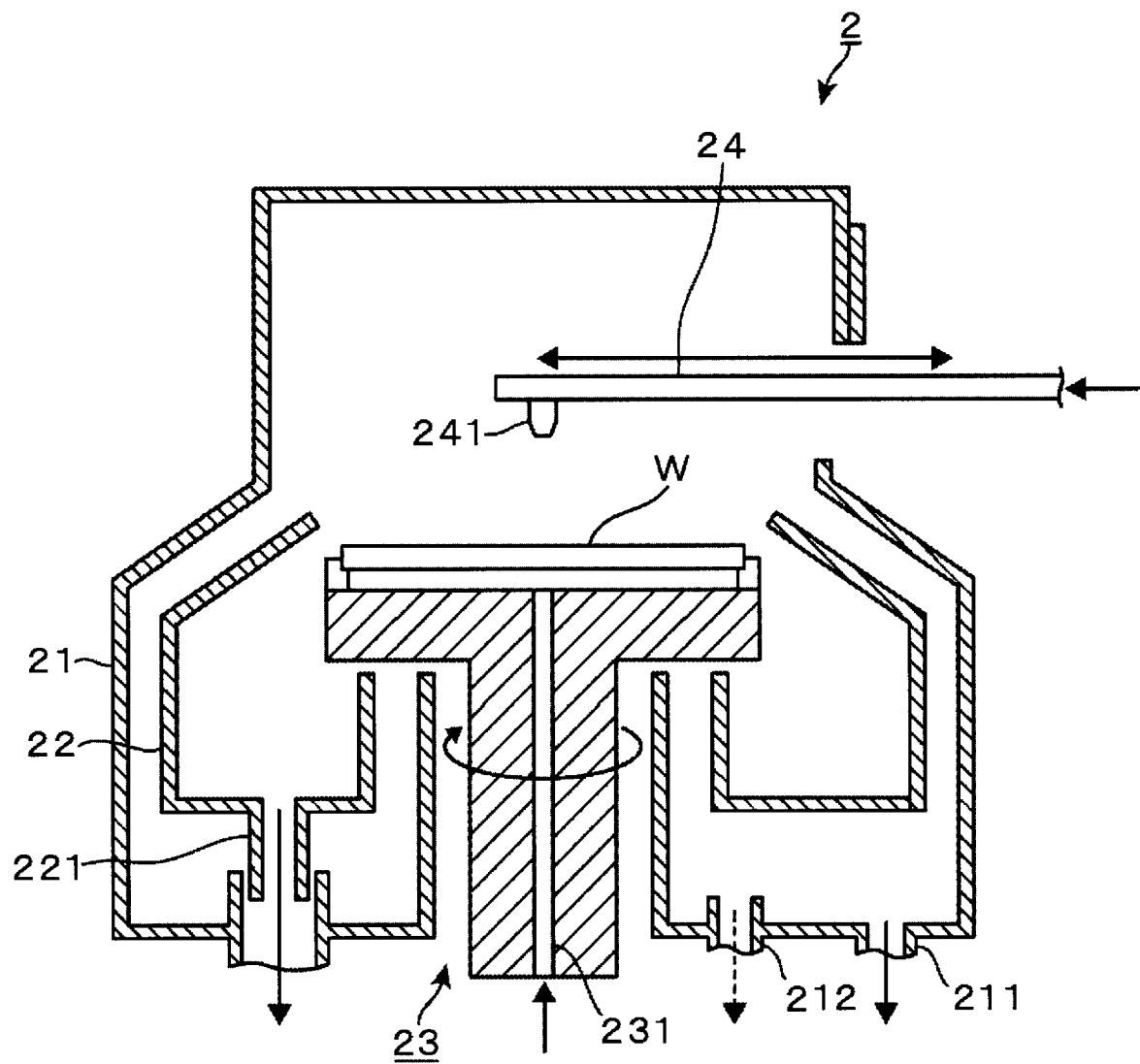
[図1]



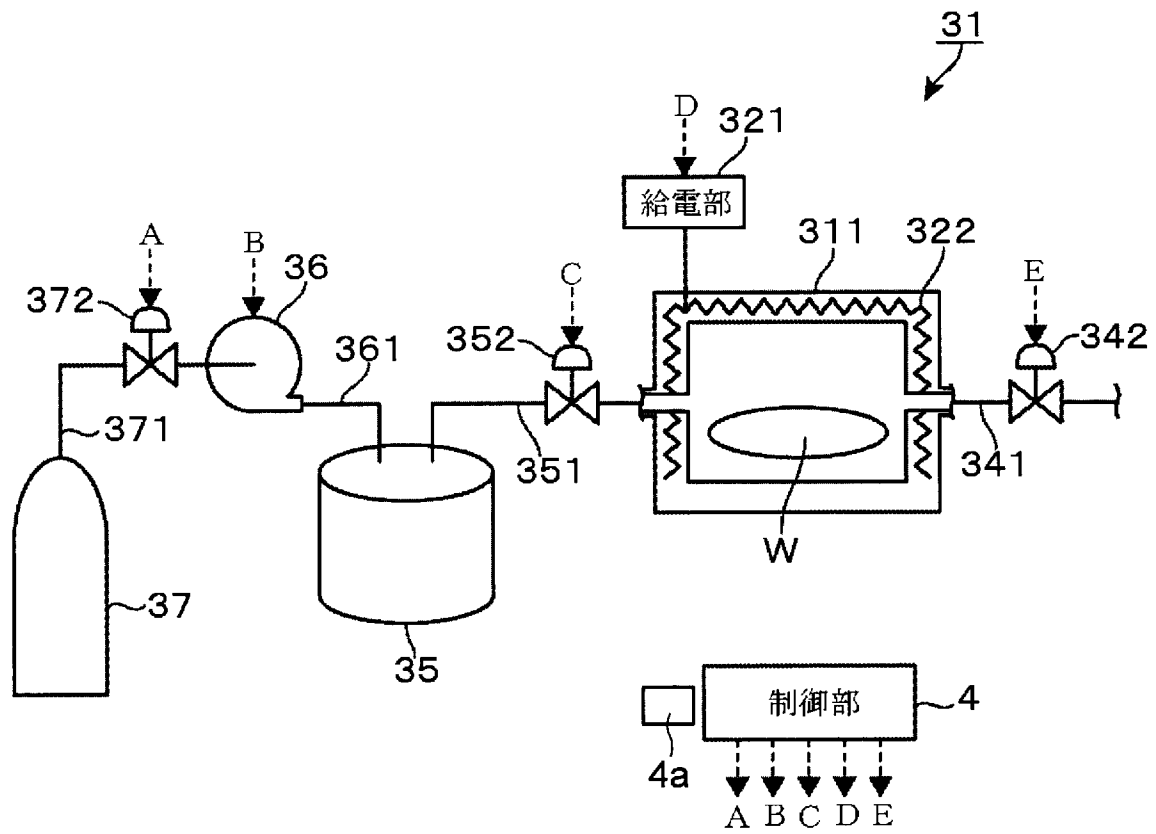
[図2]



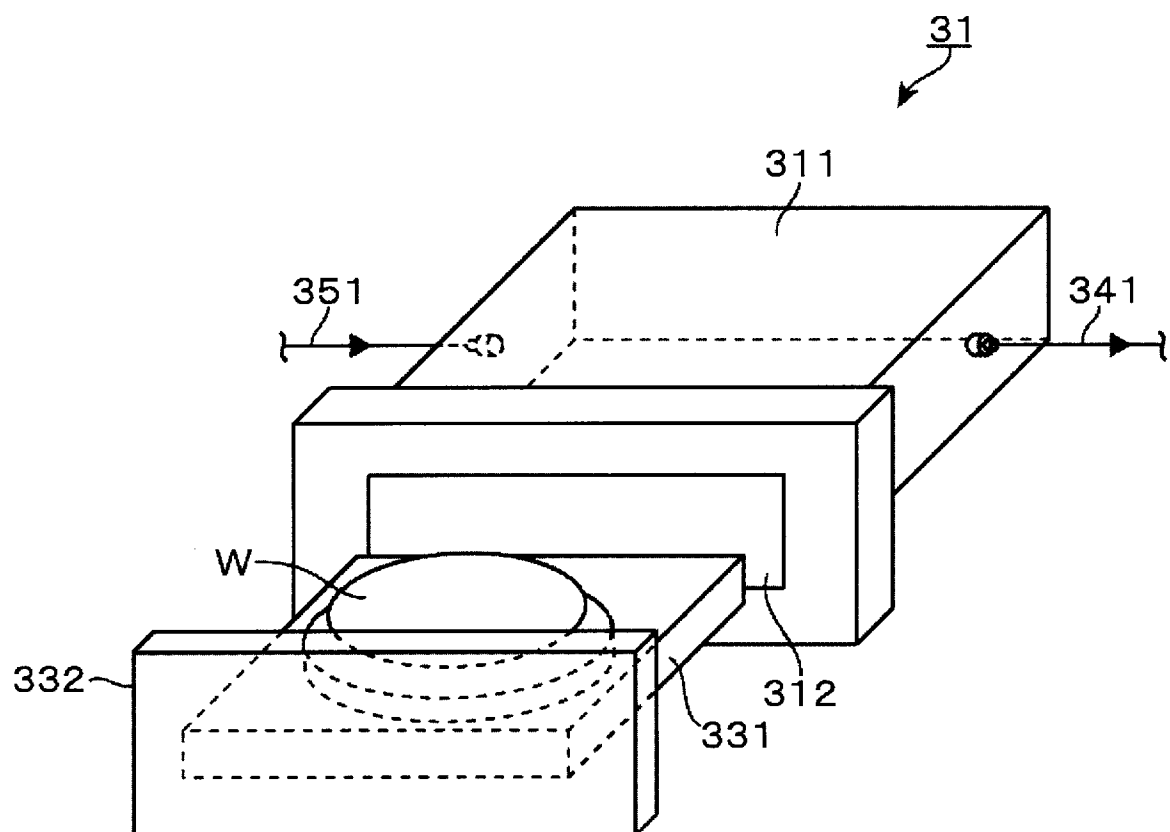
[図3]



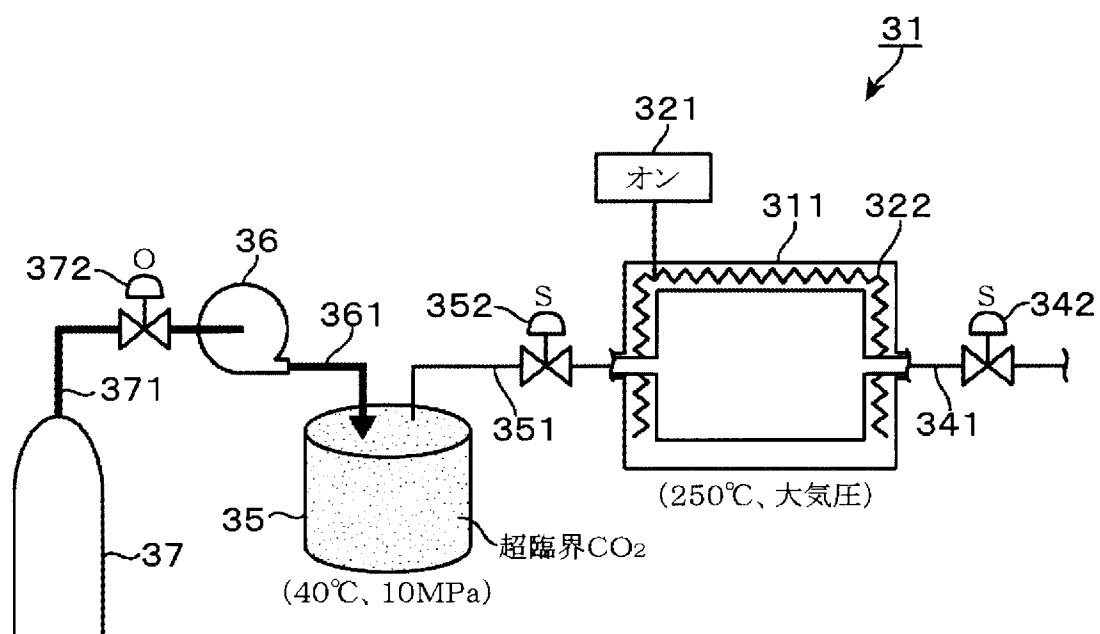
[図4]



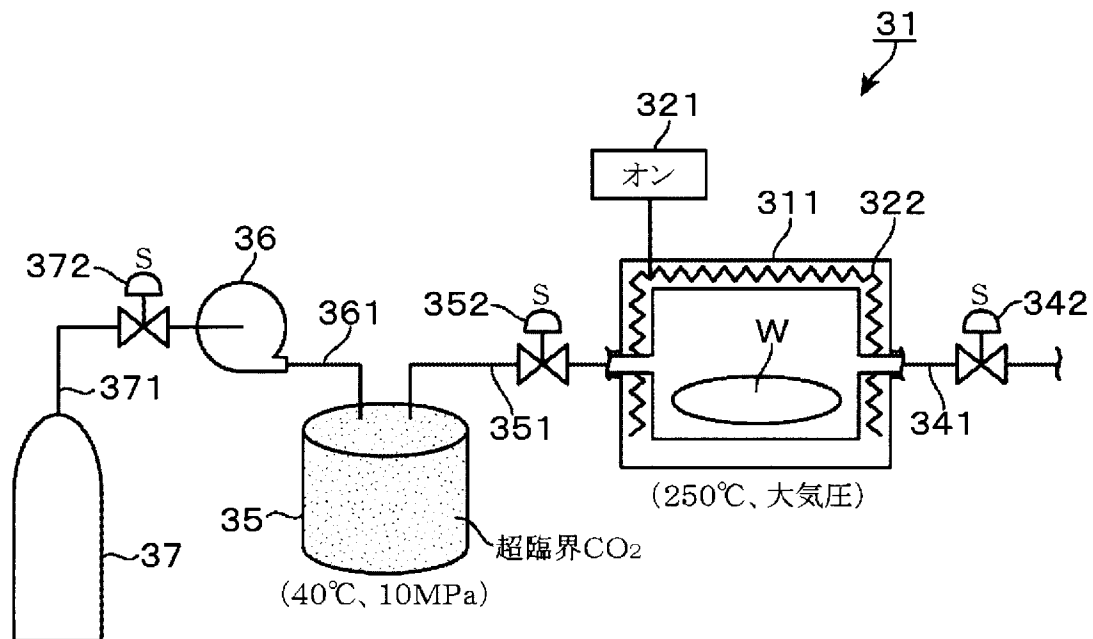
[図5]



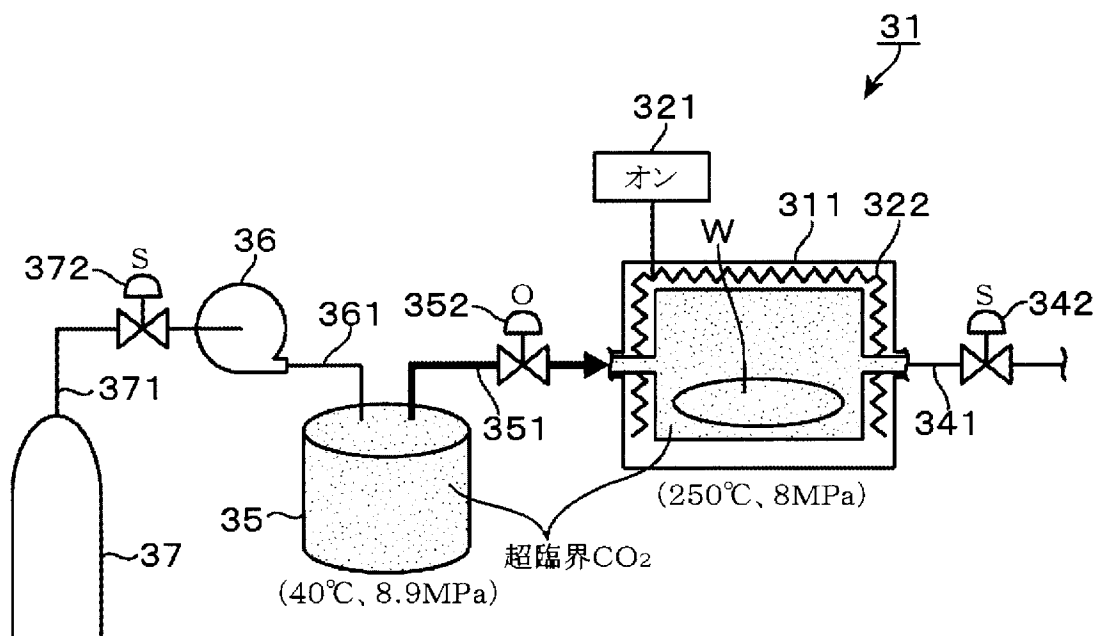
[図6]



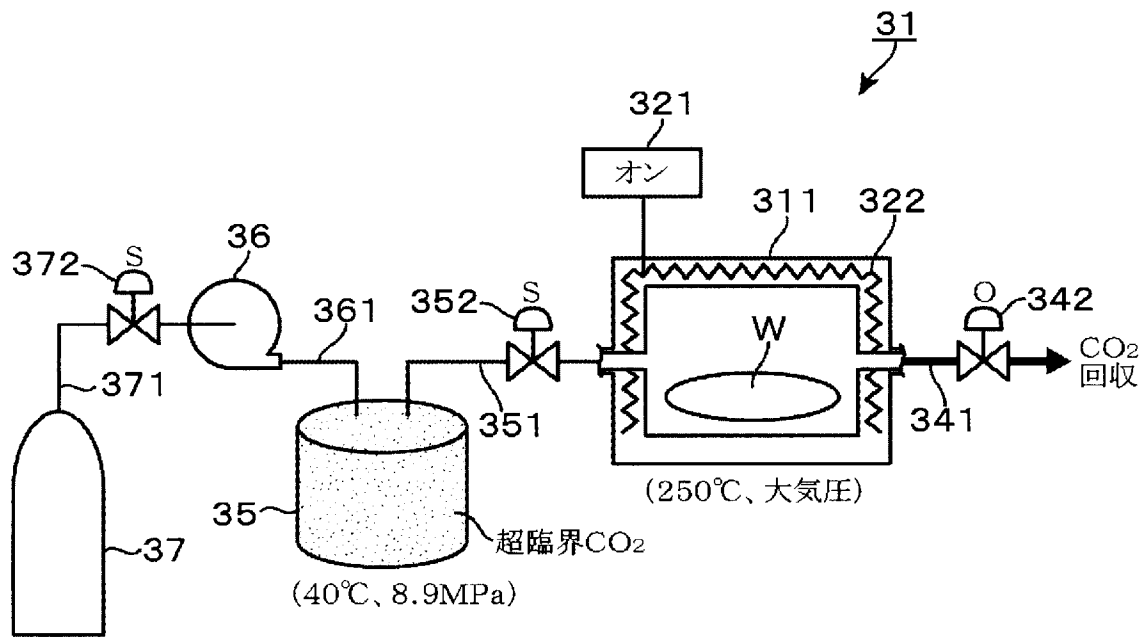
[図7]



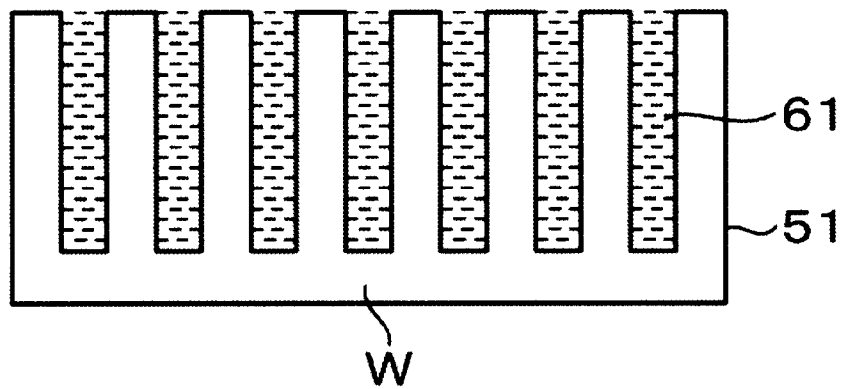
[図8]



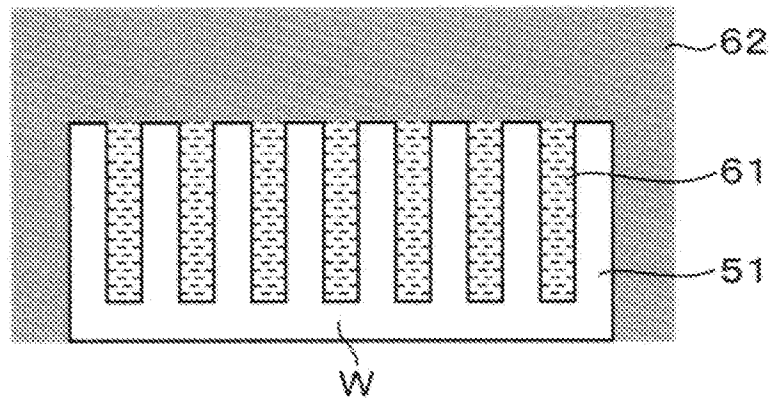
[図9]



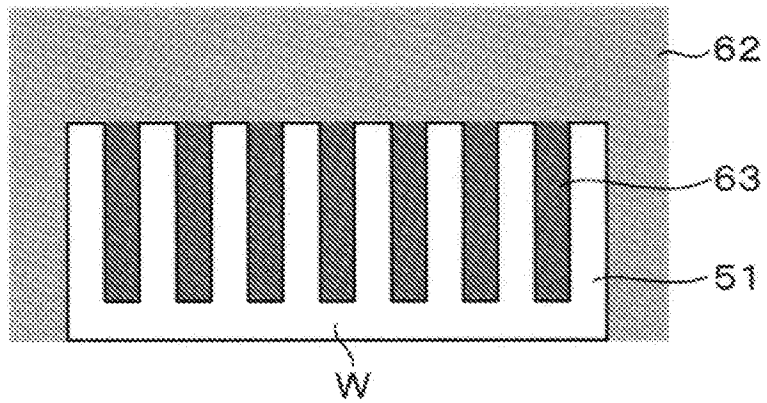
[図10]



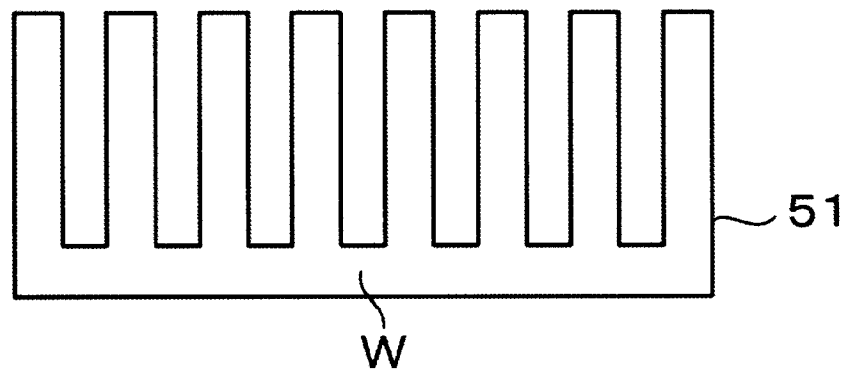
[図11]



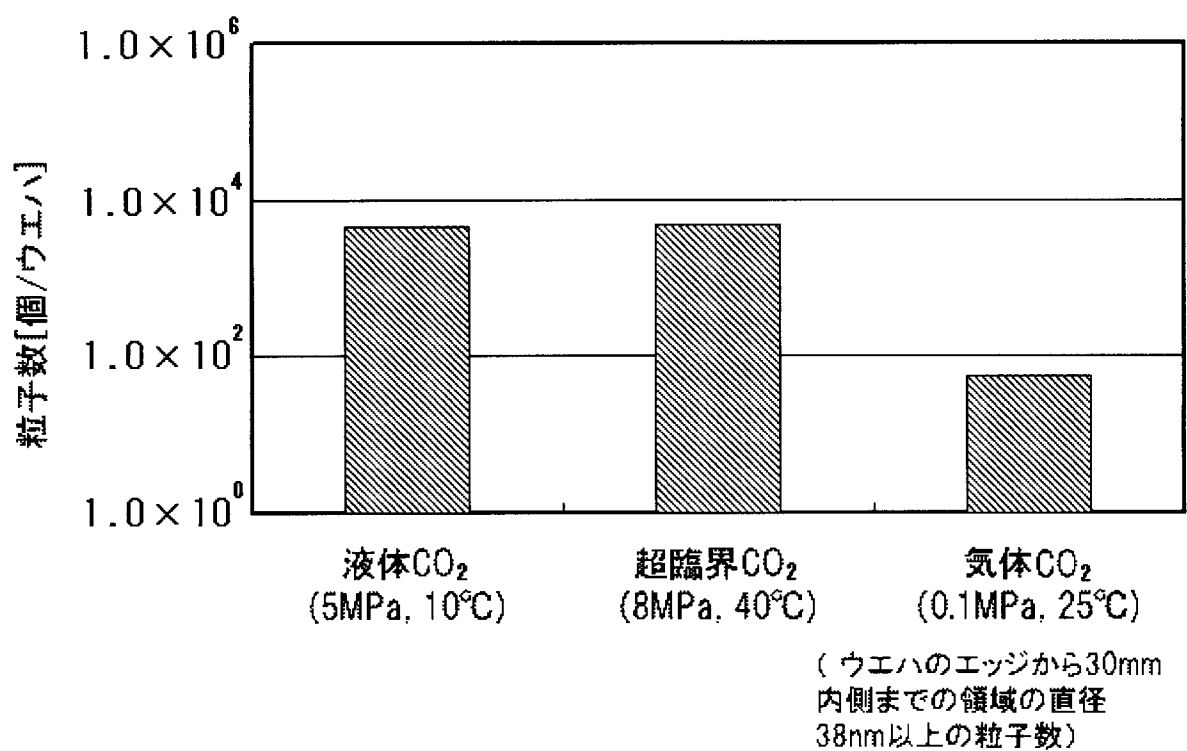
[図12]



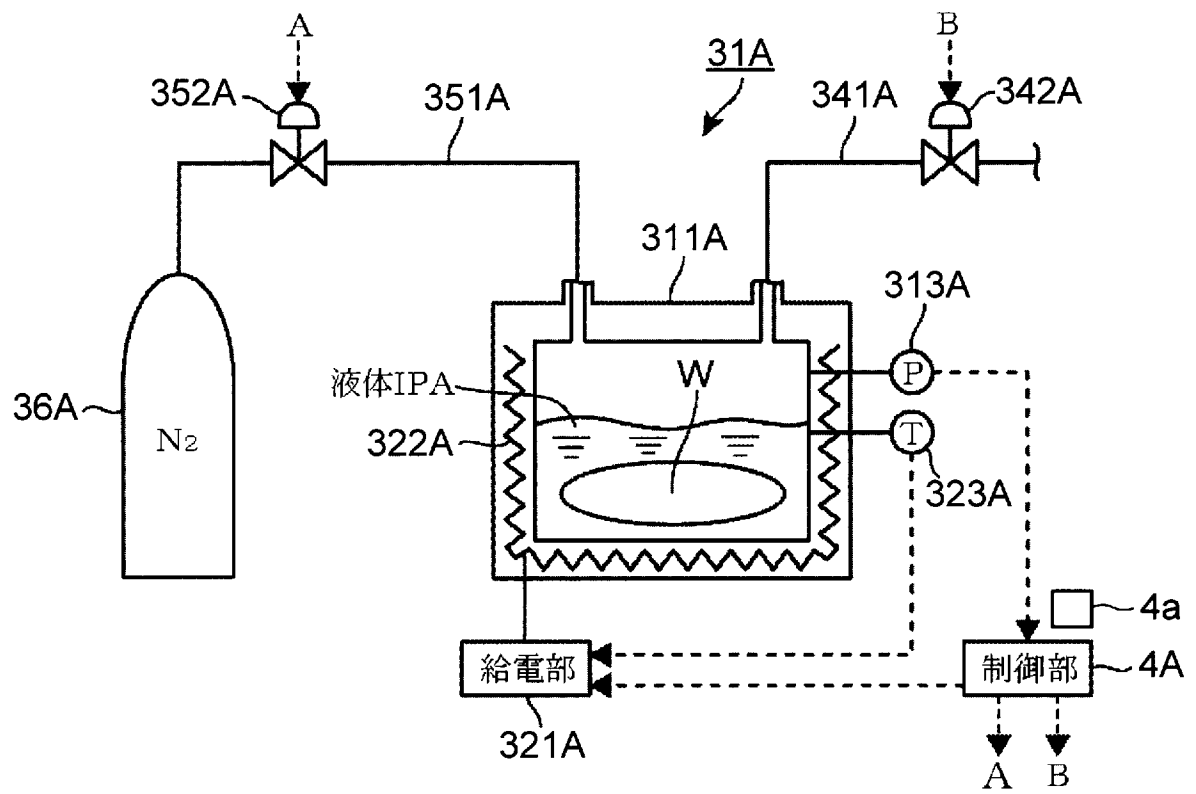
[図13]



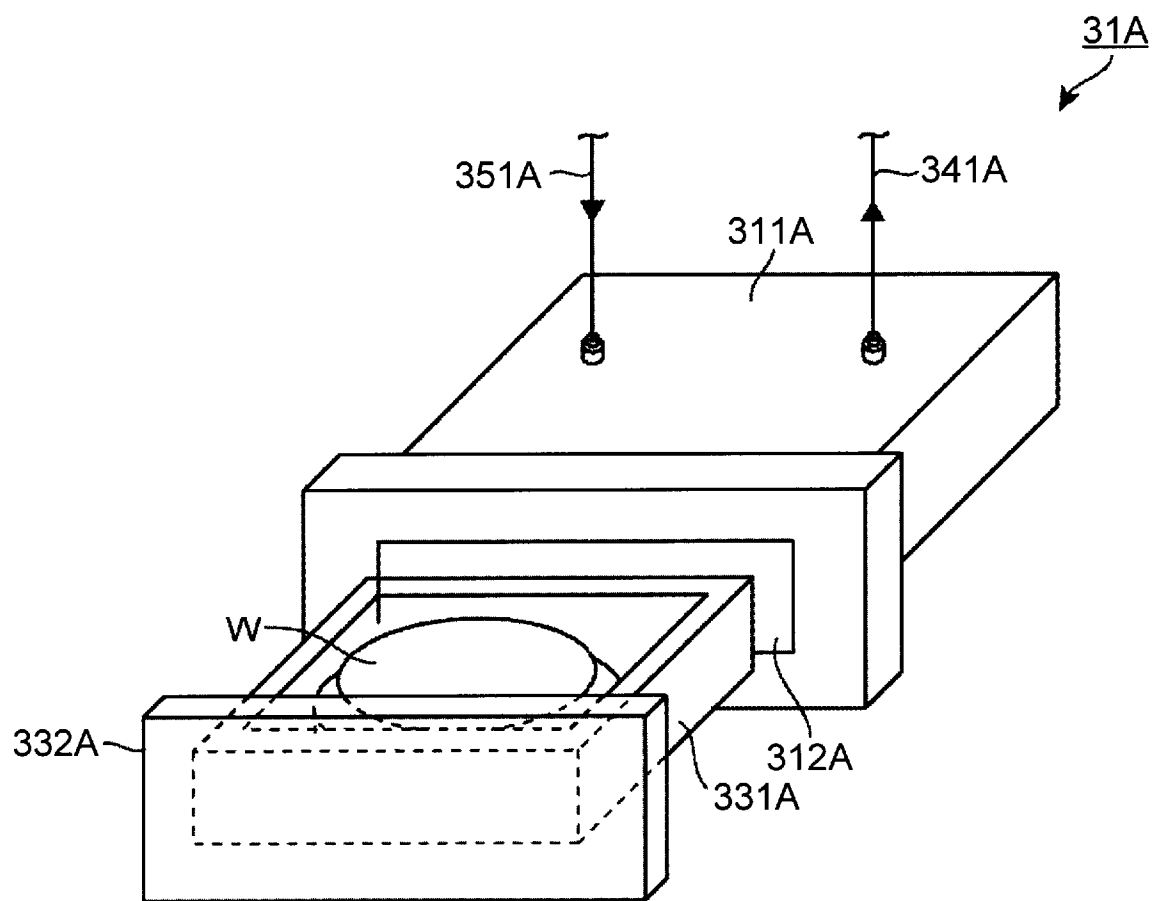
[図14]



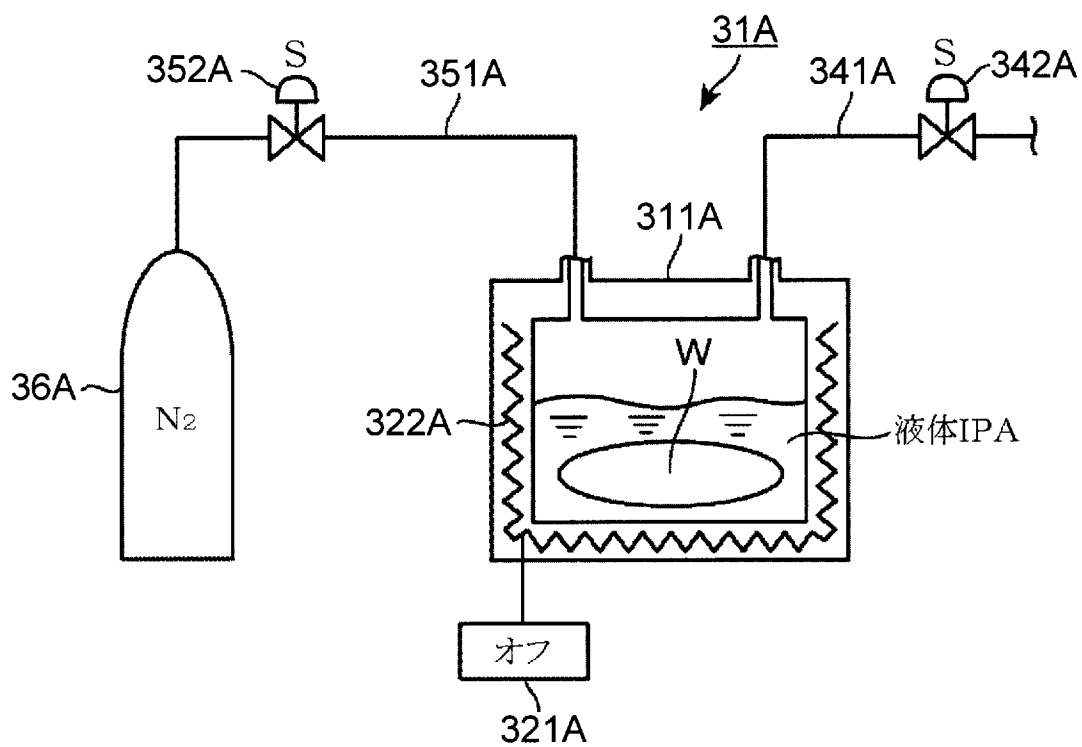
[図15]



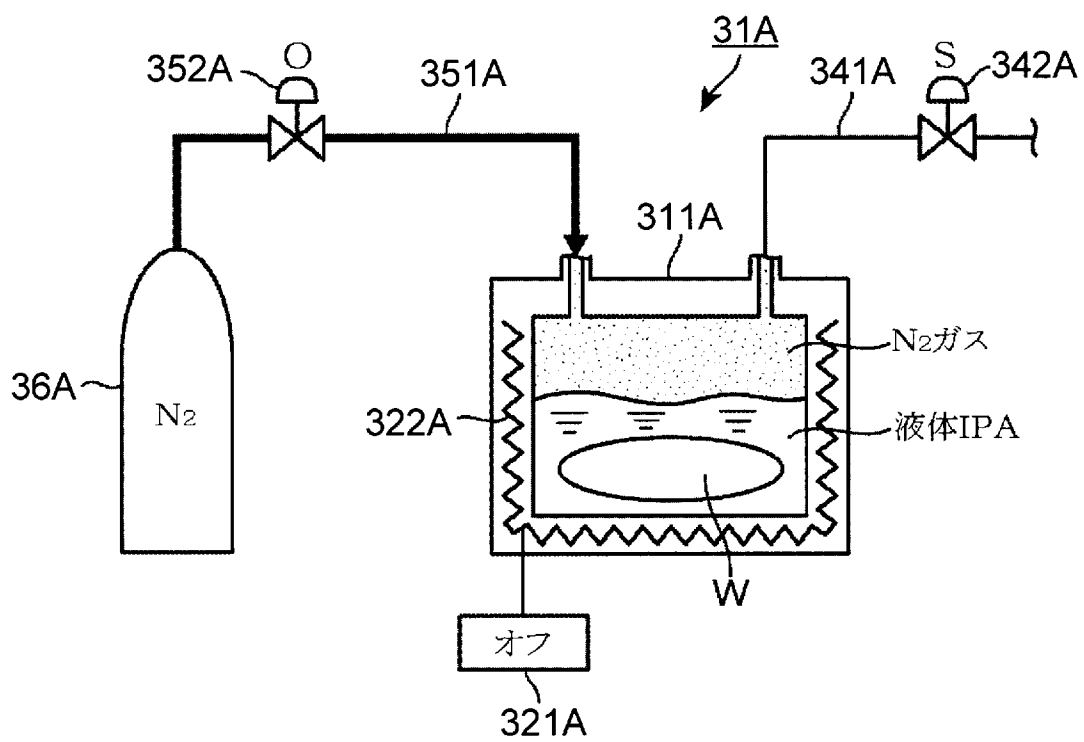
[図16]



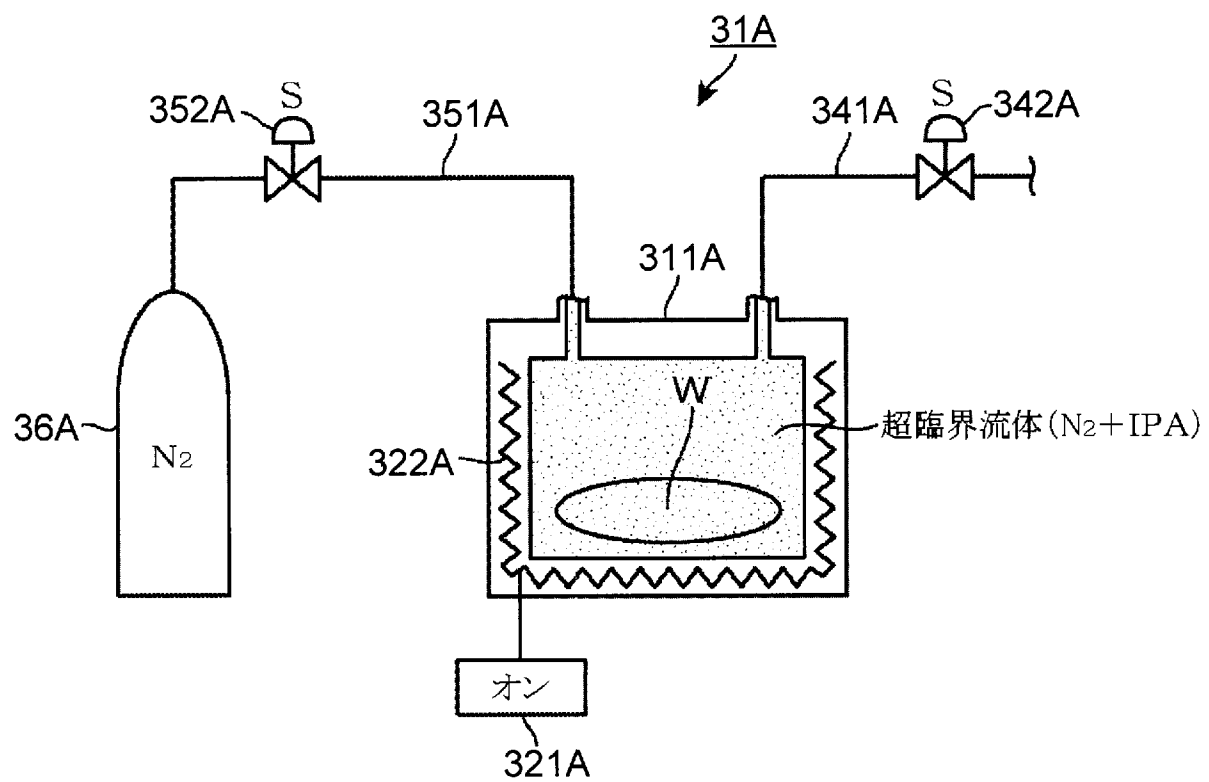
[図17]



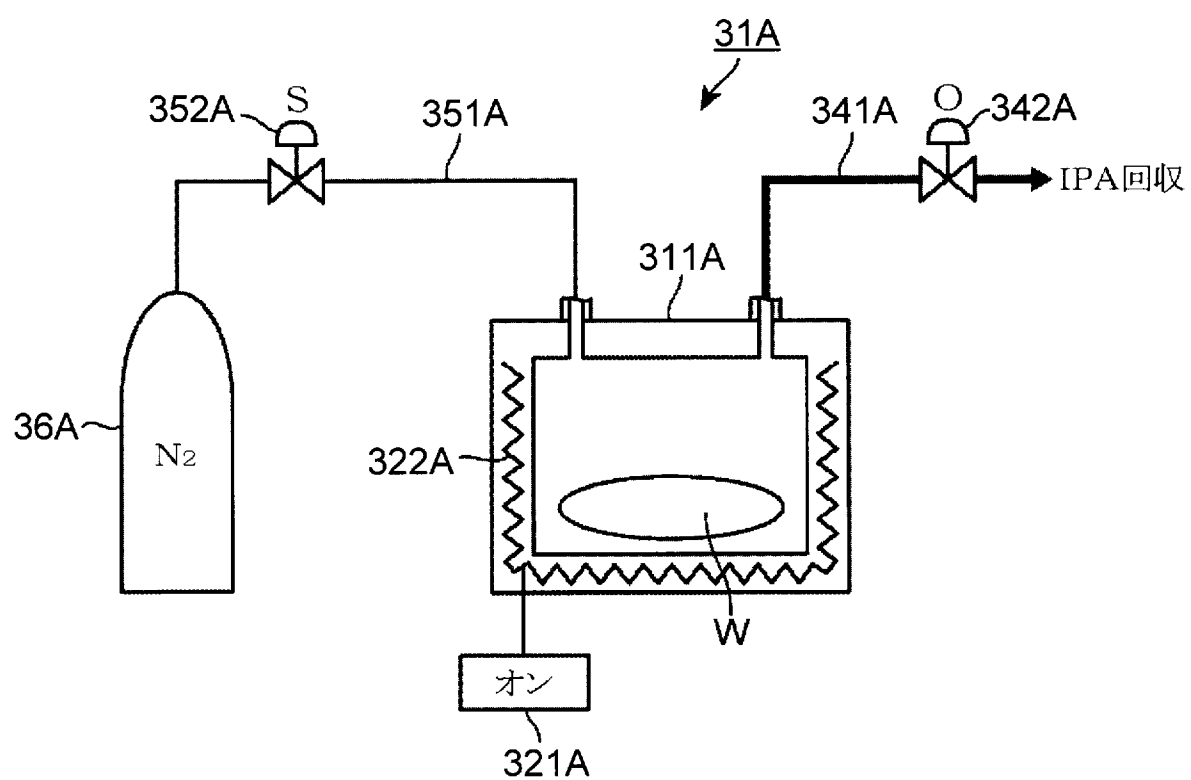
[図18]



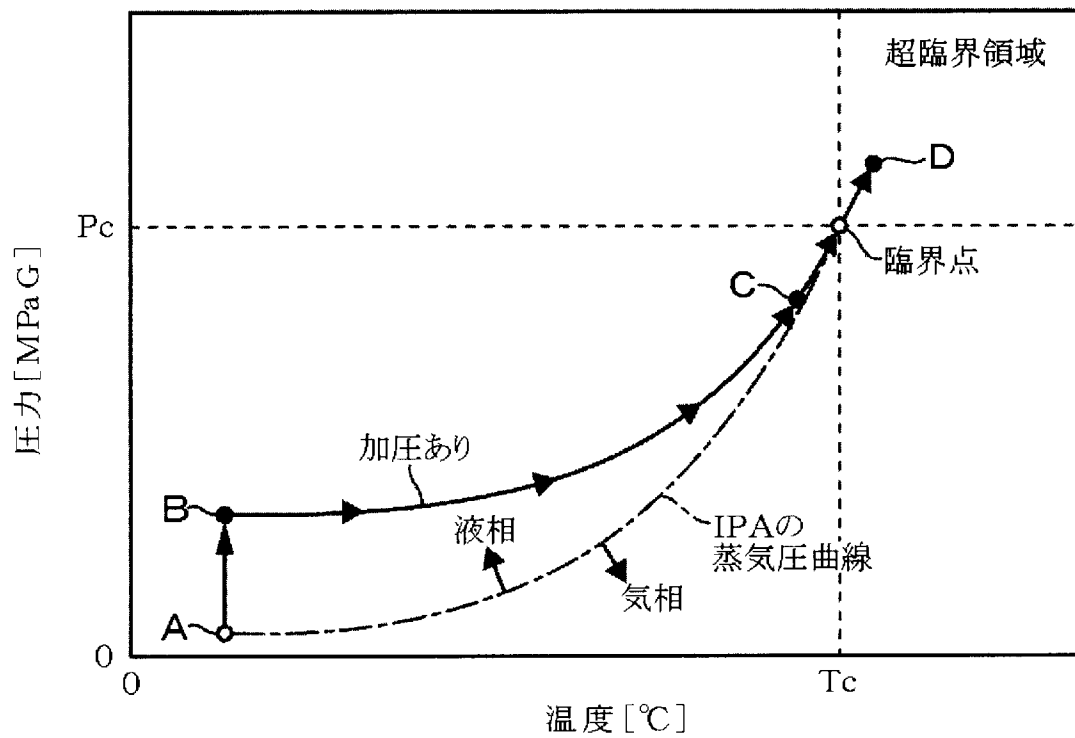
[図19]



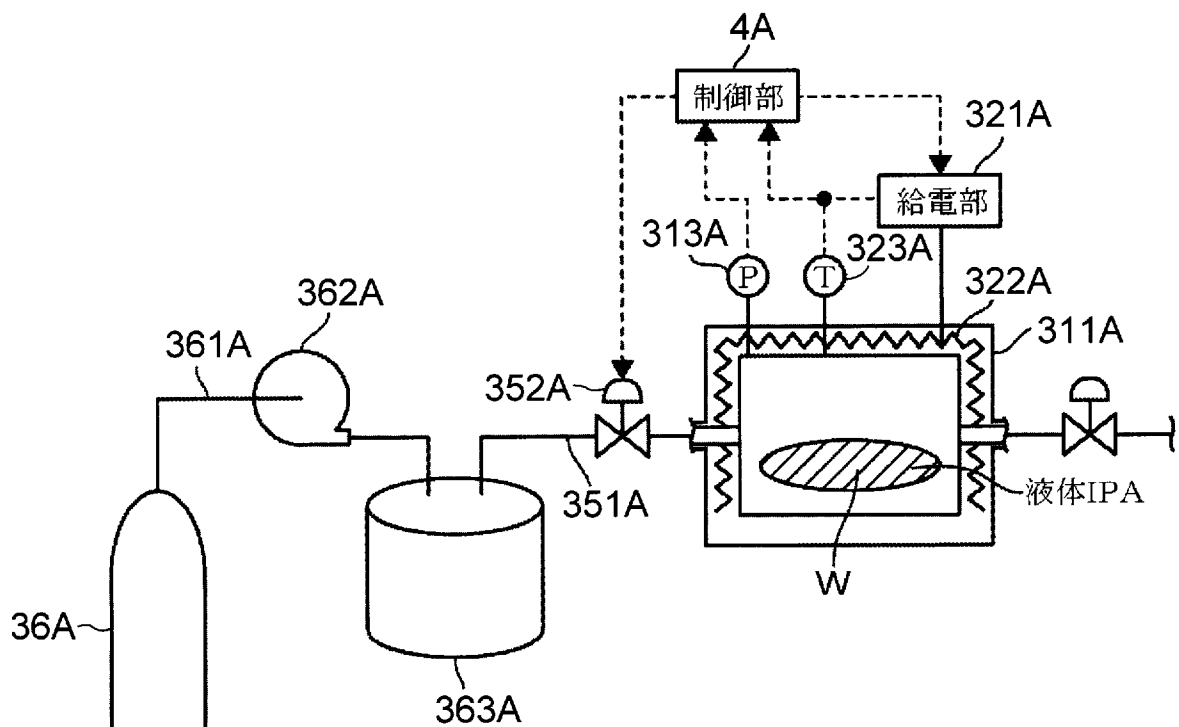
[図20]



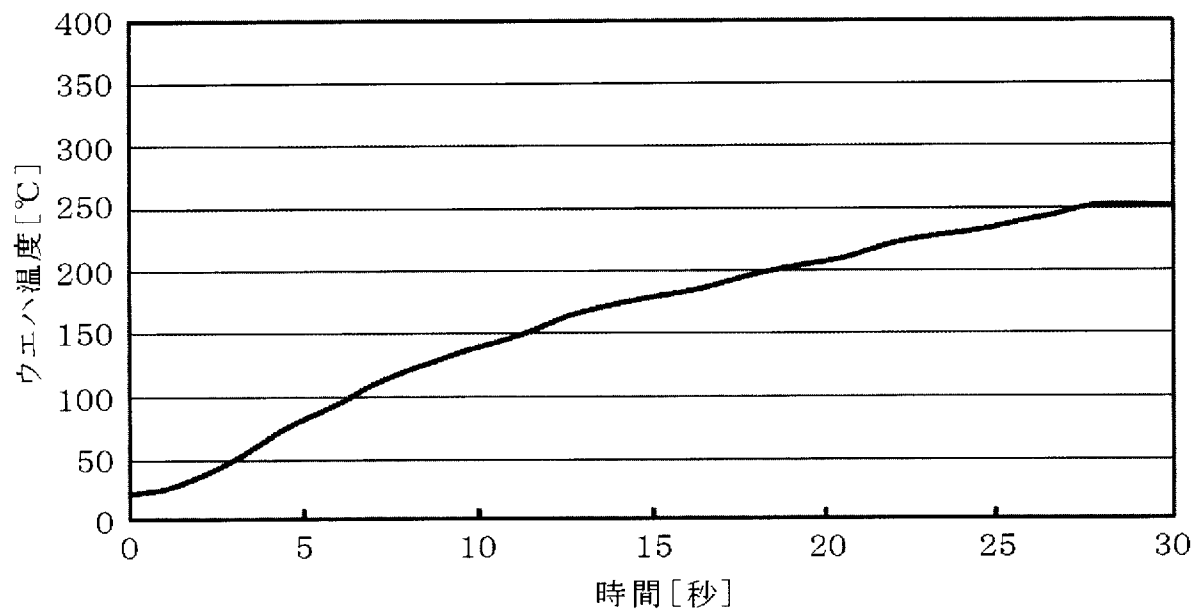
[図21]



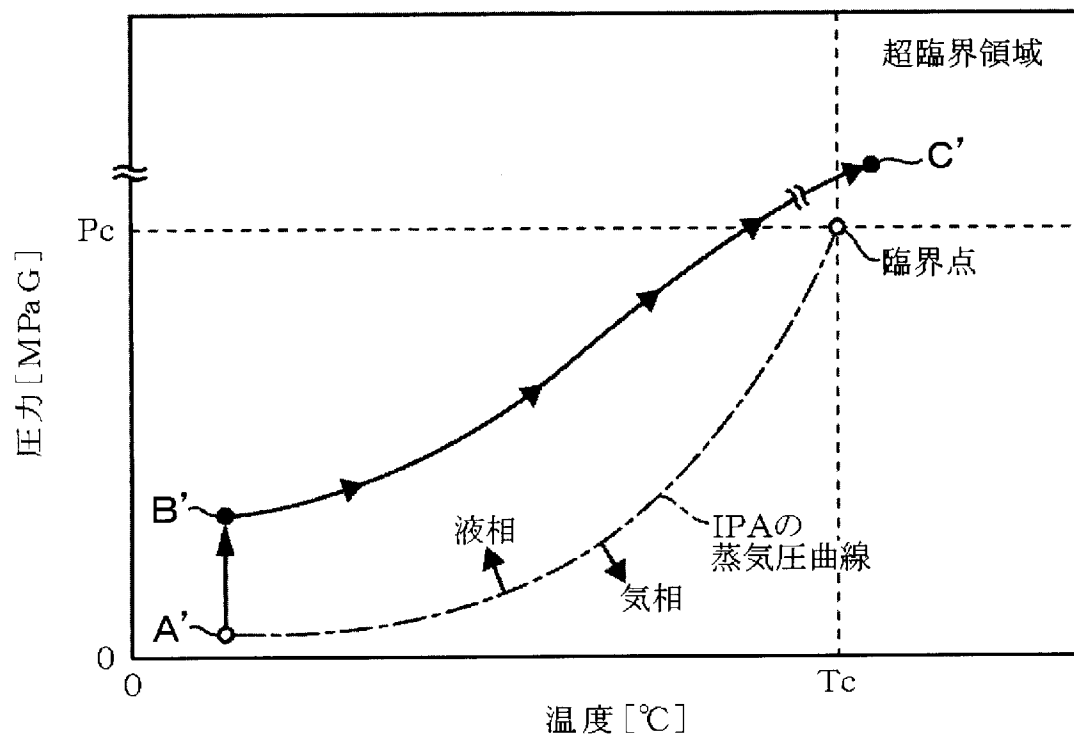
[図22]



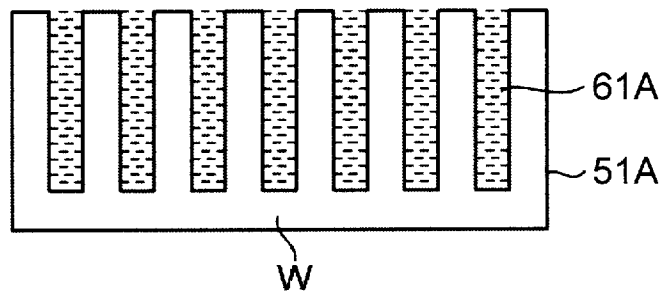
[図23]



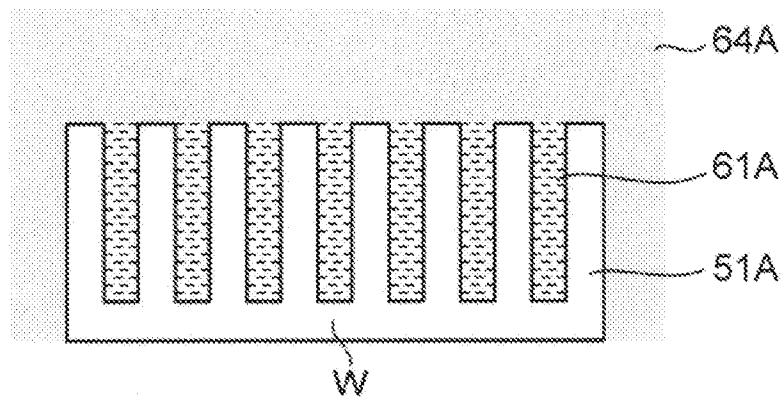
[図24]



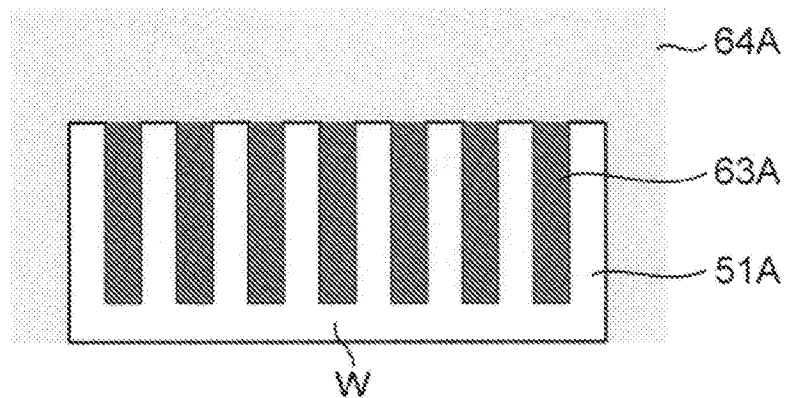
[図25]



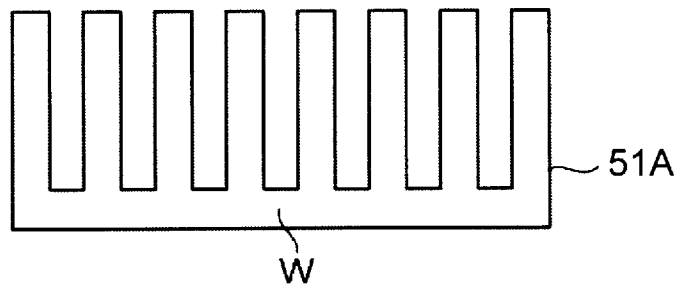
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/304(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/304

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2011-14706 A (Tokyo Electron Ltd.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0039], [0043], [0068] to [0072]; fig. 14	18, 22, 25, 29, 32
Y	& US 2011/0000512 A1 & KR 10-2011-0002419 A & TW 201118935 A	23, 24, 30, 31 1-17, 19-21, 26-28
A	JP 2010-161165 A (Tokyo Electron Ltd.), 22 July 2010 (22.07.2010), paragraph [0026] & US 2011/0000507 A1 & KR 10-2010-0081925 A	23, 24, 30, 31 1-22, 25-29, 32
Y	JP 2006-40969 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 09 February 2006 (09.02.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-32



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
07 August, 2012 (07.08.12)Date of mailing of the international search report
14 August, 2012 (14.08.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063640

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-196472 A (Sortec Corp.), 15 July 1994 (15.07.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063640

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The search revealed that the matter common to the invention of claim 1 and the invention of claim 18 are not novel, since said common matter is disclosed in JP 2011-14706 A (Tokyo Electron Ltd.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0039], [0043], [0068] to [0072], fig. 14.

As a result, the above-said common matter is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, since the common matter does not make a contribution over the prior art.

Consequently, it is obvious that the inventions of claims 1-32 do not comply with the requirement of unity of invention.

(Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063640

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Accordingly, the number of the inventions of this international application is two indicated below.

The inventions of claims 1-17

The inventions of claims 18-32

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/304 (2006.01) i

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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2011-14706 A (東京エレクトロン株式会社) 2011.01.20, 段落【0039】, 段落【0043】, 段落【0068】 - 【007	18, 22, 25, 29, 32
Y	2】, 図14	23, 24, 30, 31
A	& US 2011/0000512 A1 & KR 10-2011-0002419 A & TW 201118935 A	1-17, 19-21, 2 6-28
Y	JP 2010-161165 A (東京エレクトロン株式会社) 2010.07.22, 段落【0026】	23, 24, 30, 31
A	& US 2011/0000507 A1 & KR 10-2010-0081925 A	1-22, 25-29, 3 2

☒ 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矛盾するものではなく、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

0 7 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

石川 貴志

3 K

4 4 8 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 3 2

C (続き) . 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 2006-40969 A (日本電信電話株式会社) 2006. 02. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32
A	JP 6-196472 A (株式会社ソルテック) 1994. 07. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-32

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明と請求項18に係る発明との共通の事項は、調査の結果、JP 2011-14706 A(東京エレクトロン株式会社) 2011.01.20, 段落【0039】、段落【0043】、段落【0068】－【0072】、図14に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

結果として、この共通の事項は先行技術の域を出ないから、P C T規則13.2の第2文の意味において、特別な技術的特徴でない。

よって、請求項1－32に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

以上のことから、この国際出願の発明の数は次の2つである。

- ・請求項1－17に係る発明
- ・請求項18－32に係る発明

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。