

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 7 月 14 日 (14.07.2005)

PCT

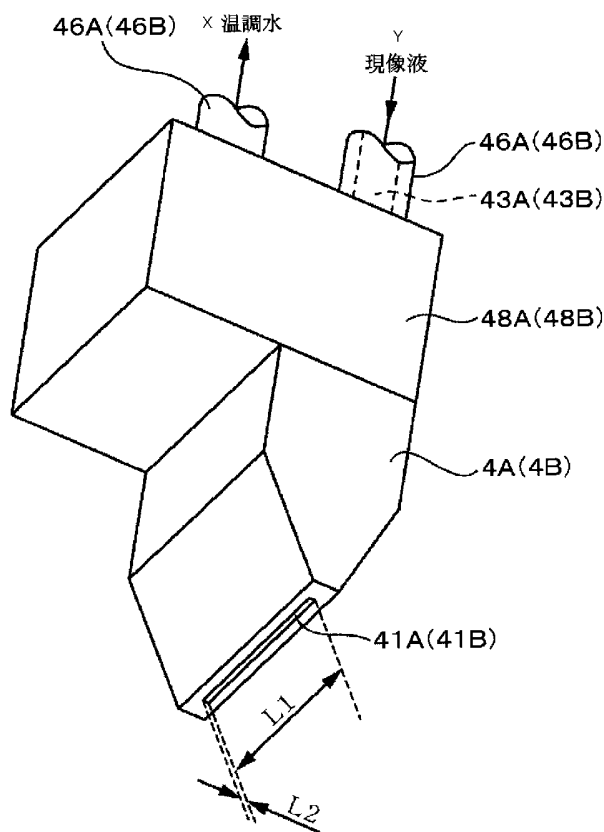
(10) 国際公開番号
WO 2005/064656 A1

- (51) 国際特許分類⁷: **H01L 21/027, G03F 7/30** [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019417
- (22) 国際出願日: 2004 年 12 月 24 日 (24.12.2004)
- (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 2003-435897 2003 年 12 月 26 日 (26.12.2003) JP
特願 2004-233617 2004 年 8 月 10 日 (10.08.2004) 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)
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大河内 厚 (OOKOUCHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒8691197 熊本県菊池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 山本 太郎 (YAMAMOTO, Taro) [JP/JP]; 〒8611116 熊本県菊池郡合志町福原 1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 竹口 博史 (TAKEGUCHI, Hirofumi) [JP/JP]; 〒8691197 熊本県菊池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 京田 秀治 (KY-ODA, Hideharu) [JP/JP]; 〒8691197 熊本県菊池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 吉原 孝介 (YOSHIHARA, Kousuke) [JP/JP]; 〒8691197 熊本県菊池郡菊陽町津

/続葉有/

(54) Title: DEVELOPMENT DEVICE AND DEVELOPMENT METHOD

(54) 発明の名称: 現像装置及び現像方法



X... TEMPERATURE REGULATION WATER
Y... DEVELOPMENT LIQUID

(57) Abstract: A development liquid nozzle is moved from an outer edge of a wafer toward the central portion while an exposed substrate held at a spin chuck is being rotated about a vertical axis and while a development liquid is being discharged from the development liquid nozzle, and this way the development liquid is supplied to the surface of the wafer, the development nozzle having a slit-like discharge opening whose longitudinal direction is oriented to the direction perpendicular to the radial direction of the wafer. The movement speed of the nozzle is higher than a case where a nozzle with a small-diameter circular nozzle is used, and this enables a development time to be reduced. Further, the thickness of a development liquid on a substrate can be reduced, so that the development liquid can be saved.

(57) 要約: 露光済みの基板をスピチャックに保持して鉛直軸回りに回転させ、長手方向がウエハの半径方向と直交する方向を向いたスリット状の吐出口を有する現像液ノズルから現像液を吐出させながら、現像液ノズルをウエハの外縁から中央部に向けて移動させることにより、ウエハ表面に現像液の供給を行う。小径の円形の吐出口を有するノズルを用いた場合に比べてノズルの移動速度を大きくすることができ、現像時間の短縮が図れる。また、基板上の現像液膜の厚さを減少させることができるため、現像液が節約できる。



久礼 2 6 5 5 東京エレクトロン九州株式会社内 Ku-
mamoto (JP).

(74) 代理人: 吉武 賢次, 外(YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒
1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 富士
ビル 3 2 3 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

現像装置及び現像方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板表面の露光されたレジストを現像する現像装置及び現像方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造工程の一つであるフォトリソ工程においては、半導体ウエハ(以下、「ウエハ」という)の表面にレジストを塗布し、このレジストを所定のパターンで露光した後、現像してレジストパターンを形成している。このような処理は、一般に、レジストの塗布・現像を行う塗布・現像装置に、露光装置を接続したシステムを用いて行われる。

[0003] JP7-263302Aに開示された現像装置の作用を、図17を参照して説明する。まず、スピンドラ1上にウエハWを水平に保持し、このウエハWの表面から僅かに高い位置に、現像液ノズル11の小径の吐出孔を配置する。そしてウエハWを鉛直軸回りに回転させると共に、現像液ノズル11から現像液を吐出しながらウエハWの回転半径方向に当該現像液ノズル11を移動させることにより、ウエハWの表面に螺旋状に現像液が液盛りされる(図17(a))。ウエハWの表面に現像液12を液盛りした状態で所定の現像時間例えば60秒が経過するまでそのまま放置して静止現像を行った後(図17(b))、リンス液ノズル13からウエハWの中央にリンス液14例えば純水を供給する(図17(c))。以上の工程により、現像液に対して不溶解性の部位のレジストが残って所定のレジストパターンを得ることができる。

[0004] JP2001-284206Aに開示された現像装置では、図18に示すように、移動方向に関して前後に配置した現像液ノズル11およびリンスノズル13が図示しない共通のノズルアームに取り付けられている。現像処理時には、スピンドラ1上のウエハWを鉛直軸回りに回転させると共に、現像液及びリンス液を同時に吐出させながら現像液ノズル11及びリンスノズル13をウエハWの縁部から中央部に向かって移動させ、これによりウエハWの表面に供給された現像液をリンス液で速やかに除去しながら現像

処理が行われる。

[0005] しかしながら上述の現像手法では、以下のような問題がある。即ち、JP7-263302 Aに開示されているようにウエハWの表面に現像液を液盛りしてパドル方式の現像（静止現像）を行うと、レジストは一般的に疎水性であるため、液盛りされる現像液の量が少なすぎると、表面張力によりウエハW上にある液同士が引っ張りあうプルバック現象が生じ、その結果、現像液と接触しない部位が生じて現像されない部位が生じることがある。これを防止するために、ウエハWの表面に多量の現像液を供給する必要があり、現像液の使用量が多くなってしまう。このことは半導体装置の製造コストの増大につながる。

[0006] JP2001-284206Aに開示されたパドルレス方式（静止現像を行わない方式）は上記問題を解決する一つの手段である。しかし、現像液の使用量を削減するためにノズルの吐出口のサイズを小さくすると、ウエハW全面に現像液を供給するために必要とされる時間が長くなり、現像処理に必要な時間が長くなってしまう。更には、ウエハの各部位が現像液に触れている時間がばらつき、現像処理の面内均一性が悪化する可能性がある。

[0007] 更に、JP2001-284206Aに開示されているように、現像液ノズルに隣接して配置したリンスノズルから純水を供給することにより現像液の供給直後に現像液を除去すると、現像液に対して溶解性の低いレジストを処理する場合には十分な現像時間を確保できなくなり、その結果、典型的には、レジスト膜に形成されるべき溝の底部側面が十分に溶解されない状態で残るアンダー現像が発生する。この場合、レジストパターンの線幅精度が面内でばらついてしまう。

発明の開示

[0008] 本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的は、基板表面の露光済みレジストを現像するにあたり、少ない現像液量で短時間で現像を行うことができる装置および方法を提供することにある。

[0009] 本発明の第1の観点によれば、露光されたレジストを有する基板を水平に保持する基板保持部と、基板を保持した基板保持部を鉛直軸回りに回転させる回転駆動機構と、細長い帯状の吐出口を有し、基板に現像液を吐出する現像液ノズルと、前記現

像液ノズルを支持するノズル支持部を有するとともに、前記現像液ノズルを概ね基板の半径方向に沿って移動させる移動機構と、を備え、前記移動機構のノズル支持部は、前記吐出口が前記基板の上方に位置している時に、前記吐出口の長手方向が基板の中央部を向くように前記現像液ノズルを支持しており、基板を鉛直軸回りに回転させた状態で、前記吐出口から帯状の現像液を吐出しながら前記現像液ノズルを基板の外側から中央部に向かって移動させて基板の表面に現像液を螺旋状に供給することを特徴とする現像装置が提供される。

[0010] 好ましくは、前記吐出口は、幅が0.1mm～1mmであり、長さが8mm～15mmである。現像処理される基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて、前記現像液ノズルから供給すべき現像液の温度を調節するための温度調整部を更に設けることができる。現像液ノズルは複数設けることができ、この場合、好ましくは各現像液ノズル毎に現像液の温度調整を行うための温度調整部が設けられ、前記複数の現像液ノズルの中から、現像処理を行う基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて温度調整がされた現像液ノズルを選択する手段が設けられる。そしてこの場合、好ましくは、一方の現像液ノズルが選択されている間に、他方の現像液ノズルについて現像液の温度が調整される。上述の温度調整は、現像処理を行う基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴と、当該種類または幾何学的特徴のレジストに適した現像液の温度とを対応づけたデータを記憶し、このデータに基づいて現像するレジストに適した現像液の温度が得られるように前記温度調整部を制御する制御部により実施することができる。

[0011] 各現像液ノズル毎に前記温度調整部に加えて現像液の濃度調整部が設けることもでき、この場合、選択された現像液ノズルの現像液は、レジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて温度及び濃度が調整することができる。この場合、好ましくは一方の現像液ノズルが選択されている間に、他方の現像液ノズルについて現像液の温度及び現像液の濃度が調整される。上述の温度および濃度の調整は、現像処理を行う基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴と、当該種類または幾何学的特徴のレジストに適した現像液の

温度及び現像液の濃度とを対応づけたデータを記憶し、このデータに基づいて現像するレジストに適した現像液の温度及び濃度となるように温度調整部及び濃度調整部を制御する制御部により実施することができる。

[0012] 好ましくは、現像液が供給される前の基板の表面に、濡れ性を高めるための表面処理液を供給する表面処理液ノズルが更に設けられる。或いは、現像液が供給された後の基板の表面にリンス液を供給するリンス液ノズルと、このリンス液ノズルによりリンス液が供給された基板の表面に、界面活性剤を供給する活性剤供給ノズルとが更に設けられる。

[0013] 好ましくは、現像液ノズルを基板の外側から中央部に向かって移動させたとき、その吐出口の基板の中央寄りの先端が基板の回転軸と一致する位置で移動が停止される。

[0014] 本発明の第2の観点によれば、露光済みのレジストを有する基板を基板保持部に水平に保持する工程と、この基板を鉛直軸回りに回転させながら、基板の表面に、その幅方向が基板の中央部を向いた帯状の現像液を吐出する現像液ノズルを、基板の周縁から中央部に向かって移動させて、現像液を基板の表面に沿って外側に流しながら基板の表面に螺旋状に現像液を供給する工程と、現像液ノズルからの現像液の供給を停止するとともに、リンス液ノズルにより基板の表面にリンス液を供給する工程と、を含むことを特徴とする現像方法が提供される。なお、リンス液の供給の開始は、現像液の供給停止と同時に行うことができるが、現像液の供給停止の直前或いは直後(例えば現像液の供給停止時点の前後2秒以内)に行うこともできる。

[0015] 好ましくは、現像液ノズルの吐出口は幅が0.1mm～1mmであり、長さが8mm～15mmである。

[0016] 好ましくは、現像処理を行う基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて現像液の温度が調整される。

[0017] 好ましくは、この現像方法は、現像液の温度が互いに異なる温度に調整された複数の現像液ノズルの中から、現像処理を行う基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて、現像液ノズルを選択する工程を含む。また、好ましくは、この現像処理方法は、一方の現像液ノズルが選択されている間

に、他方の現像液ノズルについて現像液の温度が調整される工程を含む。

[0018] 好ましくは、現像処理を行う基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて現像液の温度及び／または濃度が調整される。

[0019] 少なくとも現像液ノズルが現像液の吐出を停止するまでにリンス液ノズルを現像液ノズルの近傍に移動させておくことが好ましい。

[0020] 現像液を供給する工程において、現像液を吐出させながら現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させる動作を複数回行うこともできる。

[0021] 現像液を供給する工程は、ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動した後に、所定の時間、当該中央部に現像液を供給する工程を含むこともできる。

[0022] この現像方法には、現像液が供給される前の基板の表面に、濡れ性を高めるための表面処理液を供給する工程を更に含めることができる。或いは、この現像処理方法には、現像液が供給された後の基板の表面にリンス液を供給する工程と、このリンス液が供給された基板の表面に界面活性剤を供給する工程と、を更に含めることができる。

[0023] 好適な一実施形態において、現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させるときに、現像液ノズルの吐出口の基板の中央寄りの先端が基板の回転軸と一致する位置で現像液ノズルの移動が停止される。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の現像装置の実施の形態にかかる現像装置を示す縦断面図である。

[図2]本発明の現像装置の実施の形態にかかる現像装置を示す平面図である。

[図3]上記現像装置の現像液ノズルを示す斜視図である。

[図4]上記現像装置の現像液供給手段を示す説明図である。

[図5]上記現像装置を用いてウエハを現像処理する工程を示す工程図である。

[図6]ウエハの表面に現像液が供給される様子を示す説明図である。

[図7]ウエハの表面に現像液が供給される様子を示す説明図である。

[図8]現像液ノズルの停止位置を示す説明図である。

[図9]パターンの線幅と現像時間或いは現像温度の関係を示す特性図である。

[図10]現像液ノズルの吐出口の他の例を示す説明図である。

[図11]上記現像装置を用いてウエハを現像処理する他の工程を示す工程図である。

[図12]上記現像装置を用いてウエハを現像処理する他の工程を示す工程図である。

[図13]現像液ノズルの他の例を示す説明図である。

[図14]現像液ノズルの更に他の例を示す説明図である。

[図15]前記現像装置を組み込んだ塗布・現像装置の一例を示す平面図である。

[図16]前記現像装置を組み込んだ塗布・現像装置の一例を示す斜視図である。

[図17]従来の現像装置を示す説明図である。

[図18]従来の他の現像装置を示す説明図である。

好適な実施形態の説明

- [0025] 本発明の実施の形態に係る現像装置について図1及び図2を参照しながら説明する。図中2は基板例えばウエハWの裏面側中央部を吸引吸着して水平姿勢に保持するための基板保持部であるスピンチャックである。スピンチャック2は回転軸21を介して回転駆動機構である駆動機構22と接続されており、駆動機構22によりスピンチャック2はウエハWを保持した状態で回転及び昇降可能である。本例では、スピンチャック2の回転軸線上にウエハWの中心が位置するように、ウエハWはスピンチャック2にセットされる。但し、本発明においては、ウエハWの中心は、必ずしも回転軸線上に位置していなくともよく、回転軸線を中心とした半径1〜15mmの領域に位置していればよい。
- [0026] スピンチャック2に保持されたウエハWを囲むようにして、ともに上部が開口した外カップ31および内カップ32とからなるカップセット3が設けられている。外カップ31は上部が四角筒状そして下部が円筒状の形状を有し、内カップ32は上部が内側に傾斜した筒状の形状を有する。外カップ31の下端部に接続された昇降機構33により外カップ31が昇降し、内カップ32は外カップ31の下端側内周面に形成された段部に押し上げられることにより上昇する。
- [0027] スピンチャック2の下方には円形板34が設けられており、この円形板34の外側には概ね角溝断面の液受け35が全周に亘って設けられている。液受け35の底面にはドレイン排出口36が形成されており、ウエハWからこぼれ落ちるか或いは振り切られて液受け部35に溜まった現像液およびリンス液は、このドレイン排出口36を介して現

像装置の外部に排出される。円形板34の外側には概ね三角形断面のリング部材37が設けられている。また、図示しない3本の昇降ピンが円形板34を貫通しており、これらの昇降ピンと図示しない基板搬送手段との協働作用によりウエハWをスピンドル2に受け渡しすることができる。

[0028] 次に、ウエハWの表面に現像液を供給するための現像液供給手段について説明する。現像液供給手段は、水平移動自在かつ昇降自在に設けられた第1の現像液ノズル4A及び第2の現像液ノズル4Bを含む。現像液ノズル4Bの構成は現像液ノズル4Aと同じであり、現像液ノズル4Bの各構成部材は現像液ノズル4Aの対応する構成部材に付された参照符号に含まれるアルファベットのAをBに変更することにより表示される。

図3に示すように、第1の現像液ノズル4Aは例えば下方に向かって幅が狭くなるようにくさび形に形成されており、その下端面には現像液を帯状に吐出するための、細長いスリットの形態の吐出口41Aが形成されている。吐出口41Aの開口断面は、長さL1が8〜15mm、幅L2が0.1〜1mm好ましくは0.1〜0.5mmの長方形である。吐出口41Aは、現像液の吐出時に、その長さL1方向がウエハWの周縁から中央部分を結ぶ直線方向と一致するように、設置されている。注意すべきは、「周縁から中央部分を結ぶ直線」は、ウエハWの半径方向に延びる直線すなわちウエハWの中心を通過する直線である必要はなく、従って、吐出口41Aの長さL1方向が概ねウエハWの半径方向と一致していればよいということである。吐出口の開口断面形状は、厳密に長方形である必要はなく、長方形の角が丸まっていたり長方形の短辺が傾斜していてもよいし、また、吐出口の開口断面の輪郭線が波形であってもよい。

[0029] 図4に示すように、吐出口41Aは、内部に形成された液貯留部(液貯留室)42Aと連通している。液貯留部42Aは供給路例えば現像液配管43Aの一端と接続され、この現像液配管43Aの他端側は現像液の供給源44Aと接続されている。現像液配管43Aの途中には、現像液の温度を調節するための主温度調整部45A例えば熱交換器、及び図示しない送液手段例えば吐出ストロークを変えることで吐出流量を調節可能なベローズポンプ等が設けられている。更に、現像液配管43Aの一部の外側には、温調水の流路をなす温調水用配管46Aが設けられており、これにより現像液配管

43Aおよび温調水用配管46Aからなる二重管構造47Aが形成されている。図示された実施形態においては、液貯留部42Aの上に温調水貯留部(温調水貯留室)48Aが設けられており、温調水貯留部48Aの上端に温調水用配管46Aが接続されている。二重管構造47Aは、温調水貯留部48Aの上端位置から、現像液配管43Aの上流側の所定位置までの領域に設けられている。二重管構造47Aは補助温度調整部を構成しており、現像液と温調水の流路を仕切る管壁、すなわち現像液配管43Aの管壁を介して現像液と温調水との間で熱交換が行われ、現像液が所定の温度に調整される。二重管構造47Aの一端において、温調水用配管46Aは現像液配管43Aから別れ、温調水貯留部48Aまで延びている。従って、温調水用配管46Aは循環路を形成しており、この循環路の途中には温度調整部49A例えば熱交換器が設けられている。主温度調整部45A及び補助温度調整部である二重管構造47Aにより、現像液が所定の温度例えば5〜60℃に温調可能である。主温度調整部45A及び補助温度調整部は、必ずしも両方設ける必要はなく、一方のみ設けてもよい。

[0030] 再度図2を参照すると、現像液ノズル4A(4B)は支持部材であるノズルアーム5A(5B)の一端側に支持されており、このノズルアーム5A(5B)の他端側は図示しない昇降機構を備えた移動基体51A(51B)と接続されている。移動基体51A(51B)は、この現像装置(現像ユニット)の外装体の底面上をX方向に延びるガイド部材52A(52B)に沿って移動可能である。また図中の符号53は現像液ノズル4A(4B)の待機領域であり、このノズル待機領域53でノズル先端部の洗浄などが行われる。

[0031] 現像装置は更に、ウェハ表面と対向した状態でウェハWにリンス液例えば純水を吐出する小径の吐出孔60を有する、水平移動及び昇降自在なリンス液ノズル6を有している。リンス液ノズル6には供給路例えばリンス液配管61を介してリンス液供給源62と接続されており(図1参照)、リンス液配管61には図示しない送液手段例えば吐出ストロークを変えることで吐出流量を調整可能なベローズポンプが設けられている。リンス液ノズル6は、ノズルアーム63を介して、図示しない昇降機構を備えた移動基体64と接続されており、この移動基体64は、現像液ノズル4A用の移動基体51Aと共用するガイド部材52Aに沿って、第1の現像液ノズル4Aとリンス液ノズル6との干渉が生じないように移動する。図2の符号65はリンス液ノズル6の待機領域である。

[0032] 図2の符号7は制御部(制御ユニット)であり、この制御部7は現像装置の全ての動作を制御する。制御部7は、特に、駆動機構22、昇降部33、移動基体51A、51B、64の動作を制御する機能と、ウエハWの表面に供給された現像液が前記所定の温度となるように主温度調整部45A(45B)及び補助温度調整部である二重管構造47A(47B)および温度調整部49A(49B)の温調動作を制御する機能とを有している。制御部7に設けられた記憶部例えばメモリにはレジストの種類と、各種レジストを現像するための現像液温度(これは5〜60℃の範囲である)との対応関係を示すデータが記憶されており、制御部7は現像処理しようとするウエハWに塗布されたレジストの種類に対応する現像液温度を前記データを参照して決定する。言い換えれば、制御部7は、現像液に対するレジストの種類毎の溶解特性に応じて現像液の温度を決定し、各温度調整部の動作を制御する。上記のように現像液温度をメモリに記憶されたデータに基づいて自動的に決定することに代えて、オペレータが制御部7の入力手段を介して現像液温度を入力するように制御部7を構成してもよい。

[0033] 現像液温度の一例を以下に述べる。KrF光源用のレジストであって、現像液に対して溶解性の低いレジストのための現像液温度は40〜60℃とする。近年適用が検討されているArF光源用のレジストであって、現像液に対して溶解性の高いレジストのための現像液温度は20〜40℃とする。I線或いはG線光源用レジストのように、低温で溶解が促進されるレジストのための現像液温度は10〜20℃とする。各レジストに対する現像液温度は、そのレジストを露光するための光源の種類により決定するのではなく、そのレジストの溶解が促進される温度に基づいて決定される。

[0034] 続いて、現像装置を用いてウエハWを現像する工程について説明する。現像装置の初期状態として、外カップ31、内カップ32が下降位置にあり、現像液ノズル4A、4B及びリンスノズル6がノズル待機部53、65の上方に夫々配置されている。現像装置に露光済みレジスト付きのウエハWが図示しない基板搬送手段により搬送されてきて、この基板搬送手段と図示しない昇降ピンとの協働作用によりウエハWはスピynchャック2に受け渡される。ウエハWがスピynchャック2に受け渡される時までに、制御部7は、このウエハWに塗布されたレジストの種類と前記メモリ内の情報に基づいて現像液温度を決定する。更に制御部7は、2つの現像液ノズル4A、4BからこのウエハW

の現像に用いるノズルを選択し(本例では現像液ノズル4Aを選択)、選択された現像液ノズル4Aから供給される現像液の温度が決定された現像液温度と一致するように主温度調整部45A及び補助温度調整部を用いて現像液の温度調整を実行させる。これにより、現像液ノズル4Aに関連する現像液貯留部42Aおよびその上流側の現像液配管43A内において、温度調整された現像液が吐出に備えて待機している状態となる。

[0035] 次いで、外カップ31及び内カップ32が上昇位置に移動するとともに、図5(a)に示すように、現像液の吐出開始位置である例えばウェハWの一端側の外縁から僅かに外側であってかつウェハWの表面から僅かに高い位置に選択した現像液ノズル4Aを配置すると共に、ウェハWの他端側の外縁から僅かに外側であってかつウェハWの表面から僅かに高い位置に吐出孔60が位置するようにリンス液ノズル6を配置する。本例では、ウェハWの表面から1〜20mm高い位置に現像液ノズル4Aの吐出口41Aが位置する。なお、他方の現像液ノズル4Bはノズル待機領域53の上方で待機したままであるが、後述するように、このウェハWが現像処理される間に次のウェハWの処理を行うための準備動作が行われる。

[0036] しかる後、図5(b)に示すように、ウェハWを鉛直軸線回りに500rpm以上、例えば1000〜1200rpmの回転速度で回転させると共に、吐出口41Aから現像液Dを帯状に吐出しながら、現像液ノズル4AをウェハWの回転中心を通る直線に沿ってウェハWの外側から中央側に向かって移動させる。現像液ノズル4Aの移動速度は、例えば8インチサイズのウェハWの場合に1〜2秒で、吐出口41AがウェハWの外縁からウェハWの中央部上方例えばウェハWの中心に到達するように設定する。なお、前記ウェハWの回転速度及びノズルの移動速度は、ウェハWの半径方向に隙間なく現像液Dの帯が並ぶような値に決定することが好ましく、現像液Dの帯の幅つまり吐出口41Aの長さL1に基づいた計算により、或いは予め行う試験により、決定することができる。また、吐出口41Aは、ウェハWの回転中心を通る直線から僅かにずれた場所、例えば前記直線と前記直線を横方向に1mmずらした直線との間の領域内で移動させても構わない。なお、本発明者らは、ウェハWの回転速度を500rpmよりも小さくした場合、現像後に得られるパターンの線幅が所望の面内均一性を確保できな

かったことを実験により確認している。

- [0037] 上記の塗布方法によれば、図6に示すように、帯状の現像液Dにより、ウエハWの半径方向に隙間が生じないようにウエハWの表面上に螺旋が描かれてゆき、これによりウエハWの表面全体に現像液Dが塗布される。ウエハWが回転しているため、遠心力によりウエハWの表面に沿って現像液Dは外側に広がり、その結果として図7に示すようにウエハWの表面には薄い液膜が形成される。そして現像液Dにレジストの溶解性の部位が溶解して、パターンを形成する不溶解性の部位が残ることとなる。
- [0038] ウエハWの中心に吐出口41Aが到達したら、言い換えれば、吐出口41Aのウエハ表面への鉛直方向の投影がウエハの回転中心に位置したら、現像液ノズル4Aが動きを止めると同時に吐出口41Aからの現像液の吐出は停止され、その後直ちに現像液ノズル4AはウエハWの上方から退避する。図8に示すように、ウエハWの中央側にある吐出口41Aの端縁つまり吐出口41Aの先端が、ウエハWの回転中心線と一致するか、或いは前記回転中心線を僅かに（例えば1mm以内）超えたときにノズルを停止させるのが好ましい。こうすれば、ウエハWの中央部において現像液が2度塗りされる部位を少なくすることができるため有利である。
- [0039] なお、仮に、現像液がウエハWに塗布された直後においてウエハW半径方向に隣接する現像液の帯同士に微小な隙間があったとしても、それは許容されうる。このような微小隙間は遠心力による現像液の拡散により消失する。また、現像液がウエハWに塗布された直後においてウエハW半径方向に隣接する現像液の帯同士の重なりが生じたとしても、それも許容されうる。しかしながら、現像液節約の観点からは、このような重なりはなるべく小さくすることが好ましい。
- [0040] 現像液ノズル4AのウエハW中心に向けた移動開始と同時に、ウエハW直径方向に関して反対側に位置するリンス液ノズル6を移動させ、リンス液ノズル6のリンス液吐出位置であるウエハW中央上方のやや手前の位置（待機位置）にリンス液ノズル6を停止させる。
- [0041] 現像液ノズル4Aが現像液の吐出を停止してウエハWの上方から退避すると直ちに、図5(c)に示すように、待機位置にあったリンス液ノズル6がウエハWの中央上方に配置されるとともにリンス液ノズル6から所定時間だけリンス液Rが吐出される。現像液

ノズル4Aとリンス液ノズル6の入れ替えは非常に短時間で行われるため、この例では現像液ノズル4AをウエハWの外側から中央側に向かって移動させるための所要時間と現像時間を概ね等しくすることができる。なお、リンス液Rは少なくとも現像液が乾く前に供給すればよく、現像液の吐出を停止した後、レジストの溶解速度に応じた十分な現像時間を確保するために、現像液の供給を停止した後、所定時間経過後にリンス液を供給してもよい。前記所定時間は、ウエハWの回転速度にもよるが、一例としては、ウエハWの回転速度が500rpm以上のときに、2秒以内とすることができる。この場合、現像液ノズル4Aの移動時間(スキャン時間)と、現像液ノズル4Aからの現像液の吐出が停止されてからリンス液Rの供給開始までに要した時間を合計したものが現像時間となる。なお、必ずしも現像液Dの供給を停止した後にリンス液Rの供給を開始する必要はなく、現像液Dの供給を停止する直前にリンス液Rの供給を開始するようにしてもよい。

[0042] ウエハWの表面に供給されたリンス液Rは、遠心力の作用により表面に沿って外側に広がり、ウエハW表面のレジスト溶解成分を含む現像液を洗い流し、これによりウエハWの表面が洗浄される。続いて、リンス液の吐出を停止したリンス液ノズル6がウエハW上から退避し、図5(d)に示すように、ウエハWを高速例えば2000rpmで回転させてウエハ表面の液を振り切るスピン乾燥がなされる。しかる後、外カップ31及び内カップ32が下降し、図示しない基板搬送手段によりウエハWは搬出される。以上により現像処理が終了する。

[0043] あるロット(以下、「第1ロット」)のウエハWについて現像液ノズル4Aを用いて現像処理が行われ、第1ロットのウエハWの現像処理が終了して、次のロット(以下「第2ロット」)のウエハWを現像処理する場合には、第2ロットの最初のウエハWの現像が開始される前までに、第2ロットのウエハWのレジストの種類に応じた現像液温度が決定され、待機している現像液ノズル4Bに割り当てられている主温度調整部及び補助温度調整部により現像液ノズル4B用の現像液の温度調整が行われる。第1ロットのウエハWの現像処理が終了すると、現像液ノズル4Bを用いて先に説明した手順と同様の手順で第2ロットのウエハWの現像処理が行われる。同様に、現像液ノズル4Bが用いられているときに、現像液ノズル4A用の現像液の温度調整を行うことができる。なお

、制御部7には、現像装置でこれから後に処理されるウエハWの種類(ウエハW上のレジストの種類)および枚数を定めた処理スケジュールに関するデータが、事前に、入力手段を介して入力され、処理部7のメモリに記憶されるようになっている。処理部7は、そのデータに基づいて準備すべき現像液の温度を決定しているのである。

[0044] 上述の実施の形態によれば、現像液ノズル4A(4B)のスリット状吐出口41A(41B)の長手方向をウエハWの半径方向に概ね一致させた状態で、吐出口から現像液を吐出させながら吐出口をウエハWの概ね半径方向に移動させることにより現像液を供給しているため、以下の利点がある。吐出口41A(41B)の長さL1を長くすることにより幅の広い帯状の現像液をウエハWの表面に供給することが可能となるため、現像液ノズル4A(4B)の移動速度を大きくすることができる。このため現像液の供給時間、ひいては現像処理に要する時間を短縮することが可能となる。また、吐出口41A(41B)の幅L2を小さくすることにより、ウエハWの表面に塗られる現像液の厚みを薄くすることができる。このため、現像液の消費量を削減することができる。パドル方式の現像(静止現像)の場合、12インチサイズのウエハW一枚の現像に70mlの現像液が必要であったのに対し、上述の方式では16.7mlの現像液量で同等の線幅精度の現像ができたことを発明者らは実験を行って確認している。但し、実際のプロセスでは、現像液Dにより濡れない部位が生じることを確実に防止するための安全マージンを考慮して、現像液量は20ml以上に設定するのが好ましい。なお、吐出口41A(41B)の長さL1が大きすぎるとウエハWの中央部付近において着液が乱れてミストが発生し、その反対に小さすぎるとウエハWの回転速度を速くしなければならず周縁部の現像液がウエハWから振り飛ばされてしまう。また、吐出口41A(41B)の幅L2が大きすぎると現像液の使用量が多くなり、その反対に小さすぎると現像液が帯状に吐出できない場合がある。従って、既述したように、吐出口41A(41B)は長さL1が8〜15mm、幅L2が0.1〜1mm好ましくは幅L2が0.1〜0.5mmとすることが好ましい。

[0045] 上述の実施の形態によれば、現像中、すなわち現像液がレジストに触れている間には、ウエハWを回転させているため、レジスト溶解成分を、現像液に接触しているレジストの表面、特にレジストパターンの谷間にあたる部位から除去することができる。

レジスト溶解成分がレジストの表面近傍に残っていると、その後のレジストの溶解の進行が妨げられる。しかし、ウェハWが回転していれば溶解成分をレジストの表面近傍から除去することができるため、静止現像の場合に比べてレジスト溶解成分の影響を格段に少なくすることができ、結果として高精度な線幅のレジストパターンを得ることができる。なお、現像液の供給が完了した後は、ウェハWは常に回転させていなくともよく、間欠的に回転させた場合でも同様のレジスト溶解成分の除去効果を得ることができる。

[0046] 上述の実施の形態によれば、現像液ノズル4A(4B)からの現像液の供給が終わる前までにリンス液ノズル6をリンス液吐出位置の近傍に移動させてそこで待機させているため、現像液ノズル4A(4B)からの現像液の供給終了後速やかにリンス液をウェハW供給することができる。このため、現像速度の速いレジストを現像する場合に、容易に対応することができる。なお、現像液ノズル4A(4B)とリンス液ノズル6とを各々独立して設けることに代えて、現像液ノズル4A及び4Bの各々のノズルアーム5A及び5Bにリンス液ノズル6を夫々設けてもよい。また、リンス液ノズル6を傾斜させておき、前述した待機位置からウェハWの中央に向けてリンス液を供給してもよい。この場合、前述した待機位置から前述したリンス液吐出位置までリンス液ノズル6を移動させるための時間を節約することができる。

[0047] 上述の実施の形態によれば、レジストの種類毎に所定の温度に調節した現像液をウェハWの表面に供給して現像を行うことにより、溶解性の低いレジストの現像時間を短縮する可能性がもたらされる。このため、溶解性の異なるレジストの現像時間を同じにするかあるいは時間差を小さくすることができる。このため、現像液温度以外のプロセス条件を同じにして、異なるレジストの現像を同じ現像装置により行うことができる。この場合、最も高い溶解速度を実現することが可能なレジストが要求するプロセス条件に現像装置の各種機構が対応できない場合には、そのレジストよりやや低い溶解速度を実現することが可能なレジストにプロセス条件を適合させてもよい。図9(a)は、ある現像液について、2つの現像液温度に対する現像時間とパターンの線幅(CD)の関係を本発明者らが実験により確認した結果を示したもので、(1)はクリーンルームの温度である23℃の場合、(2)は50℃の場合を示している。この現像液は温度

が高い程レジスト溶解速度が高くなる性質を有し、目標線幅を150nmとすると、当該目標線幅を得るために必要な時間は、23℃では50〜60秒、50℃では約10秒であった。

[0048] なお、適正なパターンを得るために必要な現像時間は、レジストの種類だけでなく、パターンを特定する幾何学的特徴により変化するので、パターンを特定する幾何学的特徴に基づいて現像液温度を変えてもよい。パターンを特定する幾何学的特徴には、線幅の目標値、パターン密度およびパターン形状などが含まれる。パターン形状とは、例えば、レジストの現像処理により溶解した部分の形（例えば直線状の溝、円柱状ホールがある）、並びにある1つのパターンに含まれる溝およびホールの面積比などにより特定することができる。具体的には、現像液温度を、密なパターンに対して低くし、粗いパターンに対して高くすることができる。なお、レジストの種類及びパターンの幾何学的特徴の両方に応じて現像液温度を変えてもよい。図9(b)は溝を形成する場合の現像液温度と線幅(CD)との関係を、図9(c)はホールを形成する場合の現像液温度と線幅(CD)との関係を調べた実験結果を示したグラフである。現像時間はいずれも10秒である。これらのグラフより、溝を形成する場合の方が、ホールを形成する場合よりも、得られる線幅の温度依存性が高いことがわかる。従って、例えば、溝とホールを同時に形成するような場合には、現像液温度を溝の現像条件を重視して決定することが考えられる。

[0049] 上述の実施の形態によれば、独立して異なる現像液の温度に調整可能な2本の現像液ノズル4A、4Bを設けているため、一方の現像液ノズル4A(4B)を用いてウエハWを処理している間に、他方の現像液ノズル4B(4A)は次のロットのウエハWに応じた温度に現像液を調整する準備動作を行うことができ、前ロットの最後のウエハWの処理を終えた後、次のロットの最初のウエハWの処理を直ちに開始することができる。このため、現像液温度の変更に伴う時間のロスが発生しないため、高いスループットを確保することができる。

[0050] 上述の実施の形態によれば、回転するウエハWにウエハW外縁から中心に向けて移動する現像液ノズル4A(4B)により現像液を供給しているため、ウエハWの未現像領域(現像液と未だ接していない領域)に初めて供給される現像液はレジスト溶解成

分を含まない新鮮な現像液である。このため、レジスト溶解成分の悪影響を抑えることができ、高精度な線幅のパターンが得られることが期待できる。

- [0051] レジストの種類等に応じて現像液の温度を調整するだけでなく、現像液の濃度も調整してもよい。現像液の濃度調整は、現像液に適当な比率で純水を混合する手段を設けることにより行うことができる。或いは、互いに異なる濃度の現像液を供給可能なように複数の現像液供給源48A(48B)を設け、バルブの切り替えにより所定の濃度の現像液を供給可能な現像液供給源48A(48B)を選択するようにしてもよい。これら流量調整部やバルブなどは、現像液の濃度調整部の一部をなすものである。
- [0052] 本発明においては、ウエハWの外縁から中央部まで現像液ノズル4A(4B)を移動させるスキャン動作は1回に限られず、複数回例えば2〜4回或いはそれ以上の回数行ってもよい。スキャン回数は処理するレジストに必要な現像時間に応じて決められる。具体的には、現像液ノズルがウエハ外縁から中央部までに到達するまでの時間を1秒とした場合、必要な現像時間が10秒であれば10回のスキャンを行う。この場合、1回目と2回目(及びそれ以降)に供給する現像液の温度及び／又は濃度を変えてもよい。どのように温度及び濃度を変えるのは予め実験を行って決めるのが好ましい。具体的な一例としては、例えば2回目のスキャンにおいて低濃度の現像液を供給することにより、現像反応(レジストの溶解)を抑止すると共にレジスト溶解成分を拡散させて当該レジスト溶解成分により不均一な現像反応が生じることを防止することができる。
- [0053] 現像液を吐出する現像液ノズル4A(4B)をウエハWの外縁から中央部まで移動させた後、現像液ノズル4A(4B)をウエハWの中央部上方で静止させた状態で所定の時間だけ現像液を供給し続けてもよい。静止時間は、処理するレジストに必要な現像時間に応じて決定することができる。上述の複数回のスキャン動作と、ノズルのウエハW中央部上方での静止とを、組み合わせてもよい。
- [0054] なお、上記実施形態の現像装置は、現像液ノズル4A(4B)をウエハW中央部から外縁に向かって移動させるか、或いは、ウエハWの一端側から他端側に向かって直径方向にウエハWを移動させるように使用することも一応は可能である。但し、現像液ノズルをウエハWの中央部から外縁に移動させる場合、遠心力の作用により現像

液が外側に流れて中央部の表面が乾いてしまうことがあるため注意が必要である。

[0055] 現像装置は、2本の現像液ノズル4A、4Bを備えて構成されることに限定されず、唯1本の現像液ノズルを備えて構成してもよい。

[0056] 上述した現像装置は、現像液温度を、現像装置が置かれるクリーンルームの温度である23℃で一定に維持しながら、使用してもよい。この場合も、温度調整部による高精度な温度調整機能により、均一且つ良好な現像処理を行うことができる。

[0057] 現像液ノズル4A(4B)に上述した細長い矩形の開口断面を持つ吐出口41A(41B)を設けることに代えて、図10に示す形状の吐出口を設けることも可能である。図10には吐出口を下側から見た平面図が示されている。図10(a)はウエハW半径方向と長径とが一致する楕円形の吐出口を、図10(b)はウエハW半径方向に長い対角線が延びる菱形の吐出口を、図10(c)はウエハW半径方向と直交する方向に並んだ複数の細長い矩形の吐出口を、図10(d)はウエハW半径方向に並んだ複数の円形の吐出口を、そして図10(e)は、ジグザグに配列された複数の円形の吐出口を、それぞれ示している。

[0058] ウエハWの表面に現像液を供給する前に、ウエハWの表面の濡れ性を高めるための表面処理液としてリンス液例えば純水をウエハWの表面に供給してもよい。この供給は、例えばリンス液ノズル6により行うことができる。このような処理をプリウエットと呼ぶものとする。プリウエットは以下に示す手順で行うことができる。

[0059] まず、スピynchャック2にウエハWが水平に保持した後、図11(a)に示すように、ウエハWを鉛直軸回りに回転させると共に、吐出口60からリンス液を吐出しながらリンス液ノズル6をウエハWの外縁から中央部に向かって移動させる。次いで、図11(b)に示すように、リンス液の吐出を停止してリンス液ノズル6をウエハWの中央から僅かに外側に離れた位置に移動させるとともに、先に説明したように、吐出口41A(41B)から現像液Dを吐出しながら現像液ノズル4A(4B)をウエハWの外縁から中央部に向かって移動させる。

[0060] ウエハ表面の濡れ性を高めてから現像液を供給することにより、ウエハWの表面で現像液が液滴になることを防止することができ、現像液の液量を少なくともウエハWの表面全体に現像液が確実に行きわたるので、現像液の消費量低減の観点から

非常に有利である。プリウエットは、リンス液ノズル6をスキャンさせながらリンス液を供給することに代えて、ウエハWを回転させながらウエハWの中央部上方に位置させたリンス液ノズル6からリンス液を供給し遠心力によりリンス液をウエハW表面全体に広げることにより行ってもよい。また、プリウエット処理専用の表面処理液供給ノズルを、リンス液ノズル6とは別に設けてもよい。

[0061] 現像液が供給され更にリンス液が供給されたウエハWの表面に界面活性剤を供給可能な、例えばリンス液ノズル6と同じ形状の活性剤供給ノズルを現像装置に設け、スピンド乾燥を行う前にウエハWの表面に界面活性剤を供給してもよい。界面活性剤の供給は以下の手順で行うことができる。まず、図12(a)に示すように、現像液が供給された後のウエハW表面にリンス液ノズル6によりリンス液Rを供給した後、図12(b)に示すように、リンス液Rの吐出を停止する一方で、吐出口80から界面活性剤を吐出させながら界面活性剤供給ノズル8をウエハWの外縁から中央部に向かって移動させる。その後、界面活性剤の供給を停止した界面活性剤供給ノズル8をウエハW上から退避させ、ウエハWを高速回転させてスピンド乾燥を行う。

[0062] 界面活性剤を供給することにより、レジスト表面とそれに接する液との間に働く摩擦が低減され、スピンド乾燥時においてパターンの表面(特にパターンの谷間)に付着した液を抵抗無く容易に振り飛ばすことができる。そのため、スピンド乾燥時に振り飛ばされる液に引っ張られてパターンが転倒することを防止できる。界面活性剤の供給は、界面活性剤供給ノズル6をスキャンさせながら界面活性剤を供給することに代えて、ウエハWを回転させながらウエハWの中央部上方に位置させた界面活性剤供給ノズル8から界面活性剤を供給し遠心力により界面活性剤をウエハW表面全体に広げることにより行ってもよい。また、リンス液Rを供給した後に界面活性剤を供給することに代えて、このリンス液Rに界面活性剤として働く成分を添加しておき、リンス工程においてリンス液Rと共に界面活性剤を供給してもよい。この場合、リンス液ノズル6が活性剤供給ノズル8としての役割も果たす。

[0063] 現像液ノズル4A(4B)およびリンス液ノズル6(それが設けられる場合には界面活性剤供給ノズル8も)を各々独立して移動可能とすることに代えて、これらのノズルを共通のノズルアームに取り付けてもよい。例えば図13に示すように、現像液ノズル4A

(4B)を支持するノズルアーム5A(5B)の先端部にリンス液ノズル6及び界面活性剤供給ノズル8を取り付けることができる。この場合、リンス液ノズル6及び界面活性剤供給ノズル8は、現像液ノズル4A(4B)をウエハWの中央部上方に位置させたときに、ウエハWの表面の中央部にそれらの吐出口60, 80の軸線が向くように傾斜させている。ノズル4A(4B)、6、8でノズルアーム5A(5B)を共用することにより、現像装置構成の構成およびその動作制御を簡単にすることができ有利である。リンス液ノズル6及び界面活性剤供給ノズル8の配置位置は図13に示すものに限定されず、例えば図14に示すように、現像液ノズル4A(4B)の現像液吐出時におけるノズル進行方向の後方にリンス液ノズル6を配置してもよい。更には、現像液およびリンス液、更には必要に応じて界面活性剤を共通の吐出口から吐出するようなノズルを設けてもよい。

[0064] 現像液ノズル4A(4B)を直線状に移動させる機構に代えて、ノズルアームを鉛直軸回りに旋回移動させる機構を設け、現像液ノズル4A(4B)をウエハWの外縁から中央部に向けて円弧を描くように移動させながら現像液をウエハWに供給してもよい。

[0065] 本発明においては、処理対象の基板はウエハWに限られず、例えばLCD基板、フォトマスク用レクチル基板であってもよい。なお、上述した現像液ノズル4A(4B)の構成は、例えばレジストを基板に塗布するための塗布液ノズルなどにも適用することができる。

[0066] 上述の現像装置が組み込まれた塗布・現像装置の一例の構成について図15及び図16を参照しながら簡単に説明する。図中B1は複数例えば13枚のウエハWが密閉収納されたキャリアCを搬入出するためのキャリア載置部であり、そこには、キャリアCを複数個載置可能な載置部90aを備えたキャリアステーション90と、このキャリアステーション90から見て前方の壁面に設けられるシャッタ91と、シャッタ91を介してキャリアCからウエハWを取り出すための受け渡し装置A1とが設けられている。

[0067] キャリア載置部B1には筐体92にて周囲を囲まれる処理部B2が接続されており、この処理部B2にはキャリア載置部B1側から順に加熱或いは冷却用のユニットを多段に積み上げてなるユニット塔U1, U2, U3が配置され、隣接するユニット塔間には塗布ユニットおよび現像ユニットを含む各処理ユニット間でウエハWの受け渡しを行う主搬送装置A2, A3が設けられている。各ユニット塔には受け渡しユニットが設けられて

おり、受け渡しユニットを介して、ウエハWは処理部B1内をユニット塔U1から他端側のユニット塔U3まで自由に移動できるようになっている。各主搬送手段A2、A3は、それに面する2つのユニット塔(U1, U2, U3)の側面と、それに面する液処理ユニット塔(U4, U5)の側面と、区画壁93と、により囲まれる空間内に置かれている。また図中94、95は各ユニットで用いられる処理液の温度調整装置や温湿度調整用のダクト等を備えた温湿度調整ユニットである。

[0068] 液処理ユニット塔U4およびU5は、図15に示すように、塗布液(レジスト液)や現像液などの薬液を収納する収納部96の上に、塗布ユニットCOT、本発明に係る現像装置すなわち現像ユニットDEV及び反射防止膜形成ユニットBARC等を複数段例えば5段に積み上げて構成されている。また上述のユニット塔U1, U2, U3は、液処理ユニットU4, U5にて行われる液処理の前処理及び後処理を行うためのベークユニット、冷却ユニット等の各種ユニットを複数段例えば10段に積み上げて構成されている。

[0069] 処理部B2のユニット塔U3の奥には、第1の搬送室97及び第2の搬送室98を備えたインターフェイス部B3を介して、露光部B4が接続されている。インターフェイス部B3の内部には処理部B2と露光部B4との間でウエハWの受け渡しを行うための2つの受け渡し装置A4、A5の他、ユニット塔U6及びバッファキャリアC0が設けられている。

[0070] このシステムにおけるウエハの流れについて説明する。先ず外部からウエハWの収納されたキャリアCが載置台90に載置されると、シャッタ91と共にキャリアCの蓋体が開かれ受け渡し装置A1によりウエハWが取り出される。そしてウエハWはユニット塔U1に設けられた受け渡しユニットを介して主搬送装置A2へと受け渡され、ユニット塔U1〜U3のうちの1つにて、塗布処理の前処理として例えば反射防止膜形成処理、並びに冷却処理が行われ、しかる後塗布ユニットCOTにてレジスト液が塗布される。続いてウエハWはユニット塔U1〜U3の1つに設けられたベークユニットで加熱され、更に冷却された後、ユニット塔U3の受け渡しユニットを経由してインターフェイス部B3へと搬入される。このインターフェイス部B3において、ウエハWは、受け渡し手段A4、ユニット塔U6および受け渡し装置A5を経由して露光部B4へ搬送され、露光

が行われる。露光後、ウエハWは逆の経路で主搬送装置A2まで搬送され、現像ユニットDEVにて現像されることでレジストマスクが形成される。しかる後ウエハWは載置台90上の元のキャリアCへと戻される。

請求の範囲

- [1] 露光されたレジストを有する基板を水平に保持する基板保持部と、
基板を保持した基板保持部を鉛直軸回りに回転させる回転駆動機構と、
細長い帯状の吐出口を有し、基板に現像液を吐出する現像液ノズルと、
前記現像液ノズルを支持するノズル支持部を有するとともに、前記現像液ノズルを
概ね基板の半径方向に沿って移動させる移動機構と、を備え、
前記移動機構のノズル支持部は、前記吐出口が前記基板の上方に位置している
時に、前記吐出口の長手方向が基板の中央部を向くように前記現像液ノズルを支持
しており、
基板を鉛直軸回りに回転させた状態で、前記吐出口から帯状の現像液を吐出しな
がら前記現像液ノズルを基板の外側から中央部に向かって移動させて基板の表面
に現像液を螺旋状に供給することを特徴とする現像装置。
- [2] 前記吐出口は、幅が0.1mm〜1mmであり、長さが8mm〜15mmであることを特
徴とする請求項1記載の現像装置。
- [3] 現像処理される基板上的レジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何
学的特徴に応じて、前記現像液ノズルから供給すべき現像液の温度を調節するため
の温度調整部を備えたことを特徴とする請求項1または2記載の現像装置。
- [4] 現像液ノズルが複数設けられると共に、各現像液ノズル毎に現像液の温度調整を
行うための温度調整部が設けられ、前記複数の現像液ノズルの中から、現像処理を
行う基板上的レジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応
じて温度調整がされた現像液ノズルを選択する手段を備えたことを特徴とする請求
項1または2記載の現像装置。
- [5] 一方の現像液ノズルが選択されている間に、他方の現像液ノズルについて現像液
の温度が調整されることを特徴とする請求項4記載の現像装置。
- [6] 現像処理を行う基板上的レジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何
学的特徴と、当該種類または幾何学的特徴のレジストに適した現像液の温度とを対
応づけたデータを記憶し、このデータに基づいて現像するレジストに適した現像液の
温度が得られるように前記温度調整部を制御する制御部を備えたことを特徴とする請

求項3ないし5のいずれかーに記載の現像装置。

- [7] 各現像液ノズル毎に前記温度調整部に加えて現像液の濃度調整部が設けられ、選択された現像液ノズルの現像液は、レジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて温度及び濃度が調整されることを特徴とする請求項4記載の現像装置。
- [8] 一方の現像液ノズルが選択されている間に、他方の現像液ノズルについて現像液の温度及び現像液の濃度が調整されることを特徴とする請求項7記載の現像装置。
- [9] 現像処理を行う基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴と、当該種類または幾何学的特徴のレジストに適した現像液の温度及び現像液の濃度とを対応づけたデータを記憶し、このデータに基づいて現像するレジストに適した現像液の温度及び濃度となるように温度調整部及び濃度調整部を制御する制御部を備えたことを特徴とする請求項7または8記載の現像装置。
- [10] 現像液が供給される前の基板の表面に、濡れ性を高めるための表面処理液を供給する表面処理液ノズルを更に備えたことを特徴とする請求項1ないし9のいずれか一つに記載の現像装置。
- [11] 現像液が供給された後の基板の表面にリンス液を供給するリンス液ノズルと、このリンス液ノズルによりリンス液が供給された基板の表面に、界面活性剤を供給する活性剤供給ノズルと、
を備えたことを特徴とする請求項1ないし10のいずれかーに記載の現像装置。
- [12] 現像液ノズルを基板の外側から中央部に向かって移動させたとき、その吐出口の基板の中央寄りの先端が基板の回転軸と一致する位置で移動が停止されることを特徴とする請求項1ないし11のいずれか一つに記載の現像装置。
- [13] 露光済みのレジストを有する基板を基板保持部に水平に保持する工程と、
この基板を鉛直軸回りに回転させながら、基板の表面に、その幅方向が基板の中央部を向いた帯状の現像液を吐出する現像液ノズルを、基板の周縁から中央部に向かって移動させて、現像液を基板の表面に沿って外側に流しながら基板の表面に螺旋状に現像液を供給する工程と、
現像液ノズルからの現像液の供給を停止するとともに、リンス液ノズルにより基板の

表面にリンス液を供給する工程と、を含むことを特徴とする現像方法。

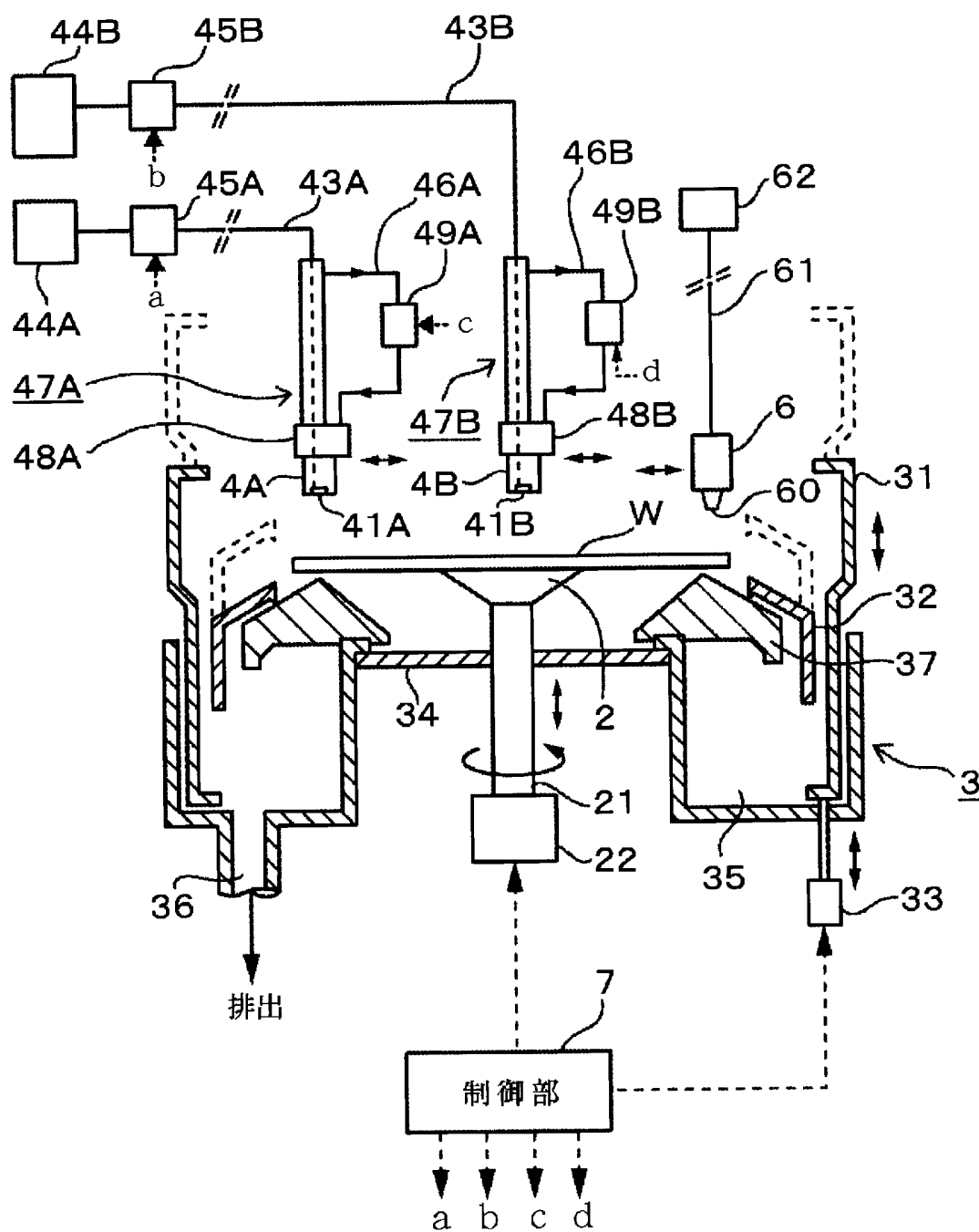
- [14] 現像液ノズルの吐出口は幅が0.1mm〜1mmであり、長さが8mm〜15mmであることを特徴とする請求項13記載の現像方法。
- [15] 現像処理を行う基板上的レジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて現像液の温度が調整されることを特徴とする請求項13または14記載の現像方法。
- [16] 現像液の温度が互いに異なる温度に調整された複数の現像液ノズルの中から、現像処理を行う基板上的レジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じた現像液ノズルを選択する工程を含むことを特徴とする請求項13または14記載の現像方法。
- [17] 一方の現像液ノズルが選択されている間に、他方の現像液ノズルについて現像液の温度が調整される工程を含むことを特徴とする請求項16記載の現像方法。
- [18] 現像処理を行う基板上的レジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて現像液の温度及び濃度が調整されることを特徴とする請求項13または14記載の現像方法。
- [19] 一方の現像液ノズルが選択されている間に、他方の現像液ノズルについて現像液の温度及び現像液の濃度が調整される工程を含むことを特徴とする請求項18記載の現像方法。
- [20] 少なくとも現像液ノズルが現像液の吐出を停止するまでにリンス液ノズルを現像液ノズルの近傍に移動させておく工程と、を含むことを特徴とする請求項13ないし19のいずれか一つに記載の現像方法。
- [21] 現像液を供給する工程において、現像液を吐出させながら現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させる動作を複数回行うことを特徴とする請求項13ないし19のいずれか一つに記載の現像方法。
- [22] 現像液を供給する工程は、ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動した後、所定の時間当該中央部に現像液を供給する工程を含むことを特徴とする請求項13ないし19のいずれか一つに記載の現像方法。
- [23] 現像液が供給される前の基板の表面に、濡れ性を高めるための表面処理液を供給

する工程を更に含むことを特徴とする請求項13ないし22のいずれかーに記載の現像方法。

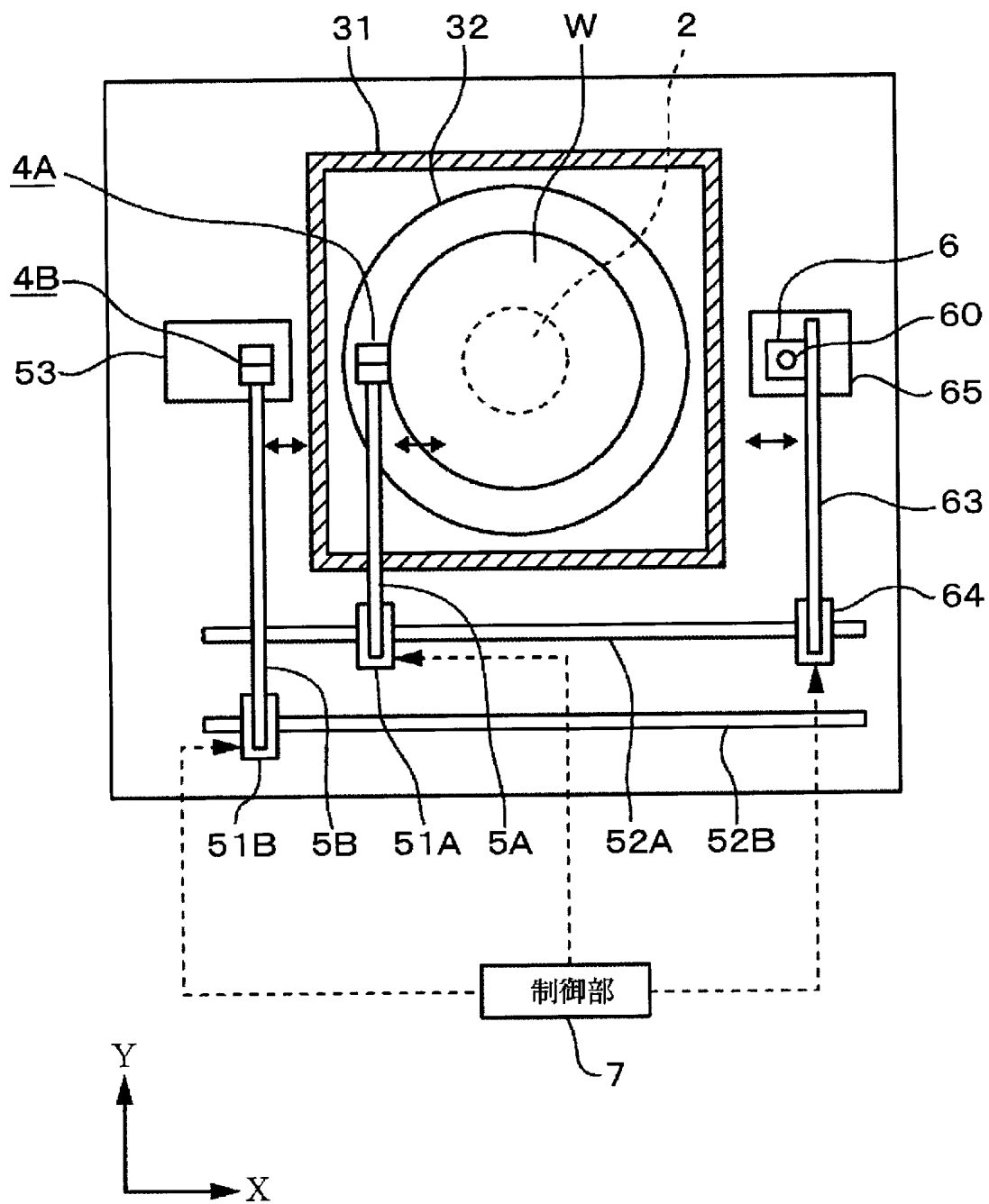
[24] 現像液が供給された後の基板の表面にリンス液を供給する工程と、このリンス液が供給された基板の表面に界面活性剤を供給する工程と、を更に含むことを特徴とする請求項13ないし23のいずれかーに記載の現像方法。

[25] 現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させるときに、現像液ノズルの吐出口の基板の中央寄りの先端が基板の回転軸と一致する位置で現像液ノズルの移動が停止されることを特徴とする請求項13ないし24のいずれかーに記載の現像方法。

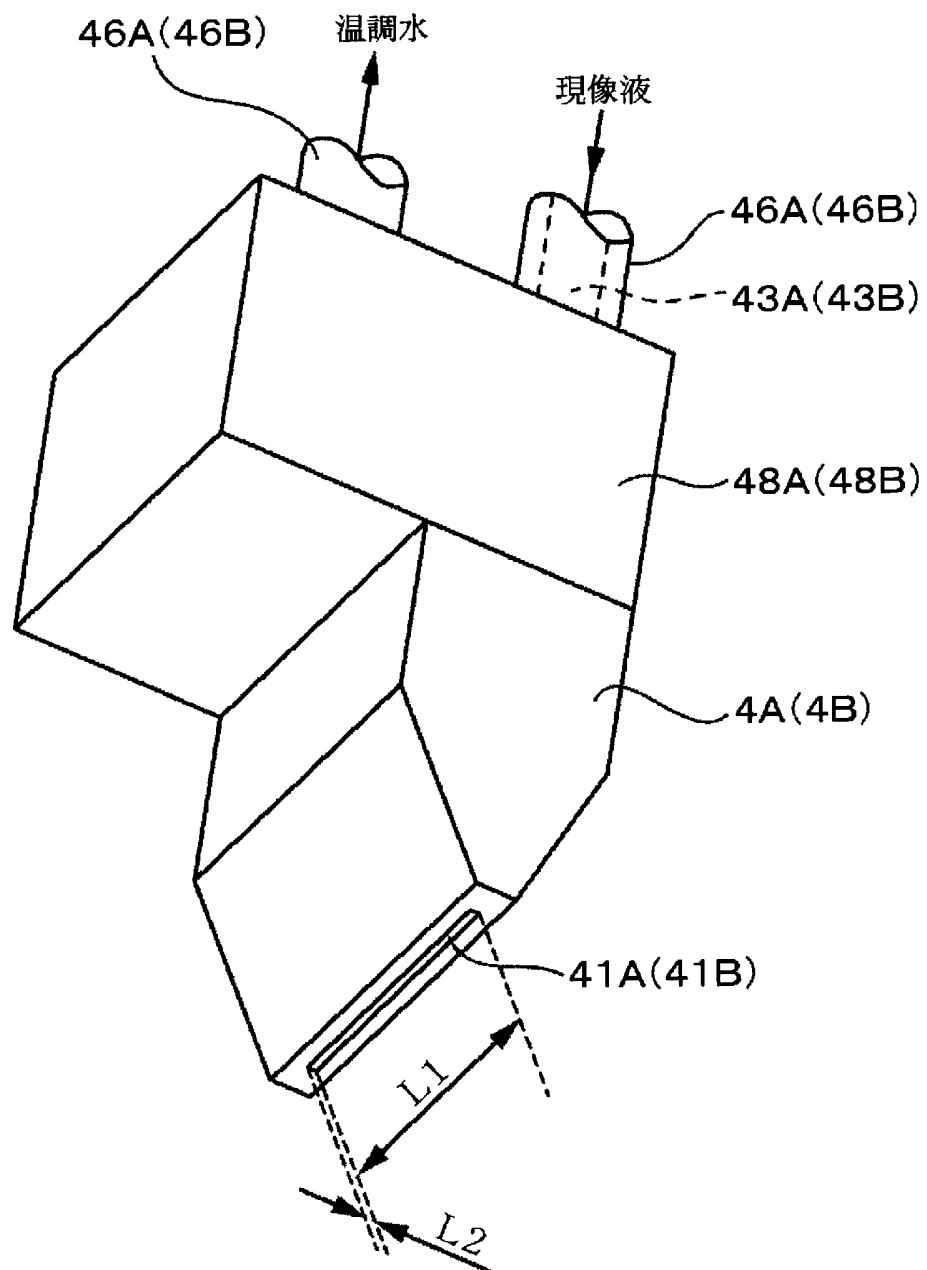
[図1]



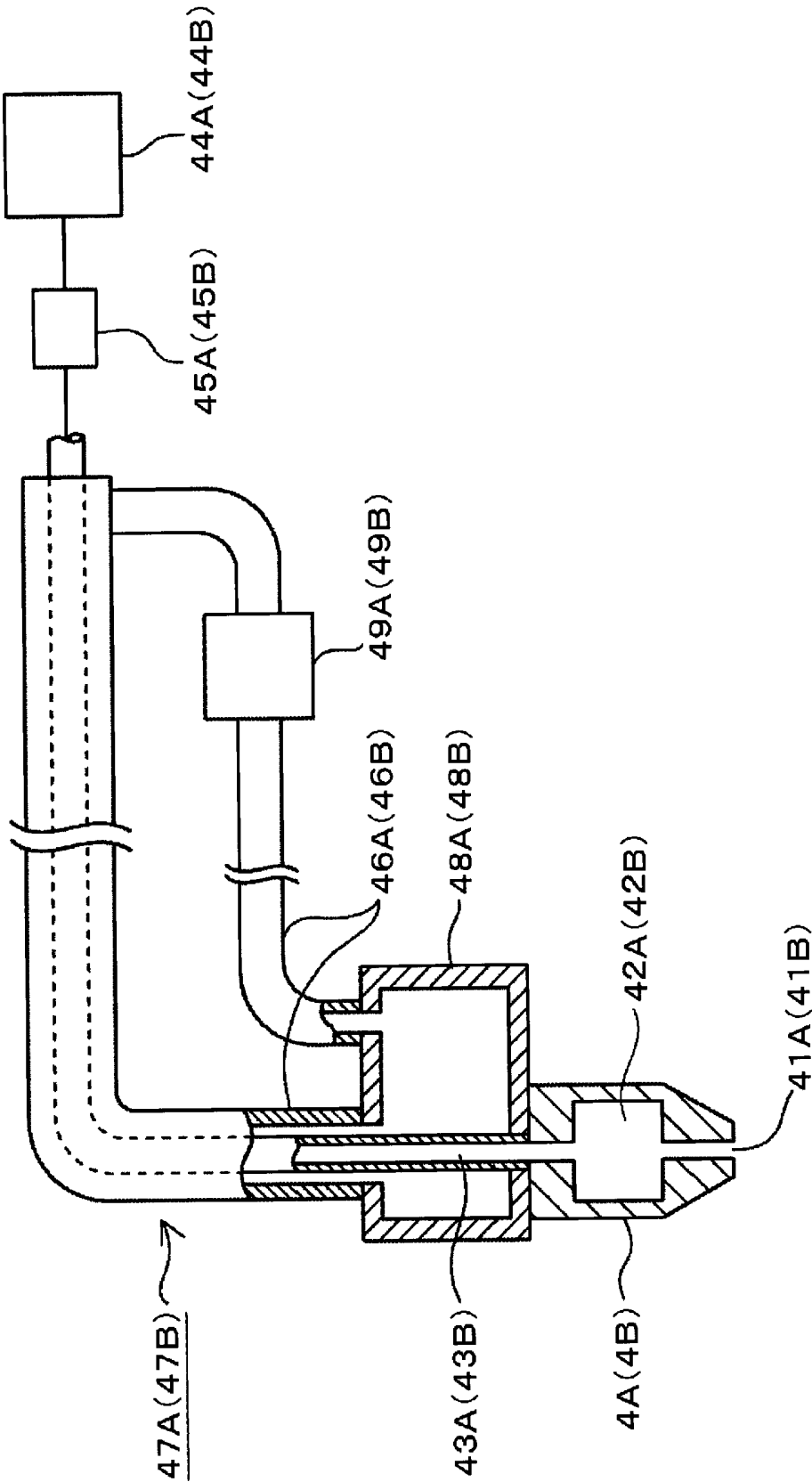
[図2]



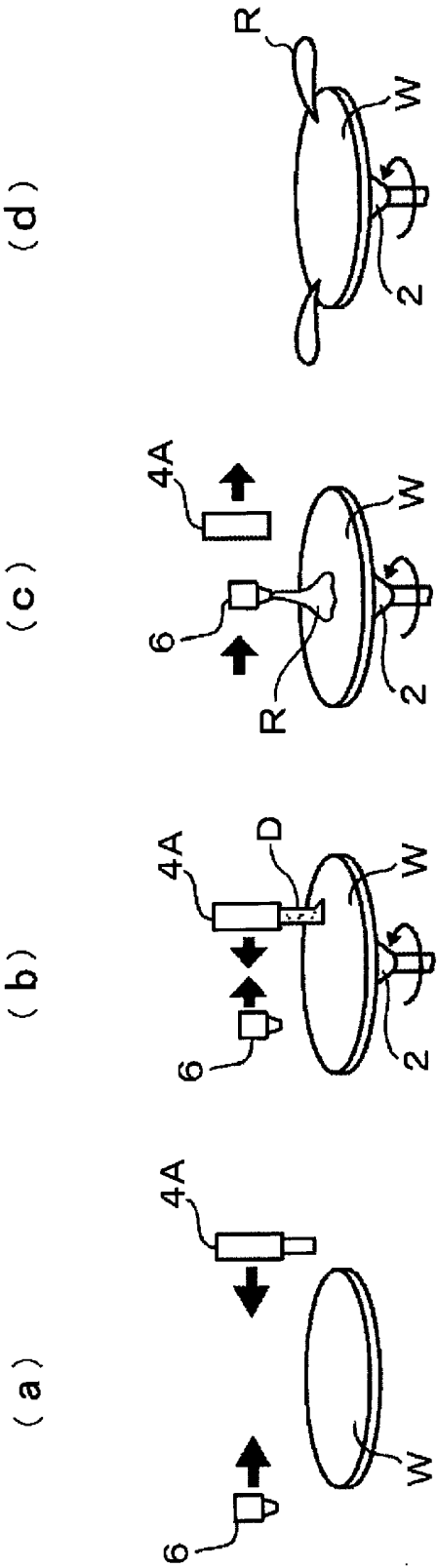
[図3]



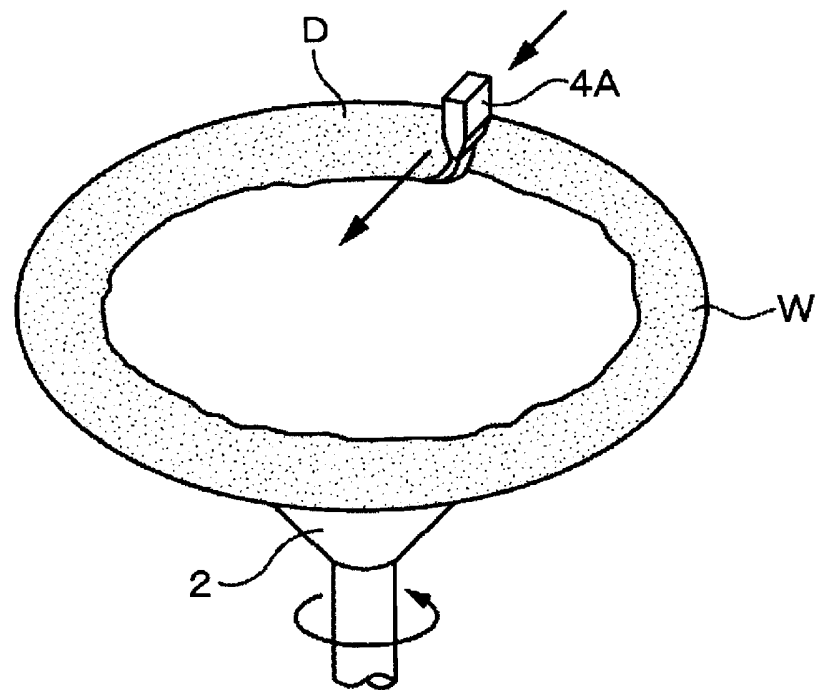
[図4]



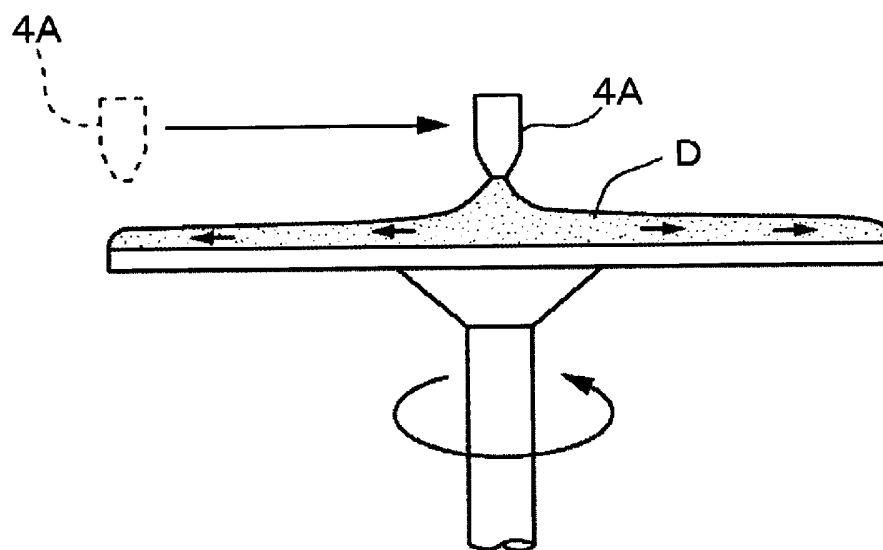
[図5]



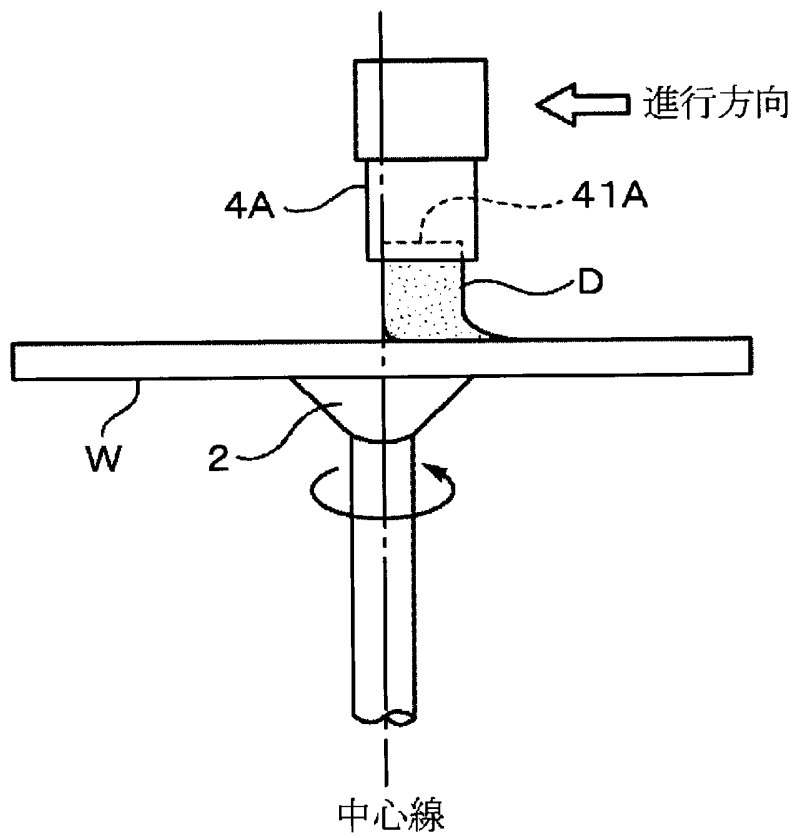
[図6]



[図7]

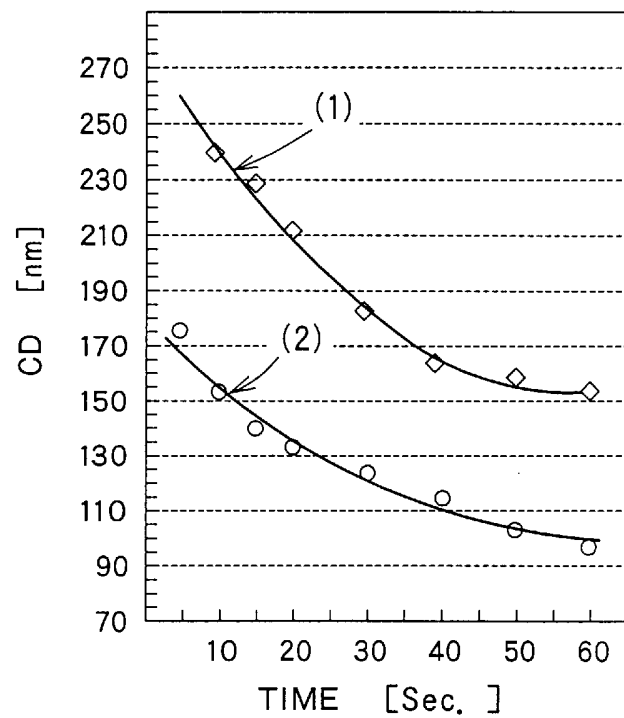


[図8]

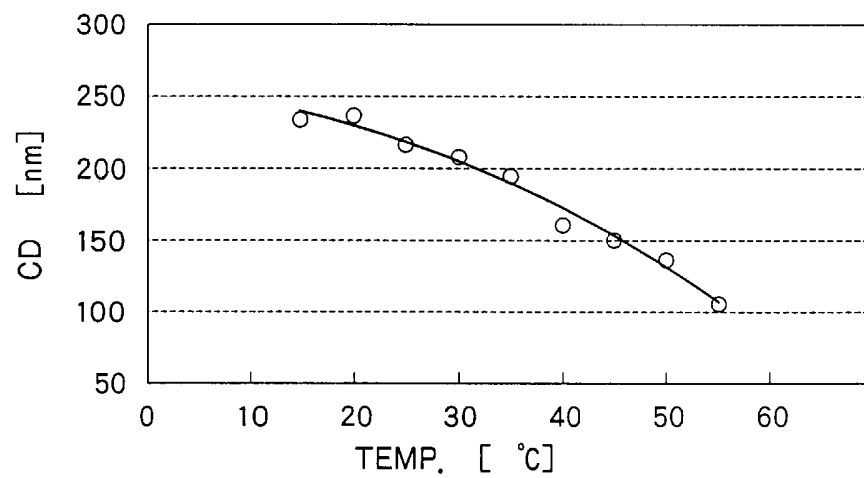


[図9]

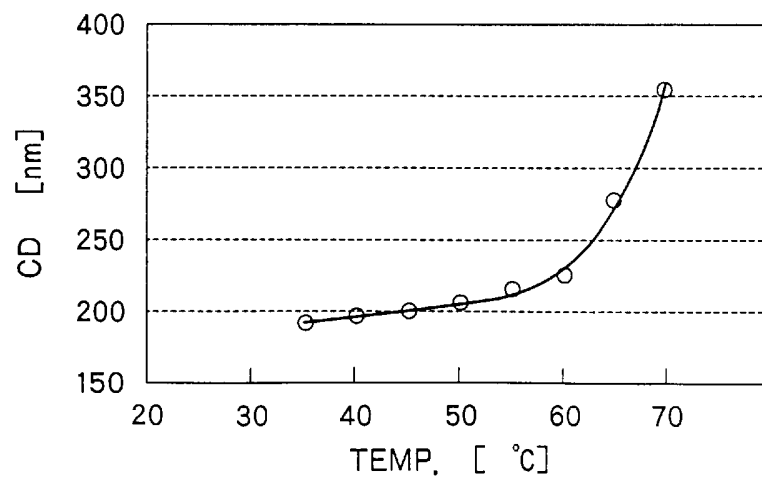
(a)



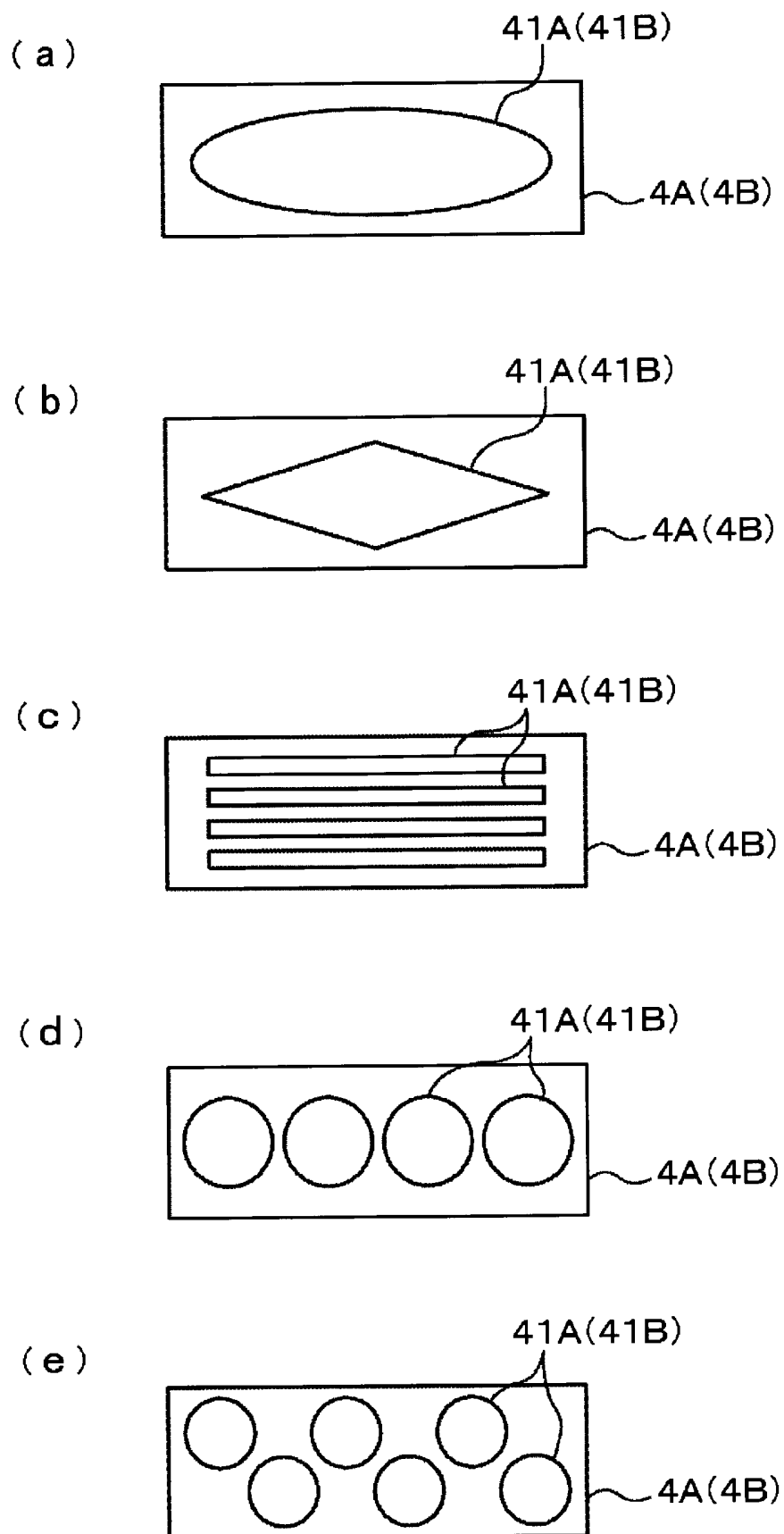
(b)



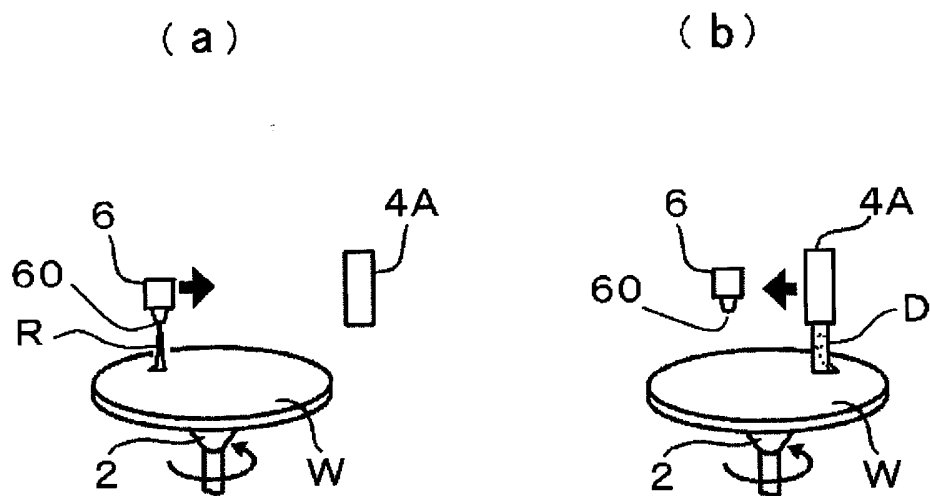
(c)



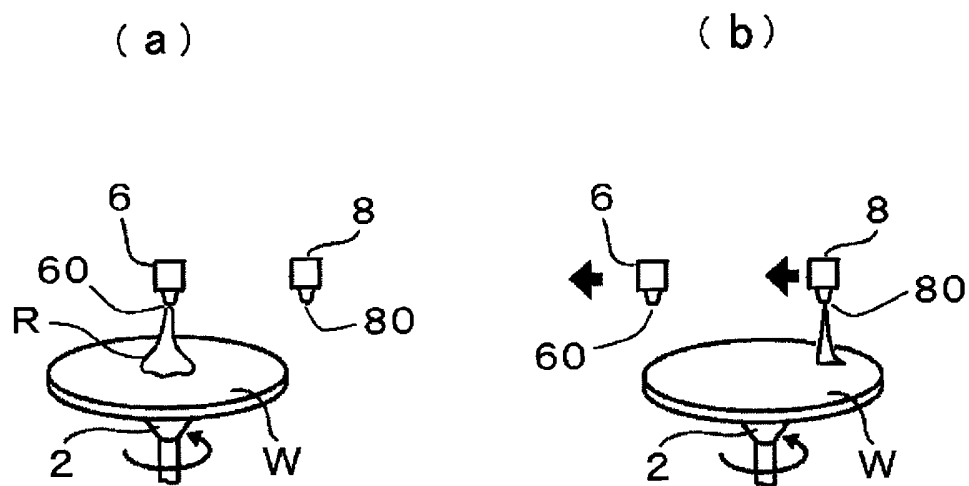
[図10]



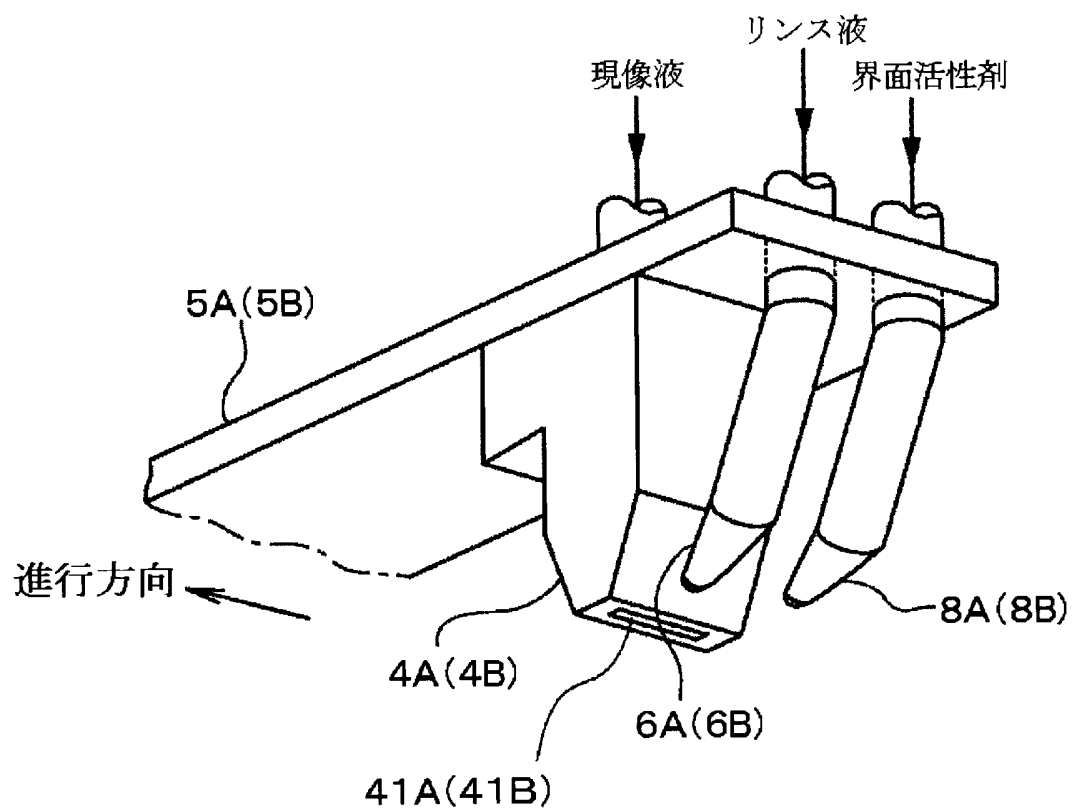
[図11]



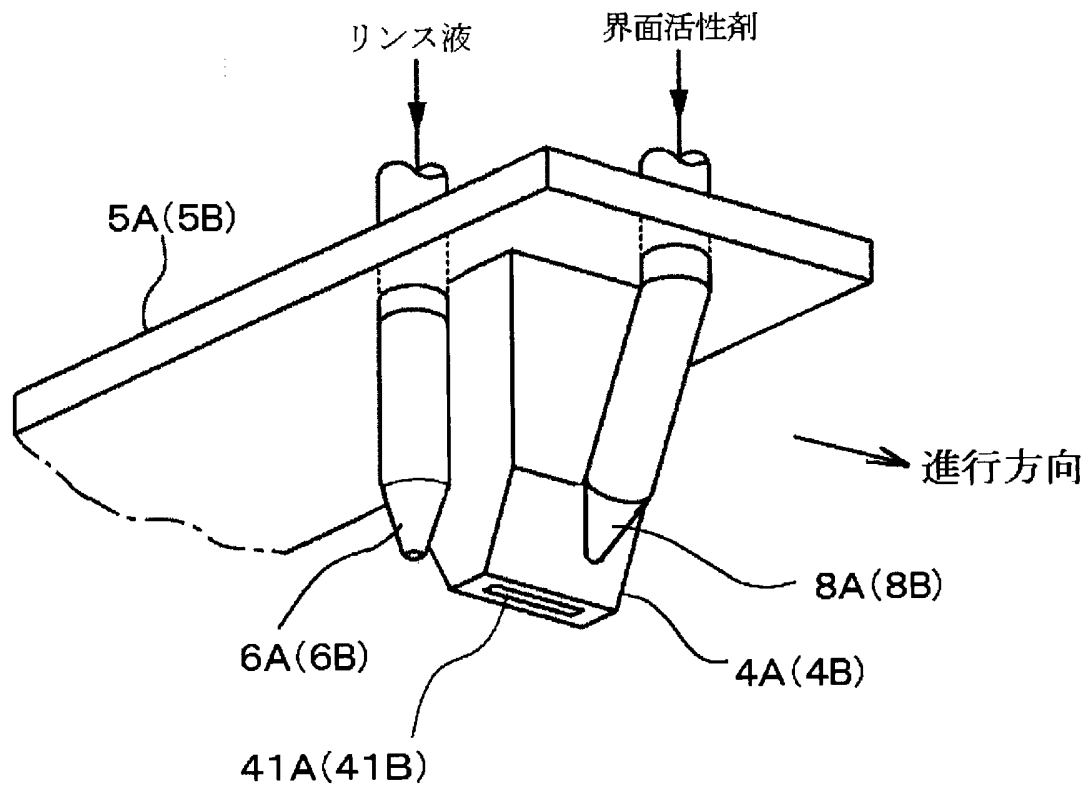
[図12]



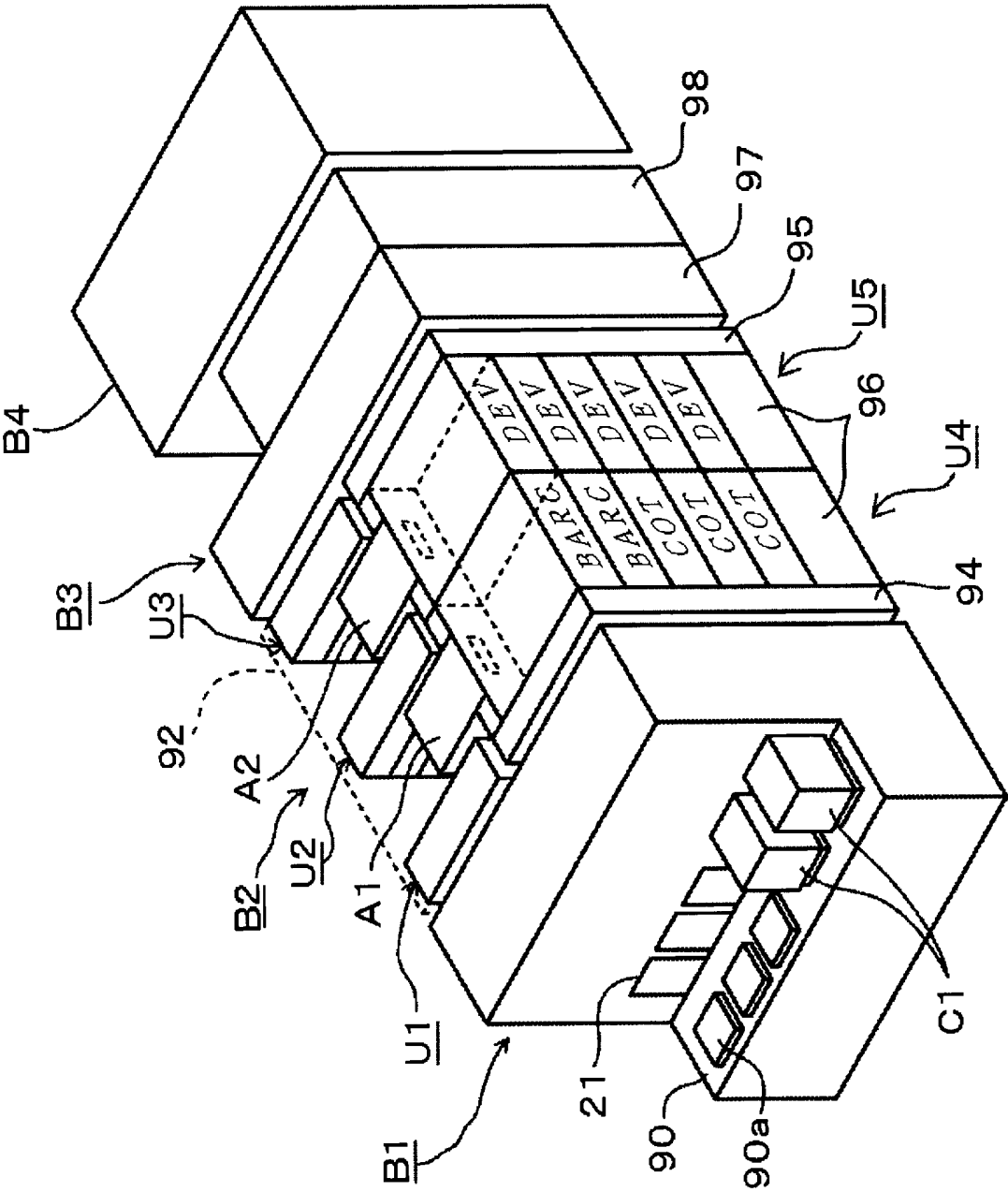
[図13]



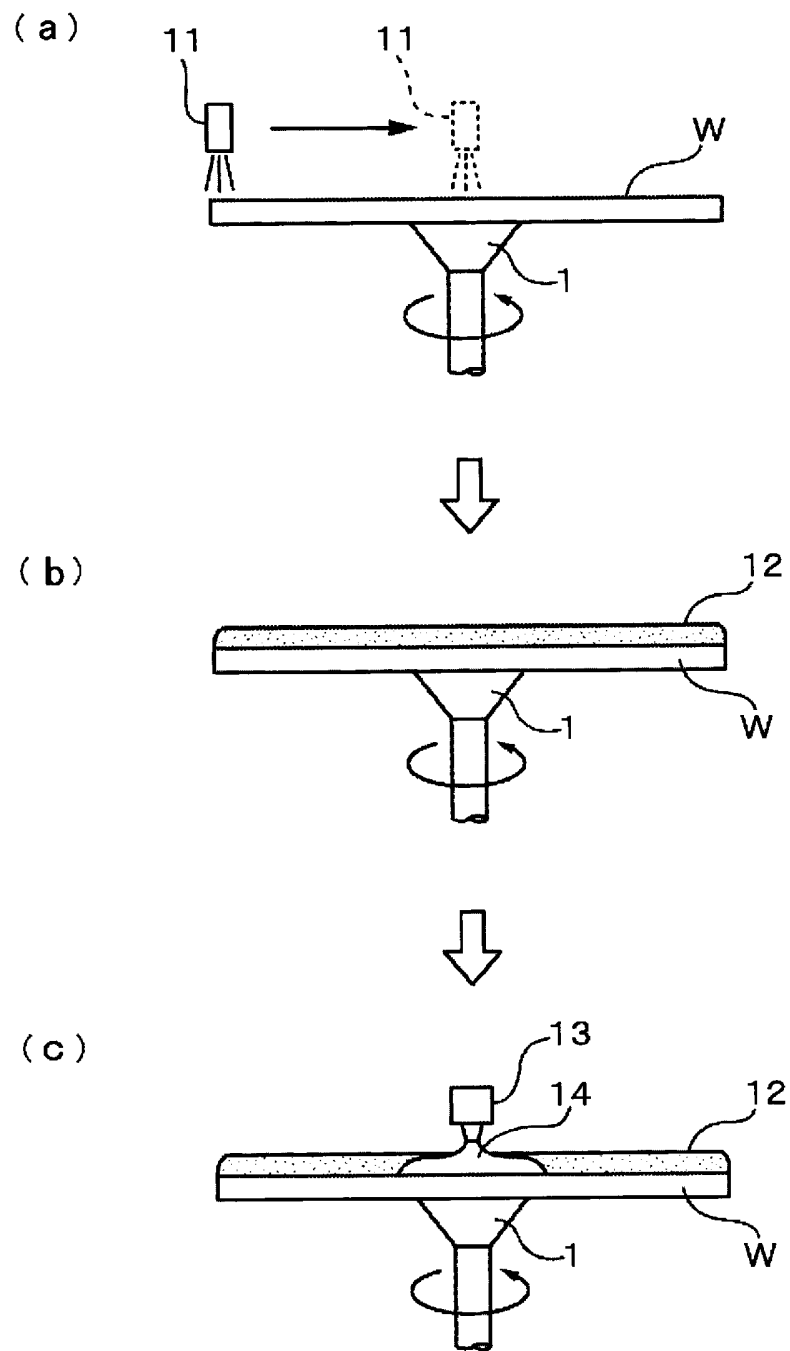
[図14]



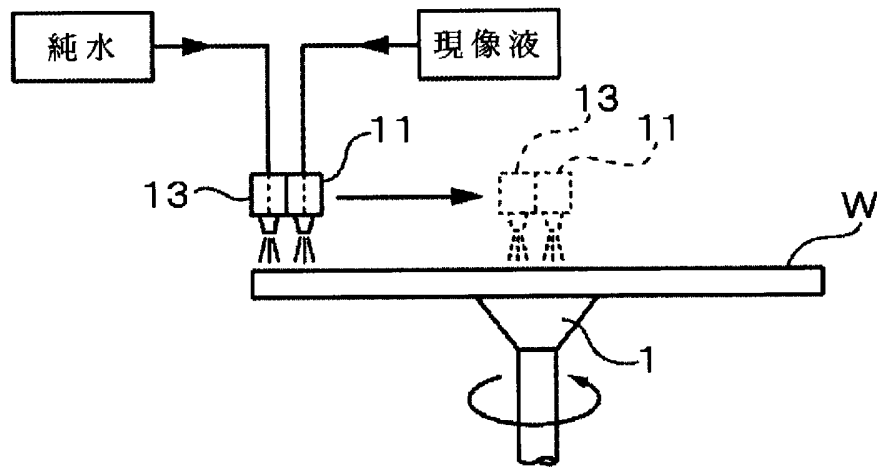
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019417

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/30

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)
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-111603 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 23 April, 1999 (23.04.99), Par. Nos. [0013] to [0026]; Figs. 1, 2 & US 5962070 A	1-25
Y	JP 11-156278 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 15 June, 1999 (15.06.99), Par. Nos. [0016] to [0023]; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-25
Y	JP 2001-274082 A (Tokyo Electron Ltd.), 05 October, 2001 (05.10.01), Full text; all drawings & US 2001/0009452 A1 & US 6384894 B2 & TW 502288 B	1-25

☒ 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
01 April, 2005 (01.04.05)

Date of mailing of the international search report
19 April, 2005 (19.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019417

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-303752 A (Hitachi, Ltd.), 24 October, 2003 (24.10.03), Par. Nos. [0011] to [0014]; Figs. 3 to 20 (Family: none)	1-25
Y	JP 2001-102292 A (Tokyo Electron Ltd.), 13 April, 2001 (13.04.01), Par. Nos. [0025] to [0031], [0083] to [0093]; Figs. 1, 9 to 11 (Family: none)	1-25
A	JP 2000-315643 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 14 November, 2000 (14.11.00), Page 1 (Family: none)	1-25
A	JP 3-124017 A (Tokyo Electron Ltd.), 27 May, 1991 (27.05.91), Page 2, lower left column (Family: none)	1-25
A	JP 2-270318 A (Seiko Epson Corp.), 05 November, 1990 (05.11.90), Page 2, upper right column, lower left column (Family: none)	1-25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/30

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))

Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/30

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 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年
 日本国実用新案登録公報 1996-2005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 請求の範囲の番号
Y	JP 11-111603 A (大日本スクリーン製造株式会社) 1999. 04. 23 [0013]-[0026]、図1, 2 & US 5962070 A	1-25
Y	JP 11-156278 A (大日本スクリーン製造株式会社) 1999. 06. 15 [0016]-[0023]、図1, 2(ファミリーなし)	1-25
Y	JP 2001-274082 A (東京エレクトロン株式会社) 2001. 10. 05 全文、全図 & US 2001/0009452 A1 & US 6384894 B2 & TW 502288 B	1-25

☒ 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、一般的な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

01. 04. 2005

国際調査報告の発送日

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 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)

岩本 勉

2M

9355

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-303752 A (株式会社日立製作所) 2003. 10. 24 [0011]-[0014]、図3-20 (ファミリーなし)	1-25
Y	JP 2001-102292 A (東京エレクトロン株式会社) 2001. 04. 13 [0025]-[0031]、[0083]-[0093]、図1, 9-11 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2000-315643 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2000. 11. 14 第1頁(ファミリーなし)	1-25
A	JP 3-124017 A (東京エレクトロン株式会社) 1991. 05. 27 第2頁左下欄(ファミリーなし)	1-25
A	JP 2-270318 A (セイコーエプソン株式会社) 1990. 11. 05 第2頁右上欄、左下欄(ファミリーなし)	1-25