

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4328667号
(P4328667)

(45) 発行日 平成21年9月9日(2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月19日(2009.6.19)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/027 (2006.01) HO 1 L 21/30 5 7 0
 GO 3 F 7/38 (2006.01) GO 3 F 7/38 5 1 1

請求項の数 17 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2004-151372 (P2004-151372)	(73) 特許権者	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(22) 出願日	平成16年5月21日(2004.5.21)	(74) 代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
(65) 公開番号	特開2005-19969 (P2005-19969A)	(74) 代理人	100095957 弁理士 亀谷 美明
(43) 公開日	平成17年1月20日(2005.1.20)	(74) 代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
審査請求日	平成18年4月25日(2006.4.25)	(72) 発明者	稲富 裕一郎 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2003-162054 (P2003-162054)	審査官	新井 重雄
(32) 優先日	平成15年6月6日(2003.6.6)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板の処理膜の表面荒れを改善する方法及び基板の処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に形成された処理膜の表面荒れを改善する方法であって、

基板を露光し現像した後に、基板の処理膜の表面のみが溶解するように前記処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給する工程と、

その後、前記基板を加熱する工程と、を有する、ことを特徴とする、基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項2】

前記処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給する際には、基板の表面の一部の領域に前記処理膜の溶剤気体を供給すると共に、当該溶剤気体の供給される領域を移動させることによって、前記処理膜の表面の全面に前記溶剤気体を供給することを特徴とする、請求項1に記載の基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項3】

前記処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給する際には、基板の上方から基板の全面に向けて前記処理膜の溶剤気体を供給することを特徴とする、請求項1に記載の基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項4】

基板上に形成された処理膜の表面荒れを改善する方法であって、

基板を露光し現像した後に、基板の処理膜の表面のみが溶解するようにノズルから前記処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給する工程を有し、

前記溶剤気体は、移動機構により前記ノズルを前記基板に対して相対的に移動させながら供給されることを特徴とする、基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項 5】

溶剤気体を供給する工程の後、前記基板を加熱する工程をさらに有することを特徴とする、請求項 4 に記載の基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項 6】

前記処理膜の表面に溶剤気体を供給する前記工程の前に、基板を所定の温度に温度調節する工程を有することを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項 7】

基板を露光し現像した後、前記処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給する前に、処理膜における溶解阻害性保護基を分解するための処理工程を有することを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項 8】

前記処理工程は、紫外線又は電子線の照射によって行うことを特徴とする、請求項 7 に記載の基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項 9】

前記処理膜はレジスト膜であり、前記溶剤気体は、アセトンの蒸気であることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項 10】

前記処理膜はレジスト膜であり、前記溶剤気体は、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセートの蒸気であることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項 11】

前記処理膜はレジスト膜であり、前記溶剤気体は N メチル 2 ピロリジノンの蒸気であることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の基板の処理膜の表面荒れを改善する方法。

【請求項 12】

表面に処理膜が形成され、露光処理され現像処理された基板を処理する処理装置であって

基板の処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給するノズルと、
前記溶剤気体を吐出している状態の前記ノズルを基板に対して相対的に移動させる移動機構と、を備えたことを特徴とする、基板の処理装置。

【請求項 13】

表面に処理膜が形成され、露光処理され現像処理された基板を処理する処理装置であって

基板の処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給するノズルを備え、
前記ノズルは、少なくとも基板の直径よりも長い細長の吐出部を有することを特徴とする、基板の処理装置。

【請求項 14】

表面に処理膜が形成され、露光処理され現像処理された基板を処理する処理装置であって

基板の処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給するノズルと、
前記基板の温度を調節する温度調節機構と、を備えたことを特徴とする、基板の処理装置。

【請求項 15】

表面に処理膜が形成され、露光処理され現像処理された基板を処理する処理装置であって

基板の処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給するノズルと、
基板を加熱する加熱機構と、を備えたことを特徴とする、基板の処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

基板を現像処理する現像処理機構を備えたことを特徴とする、請求項 12 ~ 15 のいずれかに記載の基板の処理装置。

【請求項 17】

前記ノズルは、吐出部の前後に仕切板を有していることを特徴とする、請求項 12 ~ 16 のいずれかに記載の基板の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板の処理膜の表面荒れを改善する方法及び基板の処理装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの製造プロセスにおけるフォトリソグラフィ工程では、例えば半導体ウェハ（以下「ウェハ」という）の下地膜上にレジスト液が塗布され、レジスト膜が形成されるレジスト塗布処理、ウェハに所定のパターンが露光される露光処理、露光後のウェハが現像される現像処理、ウェハの下地膜などを蝕刻するエッチング処理等が行われて、ウェハ上に所定の回路パターンが形成される。

【0003】

上記露光処理においては、平坦なレジスト膜の所定部分に光が照射され、それによって露光部分の現像液に対する溶解性が変化する。上記現像処理において、ウェハに現像液が供給されると、例えばポジ型のレジストの場合、露光部分のレジスト膜が選択的に溶けて除去され、ウェハ上に所望のレジスト膜のパターンが形成される。そして、エッチング処理においては、前記所定パターンのレジスト膜がマスクとしての機能を果たし、下層の下地膜が選択的に蝕刻されていた（例えば特許文献 1 参照。）。

20

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 75854 号公報

【0005】

ところで、上述の現像処理が施された後のレジスト膜の表面には、例えば図 17 に示すように側壁面に複数の横筋が現れて、レジスト膜 R の表面に凹凸ができる。これは、露光処理時にウェハの上方から照射される光の波動的性質によるものと考えられる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述のようにレジスト膜の表面に凹凸ができて表面が荒くなると、そのレジスト膜をマスクとして下地膜をエッチング処理した時に、下地膜には、例えば前記レジスト膜の横筋に対応したような縦筋などの凹凸が現れる。このように下地膜に縦筋ができて下地膜の表面に凹凸ができると、ウェハ上には精密な回路パターンが形成されず、所望の品質の半導体デバイスが製造されなくなる。特に、回路パターンが微細化された今日においては、僅かな凹凸が回路パターンの形状に大きく影響するため、レジスト膜の表面の荒れを改善することが重要な課題となっている。

40

【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、ウェハなどの基板上に形成されたレジスト膜などの処理膜の表面荒れを改善する方法及び基板の処理装置を提供することをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明は、基板上に形成された処理膜の表面荒れを改善する方法であって、基板を露光し現像した後に、基板の処理膜の表面のみが溶解するように前記処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給する工程と、

その後、前記基板を加熱する工程と、を有している。なお、このときの「溶解」は、例

50

えば処理膜に溶剤気体を取り込まれ、処理膜が溶けて膨潤した状態をいう。

【 0 0 0 9 】

この発明によれば、基板上の処理膜の表面に溶剤気体が供給されて、処理膜の表面のみが溶解するので、処理膜の表面の凹凸が均され平滑化（スムージング）される。そしてその後、前記基板を加熱することにより、例えば溶剤気体を吸収して膨潤していた処理膜が乾燥され、焼き締められる。この結果、処理膜の表面が平坦になり、処理膜の表面荒れを改善できる。

【 0 0 1 0 】

前記基板上の処理膜の表面荒れを改善する方法は、前記処理膜の表面に溶剤気体を供給する前記工程の前に、基板を所定の温度に温度調節する工程を有していてもよい。溶剤気体の供給による処理膜表面の溶解の程度は、温度に依存する。したがって、溶剤気体の供給前に、基板の温度を所定の温度に調整しておくことによって、処理膜の表面のみを適正に溶解させることができる。また、前処理の現像処理では、基板面内の温度が僅かに不均一になることがあるので、基板の温度を調節して面内温度の均一性を向上することによって、基板面内において一様に処理膜の表面を溶解させることができる。

【 0 0 1 1 】

また本発明では、基板を露光し現像した後に、基板の表面の一部の領域に前記処理膜の溶剤気体を供給すると共に、当該溶剤気体の供給される領域を移動させることによって、前記処理膜の表面の全面に前記溶剤ガスを供給するようにしてもよい。

【 0 0 1 2 】

この発明によれば、基板の表面の一部の領域に溶剤気体を供給しつつ、その供給領域を移動させるので、基板表面の処理膜に、処理膜の表面のみが溶解する程度の適量の溶剤気体を供給することができる。

なお前記処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給する際には、基板の上方から基板の全面に向けて前記処理膜の溶剤気体を供給するようにしてもよい。

【 0 0 1 3 】

さらにまた本発明においては、基板を露光し現像した後、前記処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給する前に、処理膜における溶解を阻害する保護基を分解するための処理を行ってもよい。これによっていわゆる A r F レジストにおいても、前記したスムージング効果を好適に実施することが可能になる。処理膜における溶解を阻害する保護基とは、例えばラクトン基がある。

【 0 0 1 4 】

このような処理膜における溶解を阻害する保護基を分解するための処理としては、紫外線や電子線の照射を例示できる。

【 0 0 1 5 】

本発明は、フォトリソ工程におけるレジスト膜のスムージングに特に有効であるが、その場合の溶剤気体は、アセトン、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（P G M E A）、Nメチル2ピロリジノン（N M P）の各蒸気を用いることができる。より好ましい使用法については、K r F（波長が248nmの光源）用レジスト膜については、P G M E Aが適し、A r F（波長が193nmの光源）用レジスト膜についてはN M Pが適している。

別な観点による本発明は、基板上に形成された処理膜の表面荒れを改善する方法であって、基板を露光し現像した後に、基板の処理膜の表面のみが溶解するようにノズルから前記処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給する工程を有し、前記溶剤気体は、移動機構により前記ノズルを前記基板に対して相対的に移動させながら供給されることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明の基板の処理装置は、表面に処理膜が形成され、露光処理され現像処理された基板を処理する処理装置であって、基板上の処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給するノズルと、前記溶剤気体を吐出している状態の前記ノズルを基板に対して相対的に移動

10

20

30

40

50

させる移動機構と、を備えたことを特徴とする。

【0017】

この発明によれば、基板上に処理膜を形成し、当該基板を露光し現像した後に基板の処理膜の表面に溶剤気体を供給して、処理膜の表面のみを溶解させることができる。こうすることによって、処理膜の表面に形成された凹凸が均され平滑化され、処理膜の表面荒れを改善できる。また、基板の処理装置は前記移動機構を備えているので、例えばノズルから溶剤気体を吐出した状態で、当該ノズルを基板の表面上を移動させることによって、処理膜の表面の全面に適量の溶剤気体を供給することができる。したがって、処理膜に対し、当該処理膜の表面のみが溶解するように溶剤気体を供給することができる。

【0019】

別な観点による本発明は、表面に処理膜が形成され、露光処理され現像処理された基板を処理する処理装置であって、基板の処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給するノズルを備え、前記ノズルは、少なくとも基板の直径よりも長い細長の吐出部を有することを特徴とする。かかる場合、例えばノズルを基板上において基板の一端部側から他端部側まで移動させることによって、基板上に形成された処理膜の表面の全面に溶剤気体を供給することができる。

【0020】

また別な観点による本発明は、表面に処理膜が形成され、露光処理され現像処理された基板を処理する処理装置であって、基板の処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給するノズルと、前記基板の温度を調節する温度調節機構と、を備えたことを特徴とする。この温度調節機構によって、例えば基板に溶剤気体を供給する前に、基板の温度を調節することができる。溶剤気体による処理膜の溶解は、温度に影響されるので、予め基板を所定の温度に設定しておくことによって、処理膜の表面のみを適正に溶解させることができる。また、基板面内の温度を均一にすることができるので、基板表面の全面において処理膜表面の溶解を均等に行うことができる。

【0021】

さらに別な観点による本発明は、表面に処理膜が形成され、露光処理され現像処理された基板を処理する処理装置であって、基板の処理膜の表面に対し処理膜の溶剤気体を供給するノズルと、基板を加熱する加熱機構と、を備えたことを特徴とする。かかる場合、基板の処理膜の表面に溶剤気体を供給した後に、基板を熱乾燥し、基板を焼き締めることができる。なお、前記基板の処理装置は、基板を現像処理する現像処理機構を備えていてもよく、この場合同じ装置内で基板を現像し、その後溶剤を供給することができる。

【0022】

前記ノズルは、吐出部の前後、すなわちノズルの移動方向の前後に仕切板を有していてもよい。これによって、吐出部から吐出された溶剤気体が周囲に拡散することを抑えることができ、全体として均一な溶剤気体の供給が行える。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、基板の処理膜の表面荒れを改善できるので、例えば基板上に所定寸法の回路パターンが形成され、例えばその後のエッチング処理なども好適に行え、歩留まりの向上が図られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。図1は、本実施の形態にかかる基板の処理装置が搭載された塗布現像処理システム1の構成の概略を示す平面図であり、図2は、塗布現像処理システム1の正面図であり、図3は、塗布現像処理システム1の背面図である。

【0025】

塗布現像処理システム1は、図1に示すように、例えば25枚のウェハWをカセット単

10

20

30

40

50

位で外部から塗布現像処理システム 1 に対して搬入出したり、カセット C に対してウェハ W を搬入出したりするカセットステーション 2 と、塗布現像処理工程の中で枚葉式に所定の処理を施す各種処理装置を多段配置してなる処理ステーション 3 と、この処理ステーション 3 に隣接して設けられている露光装置 4 との間でウェハ W の受け渡しをするインターフェイス部 5 とを一体に接続した構成を有している。

【 0 0 2 6 】

カセットステーション 2 では、載置部となるカセット載置台 6 上の所定の位置に、複数のカセット C を X 方向（図 1 中の上下方向）に一列に載置自在となっている。そして、このカセット配列方向（X 方向）とカセット C に収容されたウェハ W のウェハ配列方向（Z 方向；鉛直方向）に対して移送可能なウェハ搬送体 7 が搬送路 8 に沿って移動自在に設けられており、各カセット C に対して選択的にアクセスできるようになっている。

10

【 0 0 2 7 】

ウェハ搬送体 7 は、ウェハ W の位置合わせを行うアライメント機能を備えている。このウェハ搬送体 7 は、後述するように処理ステーション 3 側の第 3 の処理装置群 G3 に属するエクステンション装置 3 2 に対してもアクセスできるように構成されている。

【 0 0 2 8 】

処理ステーション 3 では、その中心部に主搬送装置 1 3 が設けられており、この主搬送装置 1 3 の周辺には各種処理装置が多段に配置されて処理装置群を構成している。この塗布現像処理システム 1 においては、4 つの処理装置群 G1, G2, G3, G4 が配置されており、第 1 及び第 2 の処理装置群 G1, G2 は塗布現像処理システム 1 の正面側に配置され、第 3 の処理装置群 G3 は、カセットステーション 2 に隣接して配置され、第 4 の処理装置群 G4 は、インターフェイス部 5 に隣接して配置されている。さらにオプションとして破線で示した第 5 の処理装置群 G5 を背面側に別途配置可能となっている。前記主搬送装置 1 3 は、これらの処理装置群 G1, G2, G3, G4, G5 に配置されている後述する各種処理装置に対して、ウェハ W を搬入出可能である。なお、処理装置群の数や配置は、ウェハ W に施される処理の種類によって任意に選択できる。

20

【 0 0 2 9 】

第 1 の処理装置群 G1 では、例えば図 2 に示すようにウェハ W にレジスト液を塗布し、ウェハ W 上にレジスト膜を形成するレジスト塗布装置 1 7 と、ウェハ W を現像する現像処理装置 1 8 とが下から順に 2 段に配置されている。第 2 の処理装置群 G2 には、本実施の形態にかかる基板の処理装置としての溶剤供給装置 1 9 と、現像処理装置 2 0 とが下から順に 2 段に配置されている。

30

【 0 0 3 0 】

第 3 の処理装置群 G3 では、例えば図 3 に示すようにウェハ W を冷却処理するクーリング装置 3 0、レジスト液とウェハ W との定着性を高めるためのアドヒージョン装置 3 1、ウェハ W の受け渡しを行うためのエクステンション装置 3 2、レジスト液中の溶剤を蒸発させるためのプリベーキング装置 3 3、3 4、溶剤気体が供給されたウェハ W を熱乾燥する加熱装置 3 5、現像処理後の加熱処理を行うポストベーキング装置 3 6 が下から順に例えば 7 段に積み重ねられている。

【 0 0 3 1 】

第 4 の処理装置群 G4 では、例えばクーリング装置 4 0、載置したウェハ W を自然冷却させるエクステンション・クーリング装置 4 1、エクステンション装置 4 2、クーリング装置 4 3、露光後の加熱処理を行うポストエクスポージャーベーキング装置 4 4、4 5、加熱装置 4 6、ポストベーキング装置 4 7 が下から順に例えば 8 段に積み重ねられている。

40

【 0 0 3 2 】

インターフェイス部 5 の中央部には、図 1 に示すように例えばウェハ搬送体 5 0 が設けられている。このウェハ搬送体 5 0 は X 方向（図 1 中の上下方向）、Z 方向（垂直方向）の移動と X 方向（Z 軸を中心とする回転方向）の回転を自在にできるように構成されている。ウェハ搬送体 5 0 は、第 4 の処理装置群 G4 に属するエクステンション・クーリング装置 4 1、エクステンション装置 4 2、周辺露光装置 5 1 及び露光装置 4 に対してアクセス

50

して、各々に対してウェハWを搬送できる。

【0033】

次に、上述の溶剤供給装置19の構成について詳しく説明する。図4、5に示すように溶剤供給装置19の筐体19a内の中央部には、ウェハWを保持するチャック60が設けられている。チャック60の上面の保持面60aは、水平でウェハWの径と同程度の円形状に形成されている。チャック60の保持面60aには、図示しない複数の吸引口が設けられており、当該吸引口から吸引することによりウェハWを吸着できる。なお、チャック60には、シリンダなどの昇降駆動部61が設けられており、チャック60の保持面60aを上下動させて、主搬送装置13との間でウェハWを受け渡しできる。

【0034】

例えばチャック60の保持面60a内には、ペルチェ素子62が内蔵されている。ペルチェ素子62は、保持面60a内において偏りなく均等に配置されている。ペルチェ素子62の電源63は、温度制御部64によって制御されている。この温度制御部64によりペルチェ素子62への給電量を変えることによってペルチェ素子62の温度を調整し、チャック60の保持面60aの温度を所定の温度に設定できる。なお、本実施の形態においては、ペルチェ素子62、電源63及び温度制御部64によって温度調節機構が構成されている。

【0035】

チャック60の周囲には、例えば排気用の排気カップ70が設けられている。排気カップ70は、例えばチャック60の保持面60aの下方に位置している。排気カップ70は、例えば円筒状の外カップ71と内カップ72からなる二重構造に有し、当該外カップ71と内カップ72との間に排気通路73が形成されている。外カップ71と内カップ72との上端部の隙間には、環状の吸入口74が開口し、当該吸入口74は、図5に示すように保持面60aの周縁部に沿うように配置されている。外カップ71と内カップ72との下端部の隙間には、溶剤供給装置19の外部に設置された排気装置（図示せず）に通じる排気管75が接続されており、チャック60上の雰囲気気を吸入口74から適宜排気できる。

【0036】

例えば図5に示すように排気カップ70のX方向負方向（図5の上方向）側の側方には、Y方向（図5の左右方向）に沿ったレール80が設けられている。レール80上には、アーム81が設けられ、アーム81は、駆動部82によってレール80上を移動自在である。アーム81には、ウェハWに溶剤気体を吐出するノズルとしての溶剤供給ノズル83が保持されている。したがって、溶剤供給ノズル83は、レール80に沿って排気カップ70の一端部側の外方からチャック60上を通過し排気カップ70の他端部側の外方まで移動できる。また、溶剤供給ノズル83の移動は、例えば駆動部82の動作を制御する駆動制御部84により制御されており、この駆動制御部84により、溶剤供給ノズル83をY方向に所定の速度で移動させることができる。また、駆動部82は、例えばアーム81を上下動させるシリンダなどを備え、溶剤供給ノズル83の高さを調整することができる。なお、本実施の形態においては、レール80、アーム81、駆動部82及び駆動制御部84によって移動機構が構成されている。

【0037】

溶剤供給ノズル83は、例えばウェハWの直径よりも長いX方向に沿った細長形状を有し、図6に示すように溶剤供給ノズル83の下面には、長手方向の一端部から他端部に渡って吐出部85が形成されている。吐出部85には、溶剤供給ノズル83の長手方向に沿って円形の吐出口86が複数形成されている。例えば溶剤供給ノズル83の上部には、図4に示すように溶剤気体供給源87に通じる溶剤供給管88が接続されている。溶剤供給ノズル83は、上部から溶剤気体を導入し、当該溶剤気体を内部を通過させ、溶剤気体を下面の各吐出口86から下方に向けて均等に吐出できる。

【0038】

10

20

30

40

50

溶剤気体供給源 87 は、例えば溶剤供給管 88 と連通し液体溶剤が貯留された貯留タンク 90 と、貯留タンク 90 内に不活性の窒素ガスを供給する窒素ガス供給管 91 を備えている。窒素ガス供給管 91 から貯留タンク 90 の液体溶剤内に窒素ガスを供給することによって、貯留タンク 90 内で気化している溶剤気体が溶剤供給管 88 内に圧送され、溶剤気体が溶剤供給管 88 を通って溶剤供給ノズル 83 に供給される。溶剤としては、例えばアセトン、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート (P G M E A)、N メチル 2 ピロリジノン (N M P) を用いることができる。

【 0 0 3 9 】

また、溶剤供給管 88 には、溶剤気体の流量を検出する流量センサ 92 と、流量を調節するバルブ 93 が設けられている。流量センサ 92 で検出された検出結果は、流量制御部 94 に出力され、流量制御部 94 は、当該検出結果に基づいてバルブ 93 の開閉度を調整して溶剤供給ノズル 83 から吐出される溶剤気体の流量を所定の流量に設定できる。

【 0 0 4 0 】

溶剤供給装置 19 は、以上のように構成されている。次に上述の加熱装置 35、46 の構成について説明する。例えば加熱装置 35 は、図 7 に示すように筐体 35a 内にウェハ W を載置し加熱する熱板 100 を有している。熱板 100 内には、給電により発熱するヒータ 101 が内蔵されている。ヒータ 101 の電源 102 は、ヒータ制御部 103 により制御されており、ヒータ制御部 103 は、ヒータ 101 の発熱量を調節して熱板 100 の温度を制御できる。

【 0 0 4 1 】

熱板 100 の中央部には、上下方向に貫通した貫通孔 104 が形成されている。貫通孔 104 には、下方から昇降ピン 105 が挿入されている。昇降ピン 105 は、昇降部 106 により昇降し、熱板 100 の表面に突出自在になっている。したがって、ウェハ W を昇降ピン 105 により持ち上げて例えば主搬送装置 13 と熱板 100 との間でウェハ W の受け渡しを行うことができる。なお、加熱装置 46 は、加熱装置 35 と同様の構成を有しており、その説明は省略する。

【 0 0 4 2 】

次に、以上のように構成されている溶剤供給装置 19 及び加熱装置 35 を備えた塗布現像処理システム 1 における処理プロセスを説明する。

【 0 0 4 3 】

まず、ウェハ搬送体 7 によりカセット C から未処理のウェハ W が 1 枚取り出され、第 3 の処理装置群 G3 に属するエクステンション装置 32 に搬送される。次にウェハ W は、主搬送装置 13 によってアドヒージョン装置 31 に搬入され、ウェハ W に対し、レジスト液の密着性を向上させる例えば HMDS が塗布される。次にウェハ W は、クーリング装置 30 に搬送され、所定の温度に冷却された後、レジスト塗布装置 17 に搬送される。レジスト塗布装置 17 では、ウェハ W 上にレジスト液が塗布され、処理膜としてのレジスト膜が形成される。

【 0 0 4 4 】

レジスト膜が形成されたウェハ W は、主搬送装置 13 によってプリベーキング装置 33、エクステンション・クーリング装置 41 に順次搬送され、さらにウェハ搬送体 50 によって、周辺露光装置 51、露光装置 4 に順次搬送され、各装置で所定の処理が施される。露光装置 4 において露光処理の終了したウェハ W は、ウェハ搬送体 50 によりエクステンション装置 42 に搬送され、その後ポストエクスポージャーベーキング装置 44、クーリング装置 43 で所定の処理が施された後、現像処理装置 18 に搬送されて、現像処理が行われる。このとき、ウェハ W のレジスト膜の表面には、図 13 で示したような凹凸ができています。また、図 8 は、この後の処理プロセスの概要を示すフロー図である。

【 0 0 4 5 】

現像処理が終了したウェハ W は、溶剤供給装置 19 に搬送される。溶剤供給装置 19 に搬送されたウェハ W は、まず予め所定の設定温度、例えば常温の 23 に維持されたチャック 60 の保持面 60a に保持される。この状態が所定時間維持され、ウェハ W が 23

10

20

30

40

50

に温度調節される(図8中の工程S1)。この間、排気カップ70から排気が行われており、溶剤供給装置19内はパージされている。

【0046】

所定時間が経過し、ウェハWの温度が調節されると、溶剤供給ノズル83が排気カップ70の外方からウェハWの一端部、例えばY方向正方向側の上方まで移動する。そして、例えば排気カップ70からの排気が一旦停止され、溶剤供給ノズル83から一定流量の溶剤気体が吐出され始める(図8中の工程S2)。このときウェハ表面の一端部側の所定量域に溶剤気体が供給される。溶剤供給ノズル83から溶剤気体が吐出され始めると、溶剤供給ノズル83が一定速度でウェハWの他端部側、つまりY方向負方向側に向かって移動し、これに伴ってウェハ表面上における溶剤気体の供給領域もY方向負方向側に移動する。そして、溶剤供給ノズル83がウェハWのY方向負方向側の端部の上方まで移動すると、今度は、折り返しウェハWの他端部側から一端部側に移動する。こうして、溶剤供給ノズル83がウェハW上を往復移動し、ウェハW上のレジスト膜の表面に溶剤気体が供給される。

10

【0047】

こうして、レジスト膜の表面に溶剤気体が供給されると、図9に示すようにレジスト膜Rの表面が溶剤気体を取り込んで、レジスト膜Rの表面のみが溶解し膨潤する。なお、このときの溶剤供給ノズル83の移動速度、吐出量の設定には、レジスト膜Rの表面のみが溶解するように予め実験等で算出された値が用いられる。

【0048】

溶剤供給ノズル83が往復移動し終わると、溶剤気体の供給が停止され、再び排気カップ70からの排気が行われる。ウェハWはチャック60から主搬送装置13に受け渡され、加熱装置35に搬送される。

20

【0049】

加熱装置35に搬送されたウェハWは、予め上昇して待機していた昇降ピン105に受け渡され、熱板100上に載置される。熱板100は、所定の設定温度、例えば110程度に維持されており、ウェハWは、この熱板100上で所定時間加熱される。この所定時間の加熱により、レジスト膜R内の溶剤気体が蒸発し、レジスト膜Rが焼き締められる(図8中の工程S3)。こうしてレジスト膜Rは、図9に示すように溶剤気体供給前の厚みに戻される。

30

【0050】

熱乾燥が終了したウェハWは、主搬送装置13により加熱装置35から搬出され、クーリング装置43で冷却された後、ポストベーキング装置47、クーリング装置30に順次搬送され、各装置において所定の処理が施される。その後ウェハWは、エクステンション装置32を介してカセットCに戻されて、ウェハWの一連のフォトリソグラフィ工程が終了する。

【0051】

以上の実施の形態によれば、塗布現像処理システム1に、溶剤供給ノズル83を有する溶剤供給装置19を設けたので、現像処理後にレジスト膜Rの表面に溶剤気体を供給して、レジスト膜Rの表面を溶かし膨潤させて平滑化することができる。また、塗布液現像処理システム1には、加熱装置35が設けられているので、レジスト膜Rに溶剤気体を供給した後に、ウェハWを加熱し、レジスト膜R中にある余分な溶剤を揮発させることができる。この結果、レジスト膜Rの表面に形成されていた凹凸を均してレジスト膜Rの表面荒れを改善することができる。そしてこの後のエッチング処理時に、下地膜が斑なく蝕刻され、ウェハW上に所定形状の回路パターンが形成される。

40

【0052】

溶剤供給装置19では、溶剤供給ノズル83をウェハWに対して移動できるようにしたので、溶剤供給ノズル83から溶剤気体を供給した状態で、当該溶剤供給ノズル83がウェハW上を移動し、レジスト膜Rの全面に適量の溶剤気体を均等に供給することができる。

50

【 0 0 5 3 】

溶剤供給装置 19 のチャック 60 にペルチェ素子 62 を設けて、溶剤気体を供給する前にウェハ W の温度を 23 に調整するようにしたので、レジスト膜 R の表面が溶解する最適温度にし、さらにウェハ W の面内温度を均等にすることができる。したがって、レジスト膜 R の表面の溶解を好適に行うことができる。

【 0 0 5 4 】

以上の実施の形態では、溶剤供給ノズル 83 がウェハ W 上を往復移動することによって、レジスト膜 R に溶剤気体を供給していたが、溶剤供給ノズル 83 の往路若しくは復路のみで溶剤気体を供給するようにしてもよい。また、往路で溶剤気体を供給した後、ウェハ W を所定角度、例えば 90 度回転させてその後復路でも溶剤気体を供給してもよい。かかる場合、例えばチャック 60 に回転機能を設けて行ってもよい。

10

【 0 0 5 5 】

以上の実施の形態では、溶剤気体の供給前の温度調節を溶剤供給装置 19 において行っていたが、例えばクーリング装置 30、40、43 などで行ってもよい。かかる場合、現像処理後、ウェハ W は、一旦クーリング装置に搬送され、23 に温度調節された後、溶剤供給装置 19 に搬送される。

【 0 0 5 6 】

また、上記実施の形態では、溶剤気体の供給後のウェハ W の加熱を加熱装置 35 で行っていたが、溶剤供給装置 19 に加熱機構を取り付け、ウェハ W の加熱を溶剤供給装置 19 で行ってもよい。かかる場合、例えば図 10 に示すように溶剤供給装置 19 のチャック 60 内には、ヒータなどの発熱体 110 が内蔵される。発熱体 110 は、例えば電源 111 からの給電によって発熱し、その電源 111 からの給電量は、温度制御部 112 により制御されている。そして、溶剤供給装置 19 において、ウェハ W に溶剤気体が供給され、その後、同じ溶剤供給装置 19 内でウェハ W が加熱される。この場合、溶剤気体の供給と加熱を同じ装置内で行うことができ、ウェハ W の処理効率を向上させることができる。なお、この例において、加熱機構は、例えばチャック 60、発熱体 110、電源 111 及び温度制御部 112 により構成されている。

20

【 0 0 5 7 】

また、上述の加熱装置 35 には、冷却機能も備えた加熱・冷却装置を用いてもよい。この場合、加熱し昇温したウェハ W を直ちに冷却することができる。

30

【 0 0 5 8 】

さらに、前記実施の形態では、現像処理と溶剤気体の供給処理を別個の装置で行っていたが、同じ装置で行ってもよい。例えば溶剤供給装置 19 に現像処理機構を取り付けてもよい。かかる場合、例えば図 11 に示すように溶剤供給装置 19 には、溶剤供給ノズル 83 の他に、ウェハ W に現像液を供給する現像液供給ノズル 120 と、ウェハ W に洗浄液を供給する洗浄ノズル 121 が設けられている。例えば現像液供給ノズル 120 は、例えば溶剤供給ノズル 83 と同様に、レール 80 上を移動自在なアーム 122 に保持されている。洗浄ノズル 121 は、例えば後述の排気カップ 123 の外側に設けられた垂直軸 124 の軸周りに回転する保持アーム 125 に保持されており、排気カップ 123 の外方からウェハ W 上方に進退自在になっている。また、図 12 に示すようにチャック 60 には、回転駆動部 126 が取り付けられ、チャック 60 に保持されたウェハ W を所定速度で回転させることができる。排気カップ 123 は、例えばウェハ W 上から飛散する現像液を受け止めるように、チャック 60 の周囲を囲むように形成されている。なお、他の構成については、上記溶剤供給装置 19 と同様であるので説明を省略する。また、この例において現像処理機構は、例えば現像液供給ノズル 120、チャック 60 及び排気カップ 123 で構成されている。

40

【 0 0 5 9 】

そしてウェハ処理の際には、ポストエクスポージャーベーキング、クーリングが終了したウェハ W は、溶剤供給装置 19 に搬送され、チャック 60 に保持される。ウェハ W がチャック 60 に保持されると、現像液供給ノズル 120 が現像液を吐出しながらウェハ W の

50

一端部上から他端部上まで移動し、ウェハWの表面の全面に現像液が供給される。こうしてウェハW上に現像液が液盛りされると、所定時間静止現像される。その後ウェハWが回転され、洗浄ノズル121によりウェハW上に洗浄液が供給されて、ウェハWが洗浄される。洗浄が終了すると、ウェハWは高速回転され、乾燥される。ウェハWが乾燥されて一連の現像処理が終了すると、上述したように溶剤供給ノズル83によってウェハWに溶剤気体が供給され、レジスト膜Rの表面荒れが改善される。かかる場合、現像処理と溶剤の供給処理が同じ装置で行われ、ウェハWの搬送時間を省略することができるので、ウェハWの処理効率を向上できる。なお、この例では、溶剤供給装置19に現像処理機構を取り付けていたが、現像処理装置18、20に溶剤供給ノズル83などの溶剤供給機構を取り付けるようにしてもよい。

10

【0060】

実際に行った発明者の実験によれば、フォトリソ工程によって形成されたレジストパターンに対して上記したようなスムージングを行った結果、LER (Line Edge Roughness)、LWR (Line Width Roughness) 共に、スムージングを行わない場合よりも低い値に抑えることができた。

【0061】

具体的に一例を挙げると、例えばシリコンウエハ上に形成されているパターン化されたレジスト膜 (UV135 4100A Barc: AR-5 600A) に対して、スムージング処理を行う前とスムージング処理を行った後のパターンの線幅、LWRについては、図13に示すようになった。なおこのときの溶剤気体は、アセトンの溶剤蒸気を使用した。またウエハの温度は23℃、溶剤濃度は4.0Lであった。またアセトンの溶剤蒸気をウエハに供給するにあたっては、溶剤供給ノズル83から溶剤気体を供給しつつ、ノズルをウエハ上で走査させるようにしたが、その際のスキャン速度は、40mm/secに設定した。

20

【0062】

図13の結果からわかるように、スムージング処理を行った後は、パターンの線幅 (CD) は、僅かに低下するが、LWRは大幅に改善されている。したがって、ウエハ上に形成されたレジストパターンの表面が平滑化されたことがわかる。

【0063】

なお溶剤供給ノズル83から溶剤気体を基板に供給する場合、図14に示したように、溶剤供給ノズル83のノズルの吐出口86とウエハWとの間のギャップは、狭いほど好ましい。また溶剤供給ノズル83をスキャンする際の溶剤供給ノズル83の速度は、15mm/sec ~ 250mm/secが適当である。

30

【0064】

溶剤供給ノズル83の吐出口86から溶剤気体を供給する場合、図14に示したように、溶剤供給ノズル83の吐出部85の前後に、仕切板89a、89bを取り付けることが好ましい。この仕切板89a、89bによって、ノズルの相対的移動方向の前後に、一種の仕切り壁が形成されるので、吐出口86から供給された溶剤気体が前後方向に拡散することが防止でき、ノズルの相対的移動に伴ってウエハW全面に渡って均一に溶剤気体を供給することができる。なお仕切板89a、89bとの間の間隔dは、例えば約20mm程度、仕切板89a、89bの高さ (溶剤供給ノズル83の本体の下端からの長さ) hは、約10mm程度に設定されている。

40

【0065】

なお溶剤気体の供給は、上記したように溶剤供給ノズル83の相対的移動によって溶剤供給領域を逐次移動させ、もって結果的にウエハW全面に渡って供給する方式に限らず、図15に示したように、処理容器151内における載置台152上に載置されたウエハWに対して、上面からウエハW全面に向けて供給する方式を採用してもよい。

【0066】

この処理容器151は、容器内上面に、多数の孔153が形成されたバッフル板154を備えており、容器上部にある溶剤気体供給部155から溶剤気体が供給されると、バッ

50

フル板 154 を介して、溶剤気体がウエハ W の上面全面に均一に供給される。なお処理容器 151 内の雰囲気は、容器内の底部に設けられた排気口 156 を通じて、排気ポンプ 157 によって容器外へと排出される。

【0067】

ところで発明者の検証によれば、ArF レジストは、溶剤気体を供給しても KrF レジストの場合と比べて、平滑化がしにくいという傾向があることがわかった。その原因は ArF レジストは中に存在する保護基、と呼ばれる箇所の一部が溶解性を阻害していると考えられる。保護基としては、例えばラクトン基が挙げられる。そこで溶剤気体を供給する前に、予めそのような保護基を分解しておけば、溶剤気体の供給によって、円滑に平滑化することができる。

10

【0068】

そのような溶解阻害性保護基を分解する手法としては、例えば UV や電子線の照射が挙げられる。そのようないわば表面の改質処理を行う装置としては、例えば図 16 に示したような処理装置 161 を提案できる。

【0069】

この処理装置 161 は処理容器 162 内に回転載置台 163 を有し、また容器内の上面には紫外線又は電子線の照射部 164 を有している。そして回転載置台 162 上に載置されたウエハ W を回転させながら、照射部 164 から紫外線や電子線をウエハ W に照射することにより、ウエハ W 表面の処理膜、例えばレジスト膜を改質して、溶解阻害性保護基を分解することができる。またウエハ W を回転させながら照射しているので、ウエハ W に対して均一に紫外線や電子線を照射することが可能である。

20

【0070】

このようにしてウエハ W の処理膜中の溶解阻害性保護基を分解してから、既述したような溶剤気体を供給することで、たとえレジスト膜が ArF レジストであっても、これを好適にスムージングすることが可能である。しかもこのようないわば前処理をする事により、今まで効き目が無かった溶剤使用してもスムージングすることができるから、溶剤選択の幅が広がる。そして溶剤選択の幅が増える事により、各 ArF レジスト合った溶剤が選択でき、形状等のコントロール性能も優位になる。

【0071】

以上の実施の形態は、本発明の一例を示すものであり、本発明はこの例に限らず種々の態様を採りうるものである。例えば、本実施の形態では、溶剤供給ノズル 83 の吐出部 85 には、複数の円形の吐出口 86 が形成されていたが、少なくともウエハ W の直径よりも長いスリット状の吐出口が形成されていてもよい。また、溶剤供給装置 19 においてウエハ W に対して溶剤供給ノズル 83 を移動させていたが、ウエハ W 側を移動させてもよい。さらに、本実施の形態は、ウエハ W の処理に関するものであったが、LCD 基板、フォトマスク用のガラス基板などの他の基板にも本発明は適用できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図 1】本実施の形態における塗布現像処理システムの構成の概略を示す平面図である。

【図 2】図 1 の塗布現像処理システムの正面図である。

40

【図 3】図 1 の塗布現像処理システムの背面図である。

【図 4】溶剤供給装置の縦断面の説明図である。

【図 5】溶剤供給装置の横断面の説明図である。

【図 6】溶剤供給ノズルの構成を示す斜視図である。

【図 7】加熱装置の構成を示す縦断面の説明図である。

【図 8】ウエハの処理プロセスの一部を示すフロー図である。

【図 9】レジスト膜の変化の様子を示す説明図である。

【図 10】加熱機構を備えた溶剤供給装置の構成を示す縦断面の説明図である。

【図 11】現像処理機構を備えた溶剤供給装置の構成を示す横断面の説明図である。

【図 12】図 11 の溶剤供給装置の構成を示す縦断面の説明図である。

50

【図13】 溶剤気体の供給によって平滑化処理を行った際の線幅，LWRの変化を示すグラフとレジストパターンの一部拡大平面図である。

【図14】 溶剤供給ノズルの吐出部の前後に仕切板を取り付けた様子を示す溶剤供給ノズルの側面図である。

【図15】 ウエハの全面に一度に溶剤気体を供給する処理容器の縦断面の説明図である。

【図16】 紫外線や電子線の照射部を有する処理装置の縦断面の説明図である。

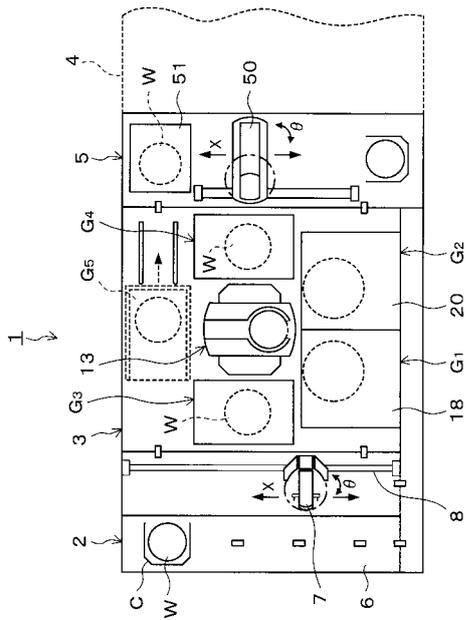
【図17】 現像処理後のレジスト膜表面の凹凸を示す説明図である。

【符号の説明】

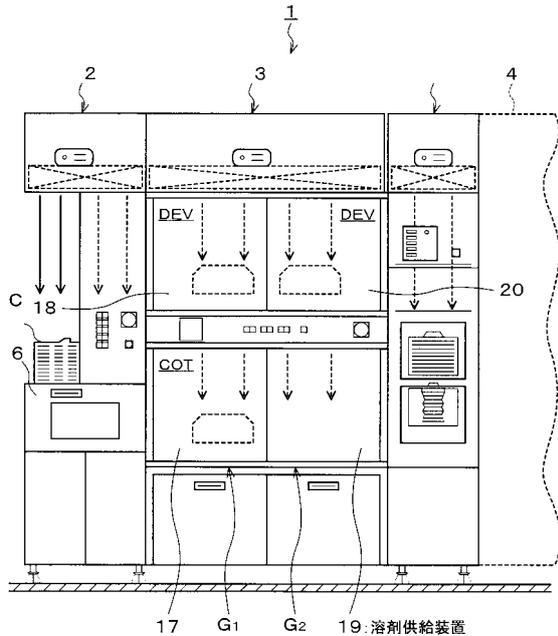
【0073】

- 1 塗布現像処理システム
- 19 溶剤供給装置
- 60 チャック
- 70 排気カップ
- 83 溶剤供給ノズル
- W ウェハ

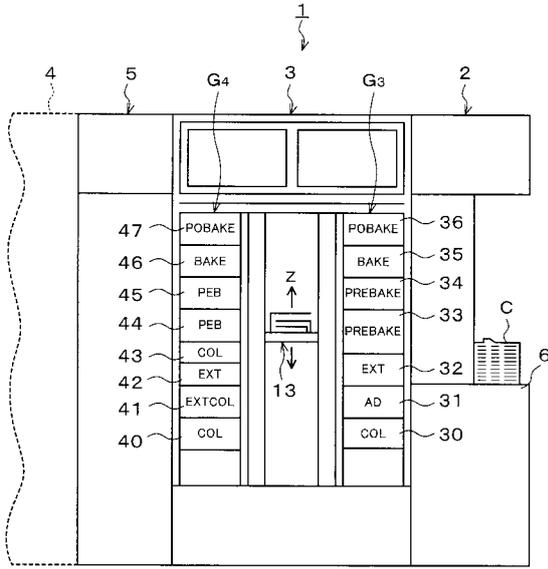
【図1】



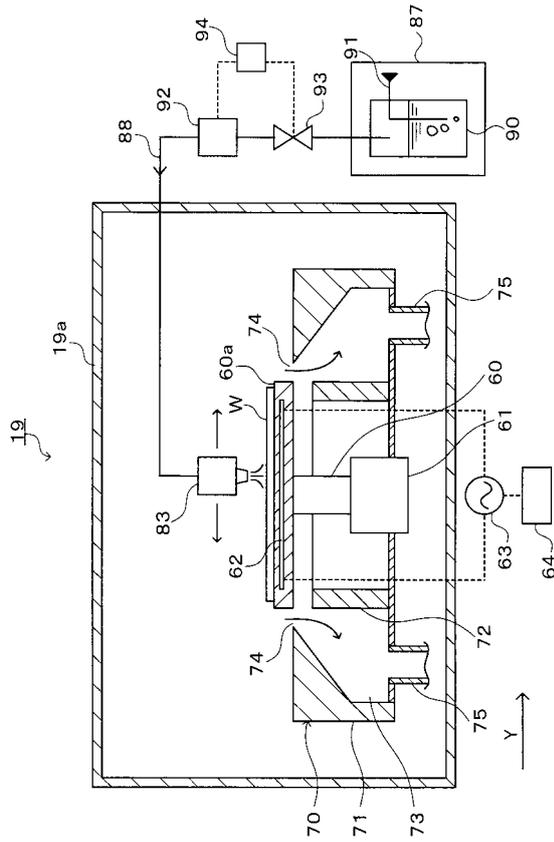
【図2】



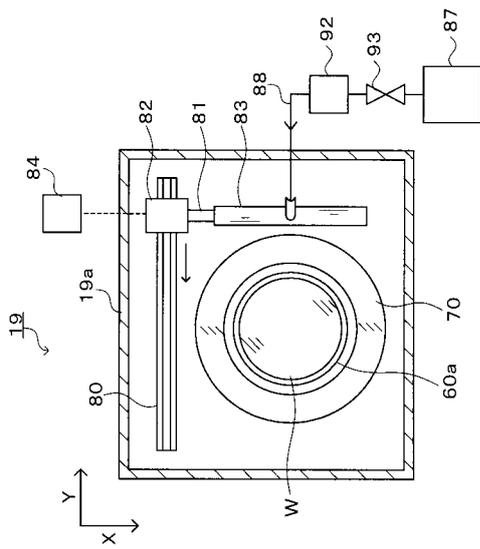
【図3】



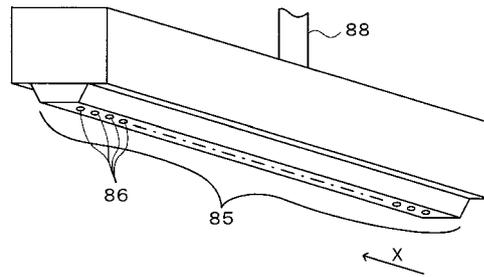
【図4】



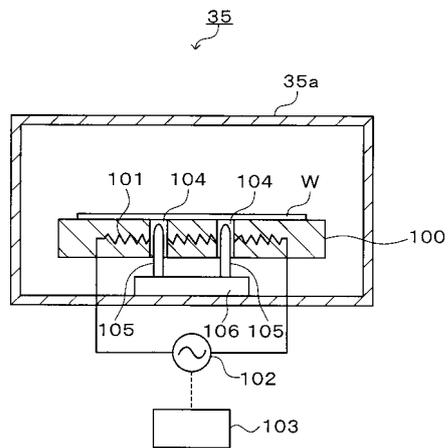
【図5】



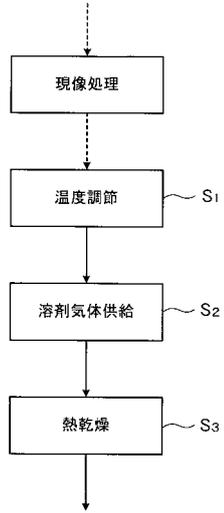
【図6】



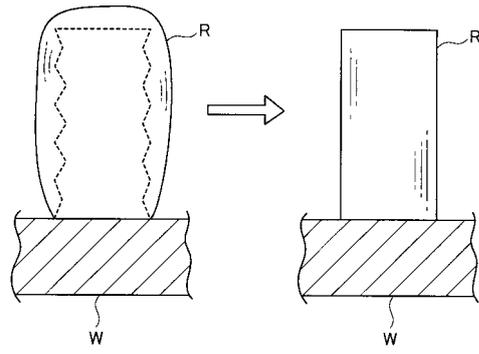
【図7】



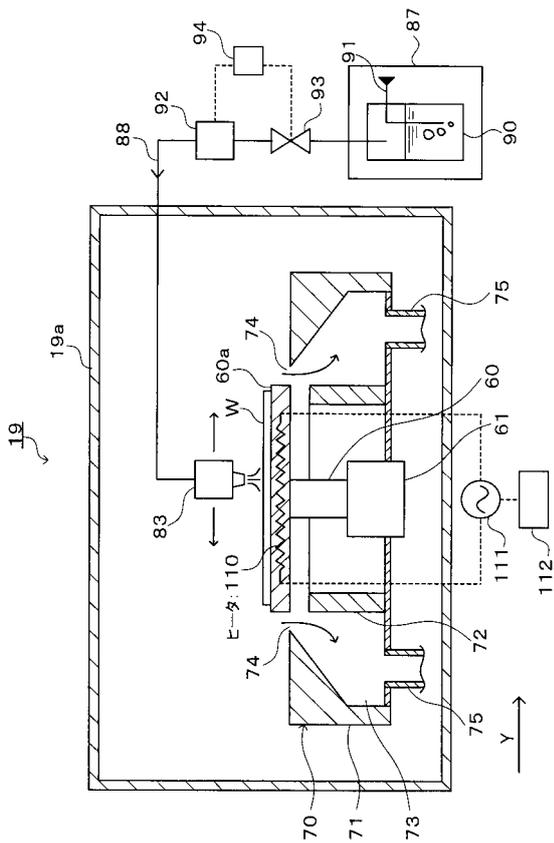
【 図 8 】



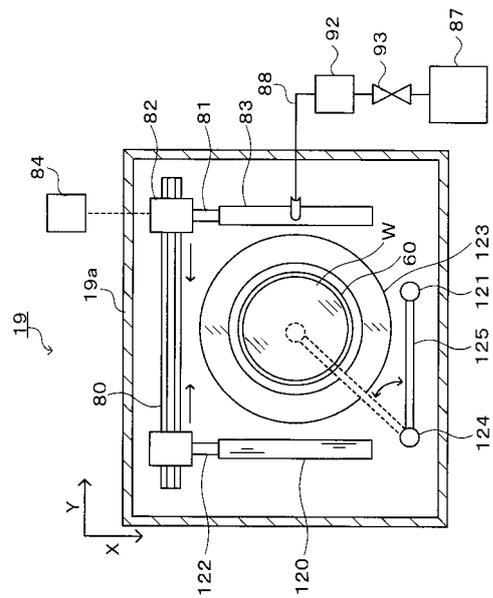
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-198735(JP,A)
特開2002-075854(JP,A)
特開2001-332484(JP,A)
特開2001-176795(JP,A)
特開2001-127037(JP,A)
特開平10-050595(JP,A)
特開平08-031726(JP,A)
特開平07-199467(JP,A)
特開平07-142342(JP,A)
特開平07-005695(JP,A)
特開平06-151388(JP,A)
特開昭63-148631(JP,A)
特開昭62-219923(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
G03F 7/38