

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5193121号
(P5193121)

(45) 発行日 平成25年5月8日(2013.5.8)

(24) 登録日 平成25年2月8日(2013.2.8)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 3 F 7 / 4 0 (2006.01) G 0 3 F 7 / 4 0 5 0 1

請求項の数 4 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-101241 (P2009-101241) (22) 出願日 平成21年4月17日 (2009.4.17) (65) 公開番号 特開2010-250177 (P2010-250177A) (43) 公開日 平成22年11月4日 (2010.11.4) 審査請求日 平成23年4月26日 (2011.4.26)</p>	<p>(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 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦 (72) 発明者 白石 豪介 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内 (72) 発明者 稲富 裕一郎 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内 審査官 倉持 俊輔</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レジスト塗布現像方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板にレジスト膜を形成するステップと、
 前記基板に形成された前記レジスト膜を露光するステップと、
 露光された前記レジスト膜を現像してパターン化するステップと、
 現像によりパターン化された前記レジスト膜に紫外域光を照射するステップと、
 前記照射するステップ中または後に前記レジスト膜を加熱するステップと、
 前記加熱するステップ中または後に、フェノール類に属するフェノール溶剤を含む溶剤
 気体に前記レジスト膜を晒すステップと、
 を含むレジスト塗布現像方法。

10

【請求項 2】

前記フェノール溶剤がm - メチルフェノールである、請求項 1 に記載のレジスト塗布現像方法。

【請求項 3】

前記露光するステップにおいてアルゴンフッ素光源が使用される、請求項 1 又は 2 に記載のレジスト塗布現像方法。

【請求項 4】

前記紫外域光が150nmから450nmの波長成分を含む、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のレジスト塗布現像方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、レジスト塗布現像方法、並びにレジスト膜処理装置およびこれを含むレジスト塗布現像装置に関し、特にエッチング耐性を向上することが可能なレジスト塗布現像方法、並びにレジスト膜処理装置およびこれを含むレジスト塗布現像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体集積回路やフラットパネルディスプレイ(FPD)の一層の高密度化が進められている。これに伴ってフォトリソグラフィ工程における露光光の短波長化も進み、i線(波長356nm)やKrFエキシマレーザー光(波長248nm)よりも更に短い波長を有するArFエキシマレーザー光(波長193nm)が使用されつつある。これに合わせて、レジストについても、ArFエキシマレーザー光に対して解像力を有するものが使用されている(例えば、特許文献1,2)。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-182796号公報

【特許文献2】特開2005-037888号公報

【特許文献3】特開2007-161987号公報(段落0034)

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来、KrF用レジストは、そのレジスト化学構造中の終端基(保護基)としてのベンゼン環によりエッチング耐性を獲得しているが、ArF用レジストにおいては、ベンゼン環の代わりにアダマンチル基によりエッチング耐性が発揮される。これは、ベンゼン環がArFエキシマレーザー光(193nm)を吸収してしまいレジスト膜が露光されなくなるためである(特許文献3)。

【0005】

ところが、アダマンチル基によるエッチング耐性は、ベンゼン環によるエッチング耐性よりも低いという問題がある。例えば、発明者らの検討によれば、CF₄/O₂混合ガスを用い同じエッチング条件で両レジスト膜のエッチングレートを調べたところ、ArF用レジストのエッチングレートは約300nm/minであり、KrF用レジスト膜のエッチングレートは約260nm/minであった。レジスト膜のエッチングレートが低いほど高いエッチングレシオが得られるため、特にArF用レジストにおいてエッチング耐性を高くすることが望まれている。

30

【0006】

そこで、本発明は、エッチング耐性を向上することが可能なレジスト塗布現像方法、並びにレジスト膜処理装置およびこれを含むレジスト塗布現像装置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】

40

【0007】

上記の目的を達成するため、本発明の第1の態様は、基板にレジスト膜を形成するステップと、前記基板に形成された前記レジスト膜を露光するステップと、露光された前記レジスト膜を現像してパターン化するステップと、現像によりパターン化された前記レジスト膜に紫外域光を照射するステップと、前記照射するステップ中または後に前記レジスト膜を加熱するステップと、前記加熱するステップ中または後に、ベンゼン環を含有する溶剤を含む溶剤気体に前記レジスト膜を晒すステップと、を含むレジスト塗布現像方法を提供する。

【0008】

上記の溶剤は、フェノール類に属するフェノール溶剤であると好ましく、このフェノール

50

ル溶剤が m - メチルフェノールであると更に好ましい。

【0009】

また、上記の露光するステップにおいてアルゴンフッ素 (ArF) 光源が使用されて良い。すなわち、レジスト膜を形成するステップで形成されるレジスト膜は、例えば ArF エキシマレーザ光に対する解像力を有する、いわゆる ArF 用レジスト膜であって良い。また、上記の紫外域光を照射するステップにおける紫外域光は、150nm から 450nm の波長成分を含むと好ましい。

【0010】

本発明の第2の態様は、現像によりパターン化された前記レジスト膜に紫外域光を照射する光源と、前記光源により紫外域光が照射された又は照射されている前記レジスト膜を加熱するよう構成された加熱部と、前記加熱部により加熱された又は加熱されている前記レジスト膜を、ベンゼン環を含有する溶剤を含む溶剤気体に晒すよう構成された溶剤処理部と、を備えるレジスト膜処理装置を提供する。

10

【0011】

上記の溶剤は、フェノール類に属するフェノール溶剤であると好ましく、このフェノール溶剤が m - メチルフェノールであると更に好ましい。また、上記の紫外域光を照射するステップにおける紫外域光は、150nm から 450nm の波長成分を含むと好ましい。

【0012】

本発明の第3の態様は、基板にレジスト膜を形成するレジスト形成部と、露光された前記レジスト膜を現像してパターン化する現像部と、上記のレジスト膜処理装置と、を備えるレジスト塗布現像装置を提供する。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明の実施形態によれば、エッチング耐性を向上することが可能なレジスト塗布現像方法、並びにレジスト膜処理装置およびこれを含むレジスト塗布現像装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態によるレジスト塗布現像装置の構成を示す概略平面図である。

【図2】図1のレジスト塗布現像装置の概略正面図である。

【図3】図1のレジスト塗布現像装置の概略背面図である。

30

【図4】図1のレジスト塗布現像装置に備わる、本発明の実施形態によるレジスト膜処理装置を示す概略平面図である。

【図5】図4のレジスト膜処理装置を示す概略側面図である。

【図6】図4のレジスト膜処理装置に備わる溶剤供給ノズルを示す斜視図である。

【図7】ArF用レジストの化学構造を示す図である。

【図8】本発明の実施形態によるレジスト膜処理装置の変形例を示す概略図である。

【図9】本発明の実施形態によるレジスト塗布現像方法に関して行った実験の結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

40

以下、添付の図面を参照しながら、本発明の限定的でない例示の実施形態について説明する。添付の全図面中、同一または対応する部材または部品については、同一または対応する参照符号を付し、重複する説明を省略する。

【0016】

図1は、本発明の一実施形態によるレジスト塗布現像装置1の構成を示す概略平面図であり、図2は、レジスト塗布現像装置1の概略正面図であり、図3は、レジスト塗布現像装置1の概略背面図である。

図1に示すように、レジスト塗布現像装置1は、カセットステーション2、処理ステーション3、およびインターフェイス部4を有している。

【0017】

50

カセットステーション 2 は、例えば 25 枚の半導体ウエハ W (以下、ウエハ W) が収容されたカセット C が載置される載置部 6 と、載置部 6 に載置されるカセット C からウエハ W を取り出して、カセット C と処理ステーション 3 との間でウエハ W を搬入出するウエハ搬送体 7 と、を有している。載置部 6 には、図中の X 方向 (カセットステーション 2 の長手方向) に沿って複数 (例えば 4 つ) のカセット C を載置することができる。ウエハ搬送体 7 は、カセットステーション 2 の載置部 6 と処理ステーション 3 との間に配置され、搬送路 8 に沿って X 方向に移動することができる。また、ウエハ搬送体 7 は、Y 方向、Z 方向 (上下方向)、および 方向 (Z 軸を中心とする回転方向) に移動自在なウエハ搬送アーム 7 a を有している。このような構成により、ウエハ搬送体 7 は、載置部 6 に載置されるカセット C に選択的にアクセスして、カセット C 内に Z 方向に多段に収容されるウエハ W を順次取り出すことができ、取り出したウエハ W を処理ステーション 3 の第 3 の処理装置群 G 3 (後述) へ搬送することができる。また、ウエハ搬送体 7 は、ウエハ W の位置合わせを行うアライメント機能を有していると好ましい。

10

【0018】

処理ステーション 3 では、その略中心部に主搬送装置 13 が設けられており、この主搬送装置 13 の周辺には 4 つの処理装置群 G 1、G 2、G 3、G 4 が配置されている。これらの処理装置群は、後述するように、多段に配置された種々の処理装置を有している。第 1 の処理装置群 G 1 及び第 2 の処理装置群 G 1 は、主搬送装置 13 に対して + X 方向側に配置されている。また、第 3 の処理装置群 G 3 及び第 4 の処理装置群 G 4 は、主搬送装置 13 の Y 方向に沿った両側に配置されている。具体的には、第 3 の処理装置群 G 3 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 G 4 はインターフェイス部 4 に隣接して配置されている。

20

【0019】

主搬送装置 13 は、これらの処理装置群 G 1、G 2、G 3、G 4 に配置されている各種処理装置 (後述) およびレジスト膜処理装置 60 (後述) に対して、ウエハ W を搬入出することができる。

【0020】

第 1 の処理装置群 G 1 および第 2 の処理装置群 G 2 は、例えば図 2 に示すようにウエハ W にレジスト液を塗布してレジスト膜を形成するレジスト塗布装置 17 と、レジスト塗布装置 17 の上方に配置され、露光されたレジスト膜を現像する現像処理装置 18 とを有している。

30

【0021】

第 3 の処理装置群 G 3 は、例えば図 3 に示すように、ウエハ W を冷却するクーリング装置 30 と、ウエハ W に対するレジスト液の定着性を高めるためのアドヒージョン処理が行われるアドヒージョン装置 31 と、ウエハ W の受け渡しを行うエクステンション装置 32 と、ウエハ W に塗布されたレジスト液中の溶剤を蒸発させるベーキング処理が行われるプリベーキング装置 33、34 と、予備のベーキング装置 36 と、現像されたレジスト膜を加熱するポストベーキング処理が行われるポストベーキング装置 36、とを下から順に有している。

【0022】

40

第 4 の処理装置群 G 4 は、例えば図 3 に示すように、クーリング装置 40 と、ウエハ W を自然冷却するエクステンション・クーリング装置 41 と、主搬送装置 13 とウエハ搬送体 50 (後述) との間におけるウエハ W の受け渡しが行われるエクステンション装置 42 と、クーリング装置 43 と、露光されたレジスト膜を加熱するポストエクスポージャーベーキング装置 44、45 と、予備のベーキング装置 46 と、ポストベーキング装置 47 とを下から順に有している。

【0023】

なお、処理装置群の数および配置、各処理装置群に配置される処理装置の数、種類および配置は、当該レジスト塗布現像装置 1 において行われる処理や製造されるデバイスの種類により任意に選択して良い。

50

【 0 0 2 4 】

再び図 1 を参照すると、インターフェイス部 4 の中央部にウエハ搬送体 5 0 が設けられている。このウエハ搬送体 5 0 は X 方向および Z 方向の移動と、 方向の回転とを自在にできるように構成されている。ウエハ搬送体 5 0 は、第 4 の処理装置群 G 4 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 5 に対してアクセスして、各々に対してウエハ W を搬送することができる。

【 0 0 2 5 】

次に、図 4 から図 6 を参照しながら、処理ステーション 3 に配置されるレジスト膜処理装置 6 0 について説明する。図 4 はレジスト膜処理装置 6 0 の概略平面図であり、図 5 はレジスト膜処理装置 6 0 の概略断面図であり、図 6 はレジスト膜処理装置 6 0 に設けられる溶剤供給ノズル 8 3 の構造を示す概略構成図である。

10

【 0 0 2 6 】

図 4 を参照すると、レジスト膜処理装置 6 0 は、レジスト膜に対する溶剤処理が行われる溶剤処理室 6 2 と、この溶剤処理室 6 2 に対し仕切弁 G V 1 を介して接続される予備室 6 4 とを有している。

溶剤処理室 6 2 は、筐体 6 2 a 内のほぼ中央部に設けられるカップ 7 0 と、カップ 7 0 内に配置される例えば温調加熱プレートであるサセプタ 6 2 S と、サセプタ 6 2 S に保持されるウエハ W の表面に溶剤気体に供給する溶剤供給ノズル 8 3 とを有している。

【 0 0 2 7 】

カップ 7 0 は、図 5 に示すように、互いにほぼ同心円状に配置されるアウターカップ 7 0 a およびインナーカップ 7 0 b を有している。カップ 7 0 の底部には開口部が設けられ、この開口部には、溶剤処理室 6 2 の底部を貫通する排気管 5 1 が接続されている。排気管 5 1 は図示しない排気システムと接続されており、排気システムにより、アウターカップ 7 0 a とサセプタ 6 2 S との間の隙間から、アウターカップ 7 0 a とインナーカップ 7 0 b の間を通して排気管 5 1 から排気されるような空気の流れが形成される。これにより、後述する溶剤気体が溶剤処理室 6 2 から排気される。

20

【 0 0 2 8 】

サセプタ 6 2 S は、ほぼ水平に維持され、ウエハ W の直径とほぼ同じ直径を有する上面を有し、ここにウエハ W が載置される。サセプタ 6 2 S には 3 つの貫通孔が設けられ、ウエハ W をサセプタ 6 2 S 上に載置し、サセプタ 6 2 S から持ち上げるため、対応する貫通孔を通して上下動する 3 つ昇降ピン 6 2 P が設けられている。また、サセプタ 6 2 S には、例えば電熱線などにより形成される加熱部 6 2 H (図 5) が内蔵されている。加熱部 6 2 H には、図示しない電源、温度測定部、および温度調整器などが接続されており、これらにより、サセプタ 6 2 S およびその上に載置されるウエハ W を所定の温度で加熱することができる。また、サセプタ 6 2 S は静電チャックを有し、これによりサセプタ 6 2 S 上のウエハ W を保持すると好ましい。

30

【 0 0 2 9 】

再び図 4 を参照すると、溶剤処理室 6 2 内において、カップ 7 0 の - X 方向側には、Y 方向に沿って延びるレール 8 0 が設けられている。レール 8 0 の一端はカップ 7 0 の - Y 方向側に位置し、他端はカップ 7 0 の + Y 方向側に位置している。レール 8 0 上には、例えばリニアモータを含む駆動部 8 2 が往復可能に配置されており、駆動部 8 2 にはアーム 8 1 が取り付けられている。アーム 8 1 の先端には、ウエハ 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 8 3 が取り付けられている。このような構成により、溶剤供給ノズル 8 3 は、駆動部 8 2 により駆動されて、サセプタ 6 2 S 上を通過するように移動できる。また、溶剤供給ノズル 8 3 の移動は、例えば駆動部 8 2 の動作を制御する駆動制御部 8 4 により制御されており、この駆動制御部 8 4 によって、溶剤供給ノズル 8 3 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 8 2 は、例えばアーム 8 1 を上下動させるシリンダなどを備え、溶剤供給ノズル 8 3 の高さを調整することができる。

40

【 0 0 3 0 】

溶剤供給ノズル 8 3 は X 方向に沿った細長形状を有しており、溶剤供給ノズル 8 3 の一

50

端（アーム 8 1 との取り付け部）は、サセプタ 6 2 S の - X 方向側に位置し、他端はサセプタ 6 2 S の + X 方向側に位置している。また、図 6 に示すように、溶剤供給ノズル 8 3 の下面には、長手方向の一端から他端に亘って吐出部 8 5 が形成されている。吐出部 8 5 には、溶剤供給ノズル 8 3 の長手方向に沿って、吐出部 8 5 の下面に開口する複数の吐出口 8 6 が形成されている。これらの吐出口 8 6 は、溶剤供給ノズル 8 3 の内部の導管に連通し、この導管は、溶剤供給ノズル 8 3 の上部に接続される溶剤供給管 8 8 と連通している。溶剤供給管 8 8 は、図 4 に示すように溶剤気体供給源 8 7 に接続されている。このような構成により、溶剤供給ノズル 8 3 は、溶剤気体供給源 8 7 からの溶剤気体を溶剤供給管 8 8 から導入し、導入した溶剤気体を下面の吐出口 8 6 から下方に向けて均等に吐出できる。

10

【 0 0 3 1 】

図 5 に詳細に示すように、溶剤気体供給源 8 7 は、例えば溶剤供給管 8 8 に接続され液体溶剤が貯留された貯留タンク 9 0 と、貯留タンク 9 0 内にキャリアガスを供給するキャリアガス供給管 9 1 とを備えている。キャリアガス供給管 9 1 から貯留タンク 9 0 の液体溶剤内にキャリアガスを供給すること（バブリングすること）によって溶剤の蒸気を含むキャリアガス（以下、溶剤気体という）を溶剤供給管 8 8 内に圧送することができる。これにより、溶剤気体が溶剤供給管 8 8 を通って溶剤供給ノズル 8 3 に供給される。貯留タンク 9 0 内に貯留される溶剤（第 1 の溶剤）としては、ベンゼン環を含有する溶剤を使用することができる。具体的には、この溶剤はフェノール類に属する溶剤であって良い。より具体的には、この溶剤は、フェノール、o - メチルフェノール、m - メチルフェノール（m - クレゾール）、p - メチルフェノール、1 - ナフトール、2 - ナフトール、1, 2 - ジヒドロキシベンゼン、1, 3 - ジヒドロキシベンゼン、1, 4 - ジヒドロキシベンゼン、1, 2, 3 - トリヒドロキシベンゼン、o - エチルフェノール、m - エチルフェノール、p - エチルフェノール、2, 3 - ジメチルフェノール、2, 4 - ジメチルフェノール、2, 5 - ジメチルフェノール、2, 6 - ジメチルフェノール、2, 3, 4 - トリメチルフェノール、2, 3, 5 - トリメチルフェノール、2, 3, 6 - トリメチルフェノール、2, 4, 6 - トリメチルフェノール、2, 4, 5 - トリメチルフェノール、o - ニトロフェノール、m - ニトロフェノール、p - ニトロフェノール、o - プロモフェノール、m - プロモフェノール、p - プロモフェノール、p - フルオロフェノール、p - クロロフェノール、p - ヨードフェノール、p - アミノフェノール、アニソールのいずれかであって良く、これらの混合液であっても良い。また、上述のキャリアガスとしては、ヘリウム（He）やアルゴン（Ar）などの不活性ガスや窒素ガスを利用することができる。

20

30

【 0 0 3 2 】

また、溶剤供給管 8 8 には、溶剤気体の流量を検出する流量センサ 9 2 と、流量を調節するバルブ 9 3 が設けられている。流量センサ 9 2 で検出された検出結果は、流量制御部 9 4（図 5）に出力され、流量制御部 9 4 は、当該検出結果に基づいてバルブ 9 3 の開閉度を調整することにより、溶剤供給ノズル 8 3 へ供給する溶剤気体の流量を調整することができる。

【 0 0 3 3 】

予備室 6 4 には、ウエハ W を支持して搬送する搬送アーム 6 4 A が設けられている。搬送アーム 6 4 A は、ガイドレール 6 4 により移動可能に支持され（図 5）、図示しない駆動装置によりガイドレール 6 6 に沿って図中の Y 方向に往復移動することができる。また、搬送アーム 6 4 P は、2 つのスリット部を有しており、これらを通して、3 つの昇降ピン 6 4 P が上下動することができる。昇降ピン 6 4 P の上下動により、ウエハ W が搬送アーム 6 4 A 上に載置され、搬送アーム 6 4 A から持ち上げられる。本実施形態では、搬送アーム 6 4 A の内部には、流体が流れる導管が形成されており、図示しない流体循環器から温度調整された流体を流すことができる。これにより、搬送アーム 6 4 A 上に載置されるウエハ W を冷却することができる。また、上述のように、搬送アーム 6 4 A は、昇降ピン 6 4 P の上下動を許容するスリット部を除いた広い範囲でウエハ W に接することができるため、効率よくウエハ W を冷却することが可能である。

40

50

【0034】

また、予備室64は、処理ステーション3の主搬送装置13に面する仕切弁GV2を有している。仕切弁GV2を開くと、主搬送装置13によってウエハWを予備室64内へ搬入し、予備室64から搬出することができる。仕切弁GV2を閉じると、予備室64を気密に維持することができる。

【0035】

さらに、図4および図5を参照すると、予備室64には、天井部に近くにおいて仕切弁GV1に沿って延在する紫外線ランプUVが設けられている。紫外線ランプUVは、約150nmから約450nmまでの範囲に含まれる波長成分を有する紫外域光を発すると好ましい。約150nmよりも短い波長を有する光をレジスト膜に照射すると、レジストの骨格構造が破壊される可能性があり、約450nmよりも長い波長を有する光をレジスト膜に照射してもエネルギーが低く、後述する効果が得られないためである。具体的には、紫外線ランプUVは、172nmの紫外域光を発するキセノン(Xe)エキシマランプまたは193nmの紫外域光を発するアルゴンフッ素(ArF)エキシマランプなどの単一波長光源であって良い。また、紫外線ランプUVは、キセノン・水銀ランプ、高圧水銀灯、低圧水銀灯、およびメタルハライドランプなどと所定のフィルターとを用いて構成されても良い。これによれば、紫外線ランプUVからは、広い発光スペクトルを有する光が発せられることとなるが、この場合であっても、発光スペクトルの一部が約150nmから約450nmにあれば良い。図示のとおり配置される紫外線ランプUVによれば、ウエハWが搬送アーム64Aによって予備室64から溶剤処理室62へ搬入される際に、ウエハWに対して紫外域光を照射することができる。なお、紫外線ランプUVは、予備室64の天井部近くにおいて仕切弁GV2に沿って延在するように設けても良い。これによれば、ウエハWが主搬送装置13によって予備室64へ搬入される際に、ウエハWに対して紫外域光を照射することができる。また、ウエハWに対して紫外域光を照射することができる限り、搬送アーム64Aの上方に一または複数のキセノンエキシマランプ等を配置しても良い。特に、複数のキセノンエキシマランプ等を配置すれば、紫外域光をウエハWの全体に照射することができ、有用である。さらに、紫外線ランプUVを予備室64内でY方向に移動可能とし、紫外線ランプUVを移動しながら、搬送アーム64A上のウエハWに対して紫外域光を照射しても良い。

【0036】

次に、本実施形態による、レジスト膜処理装置60を備えるレジスト塗布現像装置1の動作(レジスト塗布現像方法)について説明する。

まず、ウエハ搬送体7(図1)によって、カセットCから未処理のウエハWが1枚取り出され、第3の処理装置群G3のエクステンション装置32(図3)に搬送される。次にウエハWは、主搬送装置13によって第3の処理装置群G3のアドヒージョン装置31に搬入され、ウエハWに対するレジスト液の密着性を向上させるため、ウエハWに例えばHMDSが塗布される。次に、ウエハ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、ウエハW上にArF用のレジスト液が回転塗布され、ArF用レジスト膜が形成される。

【0037】

ArF用レジスト膜が形成されたウエハWは、主搬送装置13によってレジスト塗布装置17からプリベーキング装置33に搬送され、ウエハWに対してプリベーキングが行われる。次いで、ウエハWは、主搬送装置13によりエクステンション・クーリング装置41に搬送されて冷却される。さらに、ウエハWは、ウエハ搬送体50によって、周辺露光装置51、露光装置5に順次搬送され、各装置で所定の処理が行われる。露光装置5において、ArF用レジスト膜が所定のフォトマスク(レチクル)を通してArFエキシマレーザにより露光された後、ウエハWは、ウエハ搬送体50により第4の処理装置群G4のエクステンション装置42に搬送される。

【0038】

その後、そのウエハWは、主搬送装置13によって、ポストエクスポージャーベーキン

10

20

30

40

50

グ装置 4 4 に搬送されてポストエクスポージャーベークが行われ、クーリング装置 4 3 に搬送されて冷却される。次いで、ウエハ W は、主搬送装置 1 3 により、第 1 の処理装置群 G 1 または第 2 の処理装置群 G 2 の現像処理装置 1 8 に搬送され、ここで、ウエハ W に対して現像処理が行われる。これにより、ウエハ W 上にはパターン化されたレジスト膜（レジストマスク）が形成される。

【 0 0 3 9 】

現像処理が終了した後、ウエハ W は、主搬送装置 1 3 により、レジスト膜処理装置 6 0（図 4 及び図 5）に搬送される。具体的には、仕切弁 G V 2（図 4）が開き、主搬送装置 1 3 によりウエハ W が予備室 6 4 内へ搬入され、搬送アーム 6 4 A および昇降ピン 6 4 P の上方でウエハ W が維持される。次に、昇降ピン 6 4 P が上昇して、主搬送装置 1 3 からウエハ W を受け取り、主搬送装置 1 3 が予備室 6 4 から退出した後、昇降ピン 6 4 P が下降し、これによりウエハ W が搬送アーム 6 4 A の上に載置される。仕切弁 G V 2 が閉まった後、ウエハ W が予備室 6 4 から溶剤処理室 6 2 へ搬送される。具体的には、予備室 6 4 に設けられた紫外線ランプ U V が点灯された後、予備室 6 4 と溶剤処理室 6 2 との間の仕切弁 G V 1 が開き、搬送アーム 6 4 A がガイドレール 6 6 に沿って移動して、ウエハ W を溶剤処理室 6 2 内へ搬入し、サセプタ 6 2 S の上方でウエハ W を保持する。

【 0 0 4 0 】

上記のように、予備室 6 4 から溶剤処理室 6 2 へ搬送されるウエハ W に対して、紫外線ランプ U V から紫外域光（例えば 1 7 2 nm または 1 9 3 nm）が照射されるため、ウエハ W 上のパターン化された A r F 用レジスト膜が化学的に活性化される。具体的には、図 7（a）および図 7（b）に示すように、ウエハ W 上のパターン化された A r F 用レジスト膜中の終端基としてのアダマンチル基かつ/またはラクトン基が紫外域光により分解し、当該レジストの末端は H 原子により終端される。

【 0 0 4 1 】

次いで、溶剤処理室 6 2 の昇降ピン 6 2 P が上昇して搬送アーム 6 4 A からウエハ W を受け取り、搬送アーム 6 4 A が溶剤処理室 6 2 から退出した後、昇降ピン 6 2 P が下降して、ウエハ W をサセプタ 6 2 S 上に載置する。この後、仕切弁 G V 1 が閉まる。

【 0 0 4 2 】

次いで、サセプタ 6 2 S に内蔵された加熱部 6 2 H により、ウエハ W が例えば約 4 0 から約 1 0 0 までの温度範囲の温度、好ましくは約 7 0 で例えば約 6 0 秒間加熱される。これにより、上述のアダマンチル基やラクトン基の分解と酸性化が促進される。また、このとき、排気システムによりカップ 7 0 内の排気が行われており、これにより、溶剤処理室 6 2 内はパージされている。

【 0 0 4 3 】

続いて、溶剤供給ノズル 8 3 が図 5 の矢印 A に示すように - Y 方向に移動し始める。溶剤供給ノズル 8 3 がカップ 7 0 の外方からウエハ保持部 6 0 a の一端の上方に到達すると、例えばカップ 7 0 の排気が一旦停止され、溶剤供給ノズル 8 3 から一定流量の溶剤気体が吐出口 8 6 から吐出され始める。この後、溶剤供給ノズル 8 3 は、溶剤気体を吐出しながら、一定速度でウエハ W の他端側（- Y 方向）に移動し、これにより、ウエハ W 上のパターン化されたレジスト膜が溶剤気体に晒される。そして、溶剤供給ノズル 8 3 がウエハ保持部 6 0 a の - Y 方向側の端の上方まで移動すると、折り返してウエハ W の他端から一端に（+ Y 方向に）移動する。こうして、溶剤供給ノズル 8 3 がウエハ W 上を往復移動し、ウエハ W 上のレジスト膜の表面に溶剤気体が供給される。溶剤気体の供給時間は、例えば約 4 0 秒であって良い。

【 0 0 4 4 】

レジスト膜が溶剤気体に晒されると、レジスト膜中に溶剤気体中の溶剤分子が取り込まれ、図 7（c）に示すように、レジストの終端に溶剤分子中のベンゼン環が結合する。すなわち、レジスト中にベンゼン環が取り込まれることとなり、これにより、当該レジストのエッチング耐性が向上される。なお、溶剤供給ノズル 8 3 の移動速度、溶剤気体の供給量などは、予備実験等を通して決定すると好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

溶剤供給ノズル 8 3 が往復移動し終わると、溶剤気体の供給が停止され、カップ 7 0 の排気が再開される。

この後、ウエハ W は、搬送アーム 6 4 A により、溶剤処理室 6 2 から予備室 6 4 へ搬出され、次いで、主搬送装置 1 3 により、第 4 の処理装置群 G 4 のポストベーキング装置 4 7 に搬送されて、ここで、ポストベーキングが行われる。続けて、ウエハ W は、主搬送装置 1 3 により第 4 の処理装置群 G 4 のクーリング装置 3 0 に搬送されて冷却され、その後、エクステンション装置 3 2 を介してもとのカセット C に戻されて、ウエハ W に対する一連のレジスト塗布 / 露光 / 現像を含む処理プロセスが終了する。

【 0 0 4 6 】

以上説明したように、本発明の実施形態によるレジスト塗布現像方法によれば、パターン化された A r F 用レジスト膜に対して紫外域光を照射し、加熱し、フェノール類を含む溶剤気体を供給するため、A r F 用レジスト膜中の終端基としてのアダマンチル基かつ / またはラクトン基をベンゼン環に置換することができる。したがって、A r F 用レジスト膜のエッチング耐性を向上することができる。

【 0 0 4 7 】

また、本発明の実施形態によるレジスト塗布現像装置によれば、予備室 6 4 に設けられた紫外線ランプ U V より、パターン化された A r F 用レジスト膜を有するウエハ W に対して紫外域光を照射することができ、溶剤処理室 6 2 内のサセプタ 6 2 S 内に内蔵される加熱部 6 2 H により、当該ウエハ W を加熱することができ、溶剤供給ノズル 8 3 等により、当該ウエハ W にフェノール類を含む溶剤気体を供給することができる。したがって、本発明の実施形態によるレジスト塗布現像方法を好適に実施することができ、よって、A r F 用レジスト膜のエッチング耐性を向上することができる。

【 0 0 4 8 】

次に、図 8 を参照しながら、本発明の実施形態によるレジスト塗布現像装置に設けられたレジスト膜処理装置 6 0 の変形例について説明する。図 8 (a) および図 8 (b) は、それぞれ、変形例のレジスト膜処理装置の概略上面図および概略側面図である。

【 0 0 4 9 】

図示のとおり、このレジスト膜処理装置は、上述のレジスト膜処理装置 6 0 における予備室 6 4 に相当する部分を有しておらず、溶剤処理室 6 2 に対応する溶剤処理室 6 2 0 のみを有し、溶剤処理室 6 2 0 に紫外線ユニット 9 5 が設けられている。また、溶剤処理室 6 2 0 には、開口 6 2 0 b が形成されており、これを通して、主搬送装置 1 3 によりウエハ W が溶剤処理室 6 2 0 へ搬入され、溶剤処理室 6 2 0 から搬出される。また、開口 6 2 0 b に対して開閉扉 6 2 0 c が設けられ、これにより、開口 6 2 0 b が開閉される。これらを除くと、変形例のレジスト膜処理装置は、上述のレジスト膜処理装置 6 0 と同一の構成を有している。

【 0 0 5 0 】

図 8 (b) に示すように、紫外線ユニット 9 5 は、溶剤処理室 6 2 0 の筐体 6 2 0 a のうちサセプタ 6 2 S の上方に相当する部分に形成された開口部に対してシール部材を介して気密に設けられる窓 9 5 a と、窓 9 5 a の上方に配置される複数の紫外線ランプ 9 5 b と、窓 9 5 a および紫外線ランプ 9 5 b を覆うケーシング 9 5 c とを有している。窓 9 5 a は、紫外線ランプ 9 5 b が発する紫外域光を透過する透明な材料により形成され、具体的には、石英ガラスにより形成されると好ましい。紫外線ランプ 9 5 b は、例えば、172 nm の紫外域光を発するキセノン (X e) エキシマランプまたは 193 nm の紫外域光を発するアルゴンフッ素 (A r F) エキシマランプなどであって良い。ケーシング 9 5 c の内面には紫外線ランプ 9 5 b からの紫外域光を反射してウエハ W に照射するリフレクタ (図示せず) を有していると好ましい。なお、ケーシング 9 5 c 内を例えば窒素ガスでパージするように、窒素ガス供給系を設けても良い。

【 0 0 5 1 】

以上のように構成されたレジスト膜処理装置 (溶剤処理室 6 2 0) を含むレジスト塗布

10

20

30

40

50

現像装置においては、露光され現像されてパターン化されたA r F用レジスト膜を有するウエハWが主搬送装置13によって溶剤処理室620内へ搬入されて、サセプタ62S上に載置される。次に、サセプタ62S上のウエハWに対して紫外線ユニット95から紫外域光が所定の時間照射される。次いで、ウエハWは、サセプタ62S内の加熱部62Hにより、例えば約40 から約100 までの温度範囲の温度、好ましくは約70 で例えば約60秒間加熱される。続けて、溶剤供給ノズル83がY方向に往復移動しつつ、溶剤気体がウエハW上のA r F用レジスト膜へ供給され、当該レジスト膜が溶剤気体に晒される。その後、溶剤処理室620から搬出されて、第4の処理装置群G4のポストベーキング装置47に搬送されて、ここでポストベーキングが行われる。続けて、ウエハWは、主搬送装置13により第4の処理装置群G4のクーリング装置30(図3)に搬送されて冷却され、その後、エクステンション装置32を介してもとのカセットC(図1)に戻される。

10

【0052】

上述のとおり、変形例のレジスト膜処理装置(溶剤処理室620)によれば、溶剤処理室620に設けられた紫外線ユニット95により、パターン化されたA r F用レジスト膜を有するウエハWに対して紫外域光を照射することができ、溶剤処理室620内のサセプタ62S内に内蔵される加熱部62Hにより、当該ウエハWを加熱することができ、溶剤供給ノズル83等により、当該ウエハWにフェノール類を含む溶剤気体を供給することができる。したがって、A r F用レジスト膜のエッチング耐性を向上することができる。

【0053】

また、溶剤処理室620によれば、紫外線ユニット95からウエハWに対して紫外域光を照射すると同時に、ウエハWを加熱することができる。これにより、紫外域光によるアダマンチル基かつ/またはラクトン基の分解が、熱により促進されるため、アダマンチル基かつ/またはラクトン基と置換するベンゼン環を増やすことが可能となる。また、ウエハWに対する紫外域光の照射、ウエハWの加熱、およびウエハWへの溶剤気体の供給を同時に行っても良い。さらに、ウエハWに対する紫外域光の照射よりも先に、ウエハWの加熱かつ/または溶剤気体の供給を開始しても良い。さらにまた、溶剤の蒸気圧等により、溶剤気体(溶剤分子)がA r F用レジスト膜に吸着した状態で、そのレジスト膜に紫外域光を照射できるのであれば、始めに溶剤気体を供給し、供給を停止した後に、ウエハWに対して紫外域光を照射しても構わない。

20

30

<実験例>

次に、上述のレジスト塗布現像方法の効果を確認するために行った実験と、その結果について説明する。

【0054】

まず、レジスト塗布現像装置1により、ウエハ上にA r F用レジスト膜(厚さ約300nm)を形成し、このレジスト膜に対して、所定のパターンを有するフォトマスクを通してA r Fエキシマレーザ光を照射してA r F用レジスト膜を露光し、現像してパターン化されたレジスト膜を得る工程までを行った。

【0055】

次に、このウエハをレジスト塗布現像装置1の処理ステーション3に配置された溶剤処理室620(図8)へ搬送し、サセプタ62S上に載置した。続けて、ウエハ(パターン化されたレジスト膜)に対して紫外線ユニット95から172nmの波長を有する単波長紫外域光を照射した。このときの紫外域光の強度は約36mW/cm²とし、照射時間は約5秒とした。

40

【0056】

紫外域光の照射を終えた後、サセプタ62S内の加熱部62Hにより、ウエハを70まで昇温し、約60秒間そのまま維持し、ウエハを加熱した。

次いで、貯留タンク90(図8(b))に貯留したm-メチルフェノール(m-クレゾール)を窒素ガスでバブリングし、溶剤供給ノズル83からm-クレゾールを含む溶剤気体をウエハに吹き付けて、パターン化されたレジスト膜を溶剤気体に晒した。溶剤気体を

50

吹き付けた時間（溶剤供給ノズル83の往復時間）は、約40秒とした。また、窒素ガスの供給量は4500 s c c mとし、貯留タンク90内のm-クレゾールの温度は約23とした。

【0057】

この後、加熱部62Hにより、ウエハを約60℃まで再び昇温し、約60秒間そのまま維持した。この加熱は必ずしも行う必要はないが、これにより、ウエハ（パターン化されたレジスト膜）に吸着したm-クレゾールが蒸発され、クレゾール臭を除去することができる。

この後、所定の経路を通してレジスト塗布現像装置1からウエハを取り出し、FT-IR (ATR)法による評価を行った。

10

図9(a)から図9(b)は、上記のウエハについてのFT-IR測定結果を示すグラフである。これらのグラフにおいて矢印Aaで示すピークは、レジスト膜中の芳香族炭化水素の伸縮振動に由来しており、これにより、当該レジスト膜中にベンゼン環が取り込まれていることが確認された。なお、図9(a)の矢印Ahで示すピークは、炭素-水素結合の伸縮振動に由来し、図9(b)の矢印Aoで示すピークは、炭素-酸素間の二重結合に由来している。

【0058】

また、上記と同じ条件で、ArF用レジスト膜を形成し、露光および現像までを行い、レジスト膜処理を行わずに比較用のウエハを用意し、エッチング試験を行った。具体的には、上記のFT-IR測定の対象としたウエハと、比較用のウエハとについて、CF₄/O₂混合ガスを用い同じエッチング同じ条件でレジスト膜をエッチングし、エッチング前後の膜厚とエッチング時間とからエッチングレートを算出した。その結果、比較用のウエハのエッチングレートは約278.0 nm/minであったのに対し、上述のレジスト膜処理を行ったレジスト膜では約276.3 nm/minへと低減された。これにより、エッチング耐性を向上できることが理解される。

20

【0059】

以上、本発明の実施形態および変形例を参照しながら、本発明を説明したが、本発明は上述の実施形態および変形例に限定されることなく、添付の特許請求の範囲に照らし、種々に変更することが可能である。

【0060】

30

例えば、本発明の実施形態によるレジスト塗布現像装置1は、レジスト膜処理装置60または変形例のレジスト膜処理装置（溶剤処理室620）の代わりに、ウエハWを収容し加熱する、例えばホットウォール型のオープンであって、内部に溶剤気体を供給可能なものを有しても良い。このようなレジスト塗布現像装置では、パターン化されたArF用レジスト膜に対して紫外域光を照射した後、ウエハWをこのオープンへ搬入し、密閉された溶剤気体雰囲気下でウエハWを加熱することができる。これによれば、溶剤気体も加熱されるため、溶剤気体によってウエハWが冷やされることがなく、加熱の効果を向上することができる。さらに、このオープンが、内部の圧力を常圧より高い圧力にまで加圧できるよう構成されていると好ましい。ウエハWの加熱中にオープンの内部を溶剤気体で加圧すれば、アダマンチル基かつ/またはラクトン基と置換するベンゼン環を更に増加することが可能となる。

40

【0061】

また、ウエハWを真空チャンバに搬入し、真空チャンバに挿入されたノズル、または真空チャンバに形成された微小開口を通して溶剤を減圧雰囲気中へ導入することにより、ウエハWに対して溶剤を噴霧しても良い。また、例えば超音波アトマイザーを用いて、ウエハWに対して常圧雰囲気下で溶剤を噴霧しても良い。

【0062】

なお、本発明の実施形態によるレジスト塗布現像方法およびレジスト塗布現像方法は、ArF用レジストに限らず、i線用のレジストやKrF用レジストを始めとする種々のレジストに対して適用することができる。これは、ArF用レジスト以外のレジストにおい

50

ても、例えばラクトン基をベンゼン環で置換することによりベンゼン環を増やすことができ、よって、エッチング耐性の向上を図れるためである。

【0063】

また、上記の説明中の温度や時間等は例示に過ぎず、最適な温度や時間等は予備実験等を通して決定すべきことは勿論である。

さらに、上述のレジスト膜処理装置60または変形例のレジスト膜処理装置(溶剤処理室620)は、レジスト塗布現像装置1の処理ステーション3に配置されていたが、インターフェイス部4に配置されても良く、レジスト塗布現像装置1の外部に独立に設け、所定の搬送機構によりレジスト塗布現像装置1との間でウエハWの受け渡しを行うようにしても良い。

10

【0064】

また、レジスト膜が形成される基板は、半導体ウエハに限らずフラットパネルディスプレイ(FPD)用の基板であっても良く、したがって、本発明の実施形態によるレジスト塗布現像方法およびレジスト塗布現像方法は、FPD製造工程において使用されても良い。

【符号の説明】

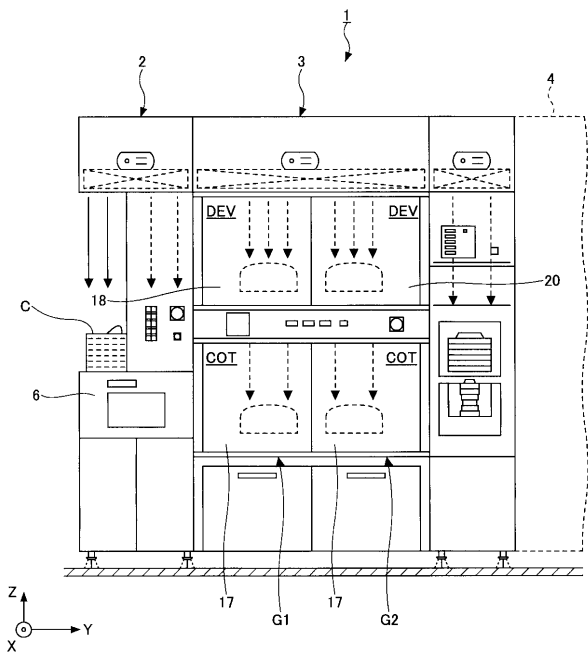
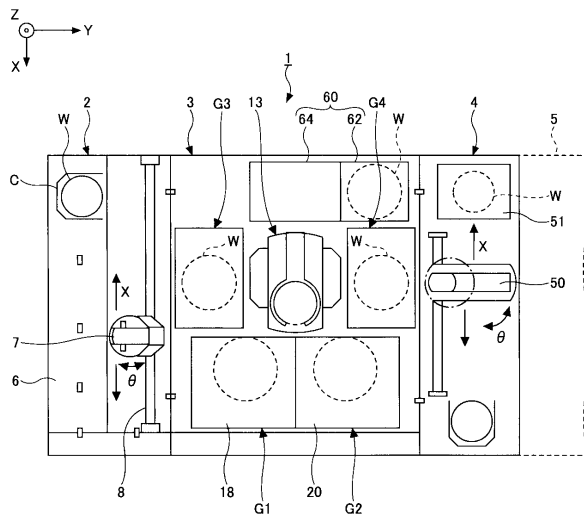
【0065】

1・・・レジスト塗布現像装置、2・・・カセットステーション、3・・・処理ステーション、4・・・インターフェイス部、G1～G4・・・第1から第4の処理装置群、13・・・主搬送装置、50・・・ウエハ搬送体、60・・・レジスト膜処理装置、62, 620・・・溶剤処理室、64・・・予備室、70・・・カップ、62S・・・サセプタ、62H・・・加熱部、83・・・溶剤供給ノズル、87・・・溶剤気体供給源、90・・・貯留タンク、91・・・キャリアガス供給管、64A・・・搬送アーム64A、UV・・・紫外線ランプUV、95・・・紫外線ユニット、95a・・・窓、95b・・・紫外線ランプ95b。

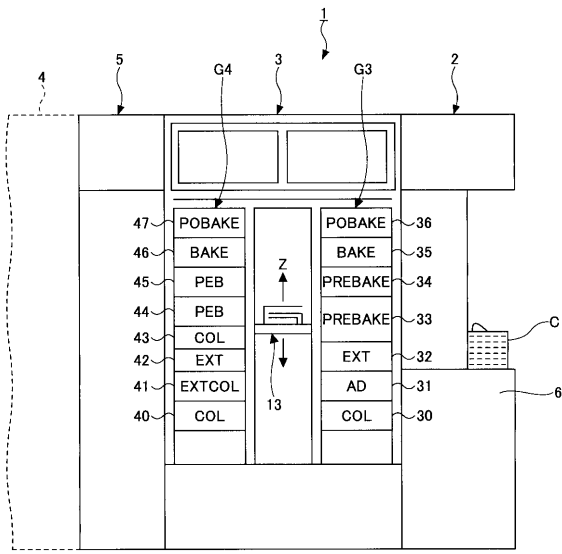
20

【図1】

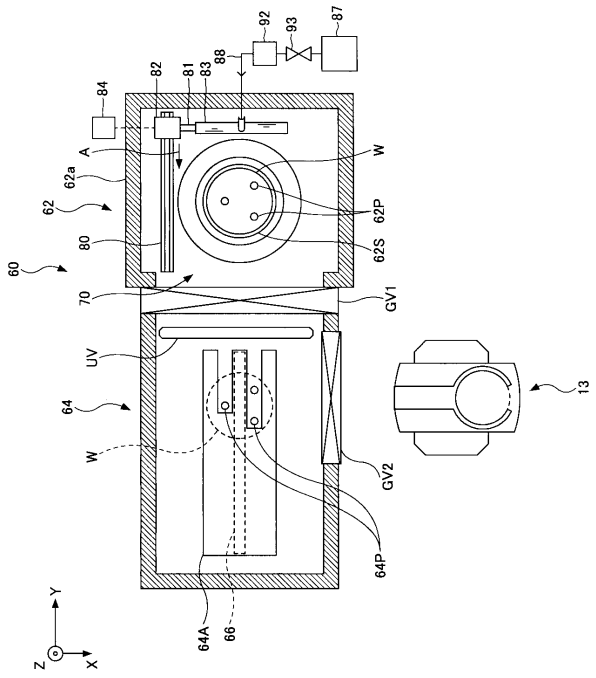
【図2】



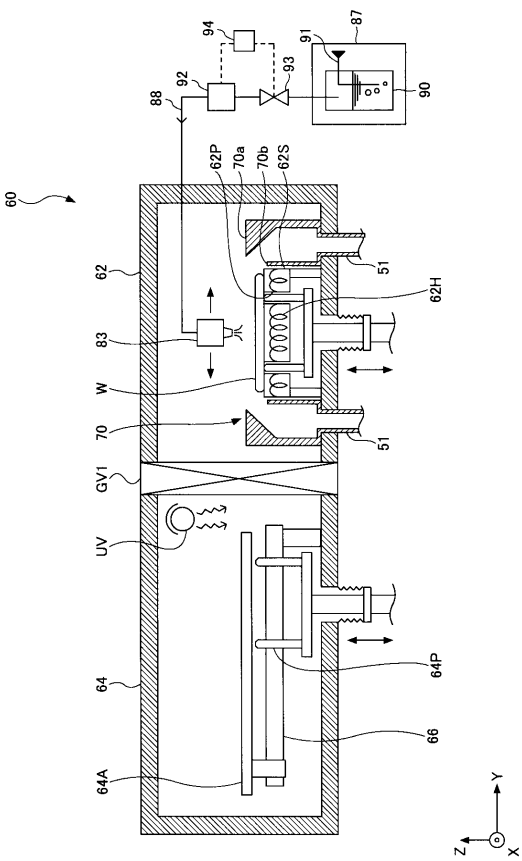
【 図 3 】



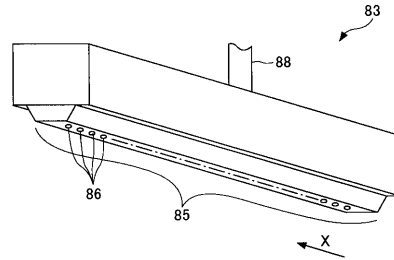
【 図 4 】



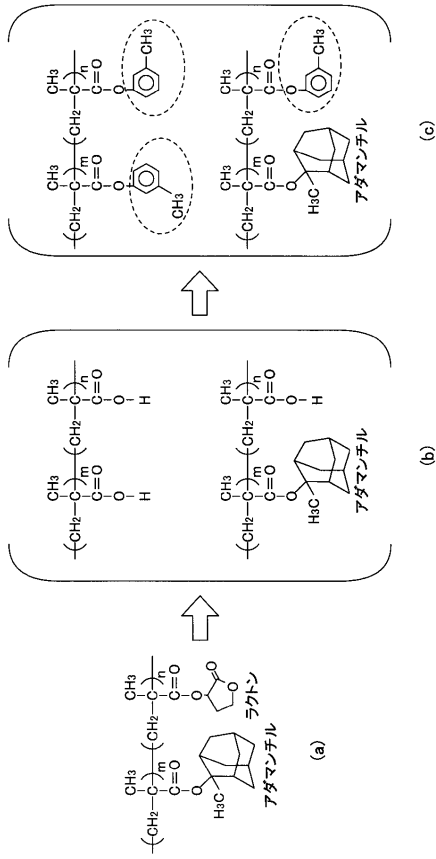
【 図 5 】



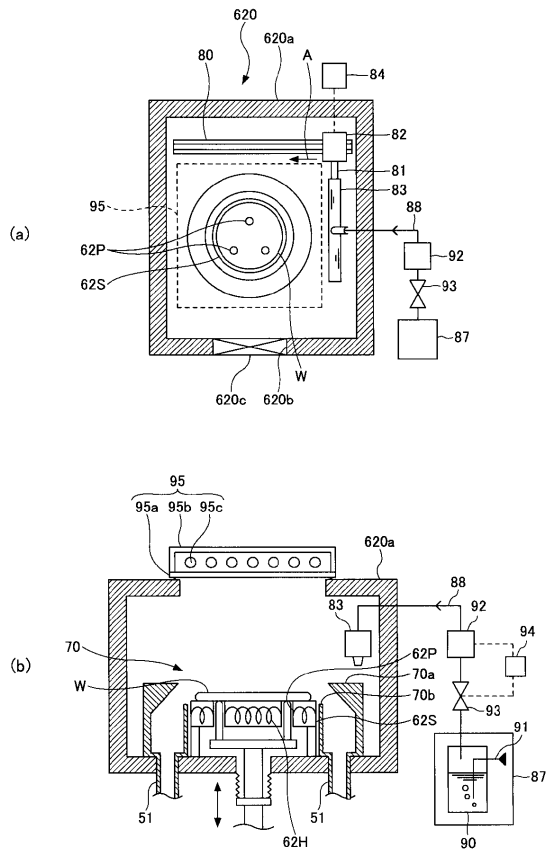
【 図 6 】



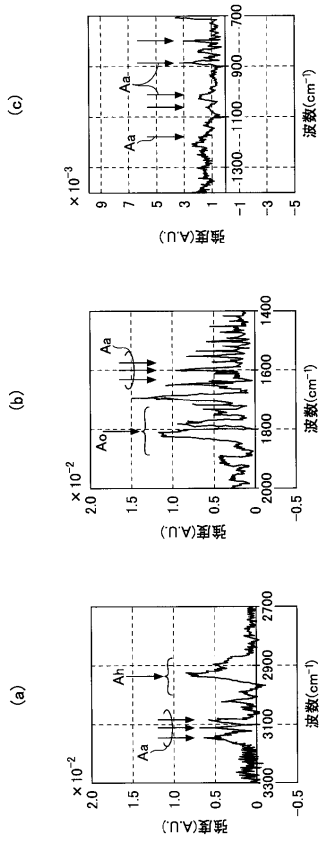
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-333340(JP,A)
特開平04-111423(JP,A)
特開平10-326020(JP,A)
特開2001-176795(JP,A)
特開平06-069118(JP,A)
特開2010-091638(JP,A)
特開2005-019969(JP,A)
特開2002-139849(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03F 7/40