

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-177458
(P2010-177458A)

(43) 公開日 平成22年8月12日(2010.8.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 6 4 C	5 F 0 4 6
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 6 9 C	5 F 1 5 7
	HO 1 L 21/304 6 4 3 A	
	HO 1 L 21/304 6 4 3 C	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-18575 (P2009-18575)
(22) 出願日 平成21年1月29日 (2009. 1. 29)

(71) 出願人 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 100091513
弁理士 井上 俊夫
(74) 代理人 100133776
弁理士 三井田 友昭
(72) 発明者 藤村 浩二
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 増永 隆宏
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
Fターム(参考) 5F046 JA02 LA04

最終頁に続く

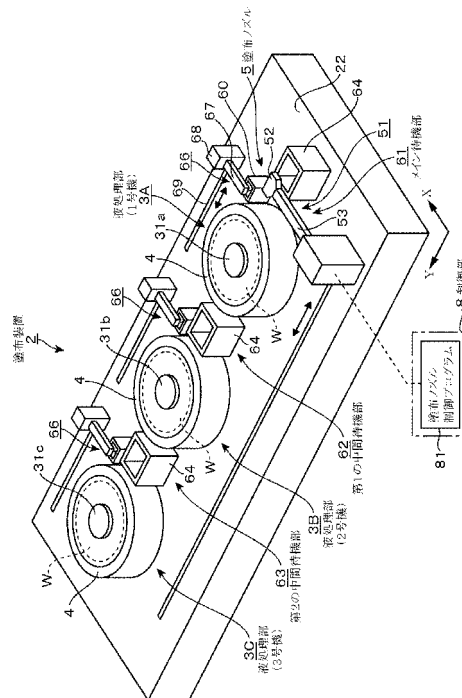
(54) 【発明の名称】 液処理装置

(57) 【要約】

【課題】 塗布ノズルから基板への液垂れの発生を抑えること。

【解決手段】 前記塗布ノズル5が待機するために、互いに隣接する液処理部3A~3C同士の間で中間待機位置62, 63を設定し、各液処理部3A~3Cに搬入されたウエハWに対して塗布液の供給を行うために、予め決められたウエハWの搬入順序に沿って、前記塗布ノズル5を各液処理部3A~3Cの塗布位置に順次移動させると共に、塗布液の供給が終了した第1の液処理部と、次に塗布液の供給を行う第2の液処理部との間に、塗布液の供給が行われたウエハWが置かれた第3の液処理部が介在するときには、そのウエハWが当該第3の液処理部から搬出されるまで、前記第1の液処理部と第3の液処理部との間の中間待機位置で前記塗布ノズル5を待機させるようにその駆動を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板を水平に保持して、鉛直軸回りに回転させると共に、外部の搬送手段との間で基板の受け渡しを行う基板保持部を各々備え、横方向に一列に配列された n (n は3以上の整数)個の液処理部と、

前記各基板保持部に保持された基板の表面に塗布液を供給するために、これら n 個の液処理部に共通に設けられた塗布ノズルと、

前記塗布ノズルを、各液処理部における基板に塗布液を供給する塗布位置と、当該塗布ノズルが待機するために、互いに隣接する液処理部同士の間を設定された($n-1$)個の中間待機位置と、を通るように移動させる駆動機構と、

各液処理部に搬入された基板に対して塗布液の供給を行うために、予め決められた基板の搬入順序に沿って、前記塗布ノズルを各液処理部の塗布位置に順次移動させると共に、塗布液の供給が終了した第1の液処理部と、次に塗布液の供給を行う第2の液処理部との間に、塗布液の供給が行われた基板が置かれた第3の液処理部が介在するときには、その基板が当該第3の液処理部から搬出されるまで、前記第1の液処理部と第3の液処理部との間の中間待機位置で前記塗布ノズルを待機させるように前記駆動機構を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする液処理装置。

【請求項 2】

前記各液処理部への基板の搬入は、一列に配列された液処理部の一方から他方に向かって順番に行われることを特徴とする請求項1記載の液処理装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記塗布ノズルを、各液処理部に搬入された基板に対して塗布液の供給を行うために、液処理部の一方から他方に向けて各液処理部の塗布位置に往路方向に順次移動させ、次いで液処理部の他方から一方に向けて、液処理部を跨いで前記中間待機位置毎に停止させながら復路方向に移動させるように前記駆動機構を制御することを特徴とする請求項2記載の液処理装置。

【請求項 4】

前記塗布ノズルを前記復路方向において中間待機位置同士の間で移動させるときの塗布ノズルの移動速度は、当該塗布ノズルを往路方向において移動させるときの移動速度よりも大きいことを特徴とする請求項3記載の液処理装置。

【請求項 5】

前記一列に配列された液処理部の端には、前記液処理部のいずれかにロットの1番目の基板が搬入される前に、塗布ノズルを待機させるメイン待機部が設けられることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一つに記載の液処理装置。

【請求項 6】

前記塗布ノズルに設けられ、塗布液を吐出していないときに塗布ノズルの先端部から塗布液を引き込むためのサックバックバルブと、

前記中間待機位置にて待機する塗布ノズルの先端部を撮像する撮像手段と、

この撮像手段による撮像結果に基づいて、前記先端部からの塗布液の液垂れの発生を判断する判断手段と、を備え

前記判断手段により塗布液の液垂れが発生したと判断されたときに、前記サックバックバルブによって塗布液を引き込むことを特徴とする請求項1ないし5のいずれか一つに記載の液処理装置。

【請求項 7】

前記中間待機位置には、塗布ノズルから塗布液の吐出を行うための中間待機部が設けられることを特徴とする請求項1ないし6のいずれか一つに記載の液処理装置。

【請求項 8】

前記中間待機位置にて待機する塗布ノズルの先端部を撮像する撮像手段と、

この撮像手段による撮像結果に基づいて、前記先端部からの塗布液の液垂れの発生を判断する判断手段と、を備え、

10

20

30

40

50

前記判断手段により塗布液の液垂れが発生したと判断されたときに、前記メイン待機部又は中間待機部にて塗布ノズルから塗布液を吐出させることを特徴とする請求項7記載の液処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板に対してレジスト液や現像液等の塗布液を供給する液処理装置に関する。

【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に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。

この際、特許文献1に記載されるように、レジスト液の塗布及び反射防止膜形成を行うレジスト膜等を形成するためのブロックと、現像処理を行うブロックとを分離して、ウエハがキャリアブロックから露光装置へ向かう搬送路と、露光装置からキャリアブロックに向かう搬送路とを夫々独立に形成し、スルーポットをより一層向上させる装置が提案されている。

この装置では、例えば図21に示すように、レジスト液の塗布ユニットや現像ユニット等のウエハWに対して液処理を行う液処理装置として、夫々共通の処理容器10の内部に複数個例えば3個の液処理部11～13を前記搬送路に沿って配列すると共に、共通の塗布ノズル14を前記搬送路に沿って移動自在に設け、この塗布ノズル14から夫々の液処理部11～13に配置されたウエハに対してレジスト液や現像液等の塗布液を供給する構成の装置が用いられている。

【0003】

前記液処理部11～13は、例えば図21に示すように、ウエハWをスピンチャック15上に保持し、このウエハWに対して、スピンチャック15の上方側に位置する塗布ノズル14から塗布液を滴下し、このウエハWを回転させることにより、前記塗布液を回転の遠心力によってウエハWの径方向に広げるスピニングが行われるように構成されている。図21中16は、スピンチャック15に保持されたウエハWの側方部を覆うカップ体である。

【0004】

そして液処理部11～13のスピンチャック15に対して順次ウエハが搬送され、例えば塗布ノズル14は、図22(a)に示すように、液処理部11の側方に設定された待機領域16から、液処理部11における塗布位置11aに移動して当該液処理部11のウエハWに塗布液を塗布し、次いで図22(b)に示すように、前記塗布位置11aから液処理部12における塗布位置12aに移動して当該液処理部12のウエハWに塗布液を塗布し、続いて図22(c)に示すように、前記塗布位置12aから液処理部13における塗布位置13aに移動して当該液処理部13のウエハWに塗布液を供給するように構成されている。

【0005】

そして塗布ノズル14は、既述のように液処理部11から液処理部13に移動してこれら液処理部11～13において塗布液供給を行った後、図22(d)に示すように、液処理部13から液処理部11（あるいは待機領域16）に戻り、次に液処理部11～13に搬送されたウエハに対して同様に塗布液を供給するように制御されている。

【0006】

一方塗布ノズル14では、当該ノズル14を前記塗布位置11a～13aに移動させてから直ちに塗布液の吐出を開始するために、ノズル14の先端近くまで塗布液を満たしておく必要がある。このため、搬送途中の位置でノズル14の先端から塗布液が液垂れして

10

20

30

40

50

しまうことがあるが、前記液処理部 1 3 から液処理部 1 1 に向かう復路にて、例えば図 2 2 (d) に示すように、既に塗布液が供給されたウエハ W 上に塗布液の液垂れが発生すると、当該ウエハ W については塗布液の膜厚が不均一になり、塗布液がレジスト液であれば露光不良の原因になったり、塗布液が現像液であれば現像欠陥が発生したり、レジストパターンがばらついたりといった現象を招いてしまい、歩留りの悪化に繋がるという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2006 - 203075 号 (段落 0044 ~ 0050、図 9 等)

10

【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問題を解決するためになされたものであり、その目的は、塗布液が供給された基板上への塗布ノズルからの塗布液の液垂れの発生を防止する液処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の液処理装置は、基板を水平に保持して、鉛直軸回りに回転させると共に、外部の搬送手段との間で基板の受け渡しを行う基板保持部を各々備え、横方向に一列に配列された n (n は 3 以上の整数) 個の液処理部と、

20

前記各基板保持部に保持された基板の表面に塗布液を供給するために、これら n 個の液処理部に共通に設けられた塗布ノズルと、

前記塗布ノズルを、各液処理部における基板に塗布液を供給する塗布位置と、当該塗布ノズルが待機するために、互いに隣接する液処理部同士の間を設定された ($n - 1$) 個の中間待機位置と、を通過するように移動させる駆動機構と、

各液処理部に搬入された基板に対して塗布液の供給を行うために、予め決められた基板の搬入順序に沿って、前記塗布ノズルを各液処理部の塗布位置に順次移動させると共に、塗布液の供給が終了した第 1 の液処理部と、次に塗布液の供給を行う第 2 の液処理部との間に、塗布液の供給が行われた基板が置かれた第 3 の液処理部が介在するときには、その

30

基板が当該第 3 の液処理部から搬出されるまで、前記第 1 の液処理部と第 3 の液処理部との間の中間待機位置で前記塗布ノズルを待機させるように前記駆動機構を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0010】

ここで前記各液処理部への基板の搬入は、例えば一列に配列された液処理部の一方から他方に向かって順番に行うようにしてもよい。この際、前記制御手段は、前記塗布ノズルを、各液処理部に搬入された基板に対して塗布液の供給を行うために、液処理部の一方から他方に向けて各液処理部の塗布位置に往路方向に順次移動させ、次いで液処理部の他方から一方に向けて、液処理部を跨いで前記中間待機位置毎に停止させながら復路方向に移動させるように前記駆動機構を制御するようにしてもよく、前記復路方向において中間待機位置同士の間で移動させるときの前記塗布ノズルの移動速度は、前記往路方向において移動させるときの前記塗布ノズルの移動速度よりも大きく設定するようにしてもよい。また前記一列に配列された液処理部の端には、前記液処理部にロットの 1 番目の基板が搬入される前に、塗布ノズルを待機させるメイン待機部を設けるようにしてもよい。

40

【0011】

さらに前記塗布ノズルに設けられ、塗布液を吐出していないときに塗布ノズルの先端部から塗布液を引き込むためのサックバックバルブと、前記中間待機位置にて待機する塗布ノズルの先端部を撮像する撮像手段と、この撮像手段による撮像結果に基づいて、前記先端部からの塗布液の液垂れの発生を判断する判断手段と、を備え、前記判断手段により塗布液の液垂れが発生したと判断されたときに、前記サックバックバルブによって塗布液を

50

引き込むようにしてもよい。

【 0 0 1 2 】

さらにまた前記中間待機位置には、塗布ノズルから塗布液の吐出を行うための中間待機部が設けられるようにしてもよいし、前記中間待機位置にて待機する塗布ノズルの先端部を撮像する撮像手段と、この撮像手段による撮像結果に基づいて、前記先端部からの塗布液の液垂れの発生を判断する判断手段と、を備え、前記判断手段により塗布液の液垂れが発生したと判断されたときに、前記メイン待機部又は中間待機部にて塗布ノズルから塗布液を吐出させるようにしてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、塗布液が供給された基板が置かれた液処理部の上方側を塗布ノズルが移動しないように、当該塗布ノズルを、前記液処理部の手前側の中間待機位置にて当該液処理部から基板が搬出されるまで待機させ、この後次の液処理部に向けて移動させているので、当該基板への塗布ノズルからの塗布液の液垂れの発生を防止することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明に係る塗布装置を示す概略斜視図である。

【 図 2 】 本発明に係る塗布装置を示す平面図である。

【 図 3 】 本発明に係る塗布装置を示す断面図である。

【 図 4 】 上記塗布装置内の液処理部と塗布液を供給する供給系とを示した構成図である。

【 図 5 】 塗布液を供給する塗布ノズルをノズルアームに取り付けた状態を示す斜視図である。

【 図 6 】 塗布ノズルの移動経路を説明するための説明図である。

【 図 7 】 上記塗布装置の作用を説明するための工程図である。

【 図 8 】 上記塗布装置の作用を説明するための説明図である。

【 図 9 】 上記塗布装置の作用を説明するための工程図である。

【 図 1 0 】 上記塗布装置の作用を説明するための工程図である。

【 図 1 1 】 塗布ノズルの他の移動経路を説明するための説明図である。

【 図 1 2 】 本発明の他の実施の形態を説明するための工程図である。

【 図 1 3 】 本発明の他の実施の形態を説明するための工程図である。

【 図 1 4 】 本発明の他の実施の形態の作用を説明するためのフローチャートである。

【 図 1 5 】 本発明の他の実施の形態の作用を説明するための模式図である。

【 図 1 6 】 本発明の他の実施の形態の作用を説明するための模式図である。

【 図 1 7 】 本発明の他の実施の形態の作用を説明するための模式図である。

【 図 1 8 】 上記塗布装置を適用した塗布、現像装置の実施の形態を示す平面図である。

【 図 1 9 】 上記塗布、現像装置の斜視図である。

【 図 2 0 】 上記塗布、現像装置の縦断面図である。

【 図 2 1 】 従来液処理装置の一例を示す平面図である。

【 図 2 2 】 上記液処理装置の作用を説明するための工程図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

本発明に係る液処理装置を、ウエハにレジスト液を塗布する塗布装置に適用した実施の形態について説明する。初めに実施の形態に係る塗布装置 2 の構成の概要を説明する。図 1 は前記塗布装置 2 の概略斜視図、図 2 はその平面図であり、図 3 はその縦断面図である。

【 0 0 1 6 】

図 1 ~ 図 3 に示すように、本実施の形態に係る塗布装置 2 は、偏平な箱状の筐体 2 0 内に横方向（図 1 ~ 3 中 Y 方向）に一列に配列された n 個（n は 3 個以上の整数）の液処理部 3 と、これら液処理部 3 にレジスト液やシンナー等の塗布液を供給する複数本のノズル部を備えた共通の塗布ノズル 5 と、を備えている。この例では 3 個の液処理部 3 A ~ 3 C

10

20

30

40

50

、つまり1号機の液処理部3A、2号機の液処理部3B、3号機の液処理部3Cを備えていて、これら液処理部3(3A、3B、3C)は共通の構成とされており、基板保持部としてのスピチャック31(31a、31b、31c)と、これらスピチャック31に保持されたウエハWを取り囲むように設置されたカップ体4とを備えている。

【0017】

以下、液処理部3の構成について図4を用いて説明する。前記スピチャック31は、ウエハWの裏面側中央部を吸引吸着して水平に保持するための基板保持部としての役割を果たす。このスピチャック31は軸部32を介して駆動機構(スピチャックモータ)33に接続されており、ウエハWを保持した状態で回転及び昇降自在に構成されている。スピチャック31の側方には、昇降機構34aと接続された昇降ピン34がウエハWの裏面を支持して昇降可能に設けられており、後述する外部の搬送手段(搬送アームA3)との協働作用によってスピチャック31に対してウエハWの受け渡しを行うことができるようになっている。なお図2に示した21は、筐体20壁面における前記搬送手段に臨む位置に形成されたウエハWの搬入出口である。

10

【0018】

前記カップ体4は、スピコーティング等の際にウエハWを回転させることによって飛散したミストが筐体20内に飛び散るのを抑えると共に、当該ミストを塗布装置2外に排出する役割を果たす。このカップ体4は、ドーナツ状の外観を備えており、その内部は図4に示したような構造となっている。なお図3に示すカップ体4は簡略化して描いている。

20

【0019】

当該カップ体4の内部構造を簡単に説明すると、ドーナツ状のカップ本体41の下部側は液受け部42となっており、この液受け部42の底部にはカップ体4内を通流した気流を排気するための例えば2つの排気ポート43と、液受け部42に溜まったレジスト液のドレインを排出するためのドレインポート44とが設けられている。前記排気ポート43は図示しない排気ダクトに接続されており、また各液処理部3A、3B、3Cの排気ポート43と接続された排気ダクトは、筐体20外にて排気用力設備に接続されている。またドレインポート44も図示しないドレイン管に接続されており、ドレインを塗布装置2外に排出できるようになっている。

【0020】

次に塗布ノズル5の構成について説明する。この塗布ノズル5は、スピチャック31に保持されたウエハW表面に塗布液この例ではレジスト液を供給する役割を果たすものであり、この例では例えば濃度や成分の異なる10種類のレジスト液と、ウエハW上でレジスト液を広がり易くするためのシンナーと(以下、これらを総称して塗布液という)を供給できるように、11本のノズル部50を備えている。図5に示すように、各ノズル部50はペン先のような形状をした筒状体であって、その内部には流路が形成されている。

30

【0021】

このような11本のノズル部50はその基端側がノズルアーム51のノズルヘッド部52に取り付けられている。前記ノズルアーム51は前記ノズルヘッド部52と、このノズルヘッド部52を支えるアーム部53とから構成されており、ノズルヘッド部52の先端部下面に、上述したノズル部50の基部を差し込むことにより、各々のノズル部50を保持できるようになっている。この結果、11本のノズル部50は先端部を下向きにした状態で一列に並び、且つそれらの配列方向が図1~図3に示した塗布ノズル5の搬送方向(Y方向)と一致するように配置される。一方、ノズルヘッド部52の基部側には後述する供給系7の供給管71が接続されており、ノズルヘッド部52内部を介してノズル部50へ塗布液を供給できるようになっている。こうしてノズルアーム51側から供給された塗布液はノズル部50内の流路を介して先端部からウエハWへ向けて吐出されることになる。なお図1~図3では図示の便宜上ノズル部50の本数を省略して示してある。

40

【0022】

前記ノズルアーム51の他端側は基台22上に設けられた駆動機構54に接続されてい

50

る。この駆動機構 5 4 は前記基台 2 2 に液処理部 3 A ~ 3 C の配列方向と平行して伸長するように設けられたガイド 5 5 に沿って横方向 (Y 方向) に移動できるように構成されると共に、ノズルアーム 5 1 を昇降させるように構成されている。またノズルアーム 5 1 の長さは、その先端部に設けられたノズル部 5 0 から各液処理部 3 A ~ 3 C のスピンチャック 3 1 上に載置されたウエハ W の略中心に塗布液が供給されるように設定されている。駆動機構 5 4 の横方向移動及びノズルアーム 5 1 の昇降動作は後述する制御部 8 からの制御信号を受けて制御される。さらに図 5 に示す塗布ノズル 5 は、撮像手段である CCD カメラ 5 6 及び光源 5 7 を備えているが、これらについては他の実施の形態にて説明する。

【 0 0 2 3 】

さらにまた塗布装置 2 は、塗布液の供給を行わないときに塗布ノズル 5 を載置して待機させるためのホームポジション位置に設けられたメイン待機部 6 1 と、塗布ノズル 5 の移動途中で当該ノズル 5 を載置して待機させるために隣接する液処理部 3 同士の間設けられた 2 個の中間待機部 6 2 , 6 3 (第 1 の中間待機部 6 2 及び第 2 の中間待機部 6 3) とを備えている。前記ホームポジション位置とは、例えば一列に配列した液処理部 3 A ~ 3 C の側方の位置である。これら待機部 6 1 , 6 2 , 6 3 は夫々上側が開口したカップ部 6 4 を備え、このカップ部 6 4 の開口部は例えば塗布ノズル 5 のノズル部 5 0 全体の吐出領域よりも大きく設定されている。

【 0 0 2 4 】

こうしてメイン待機部 6 1 と、1号機の液処理部 3 A、第 1 の中間待機部 6 2、2号機の液処理部 3 B、第 2 の中間待機部 6 3、3号機の液処理部 3 C とは交互に一列に配列され、塗布ノズル 5 は、メイン待機部 6 1 上のメイン待機位置 P 0 (図 6 参照) と、1号機の液処理部 3 A のスピンチャック 3 1 a 上のウエハ W に塗布液を供給する第 1 の塗布位置 P 1 と、第 1 の中間待機部 6 2 上の第 1 の中間待機位置 P 2 と、2号機の液処理部 3 B のスピンチャック 3 1 b 上のウエハ W に塗布液を供給する第 2 の塗布位置 P 3 と、第 2 の中間待機部 6 3 上の第 2 の中間待機位置 P 4 と、3号機の液処理部 3 C のスピンチャック 3 1 c 上のウエハ W に塗布液を供給する第 3 の塗布位置 P 3 とを通るように移動される。

【 0 0 2 5 】

またメイン待機部 6 1 及び中間待機部 6 2 , 6 3 において、塗布ノズル 5 のダミーディスプレイを行うことができるように、前記カップ部 6 4 の下端側には排液路 6 5 が接続されている。なお塗布装置 2 の作用で説明するように塗布ノズル 5 は、塗布装置 2 による処理開始後、例えば 1 つのロットなど所定の複数のウエハ W に対して処理が終わるまでは、メイン待機部 6 1 に戻らず、前記中間待機部 6 2 , 6 3 にて待機する。

【 0 0 2 6 】

さらに上述の塗布装置 2 は、ウエハ W に塗布されたレジスト膜の周縁部を除去するためのエッジ・ビード・リムーバ (Edge Bead Remover : E B R) ノズル 6 6 を備えている。この E B R ノズル 6 6 は、ウエハ W 上のレジスト膜の周縁部を除去するために、リンス液をウエハ W 周縁部に供給する役割を果たす。この E B R ノズル 6 6 は各々の液処理部 3 A ~ 3 C に設けられており、その E B R アーム 6 7 先端部にリンス液を吐出する図示しないノズル部を設けて構成されている。この E B R アーム 6 7 は、その基端側が駆動機構 6 8 に取り付けられ、基台 2 2 に横方向 (Y 方向) に沿って設けられたガイド 6 9 に沿って、スピンチャック 3 1 に保持されたウエハ W の周縁部にリンス液を供給する供給位置と、スピンチャック 3 1 の外側の待機位置との間で横方向に移動できるように構成されている。

【 0 0 2 7 】

この E B R ノズル 6 6 は、既述の塗布ノズル 5 の移動や、外部の搬送手段によるスピンチャック 3 1 へのウエハ W の受け渡しを妨げないように、その長さや設置個所が決定されており、この例では、例えば塗布ノズル 5 のガイド 5 5 と E B R ノズル 6 6 のガイド 6 9 とが、スピンチャック 3 1 を挟んで互いに平行に設けられている。また図中 6 0 は、前記待機位置に設けられた E B R ノズル 6 6 の待機部である。

【 0 0 2 8 】

次に塗布ノズル 5 に塗布液を供給する供給系 7 の構成について図 4 を参照しながら説明

10

20

30

40

50

する。前記供給系 7 は、例えば塗布液を溜めた図示しない供給タンクと、この供給タンクにガスを供給してその内部を加圧することにより供給タンク内の塗布液を塗布装置 2 へ向けて送液するための図示しない加圧部と、を含む塗布液供給機構 70 (塗布液供給部) を塗布液の種類に対応する数だけ備えている。

【0029】

夫々の塗布液供給機構 70 は、塗布液の給断を切り替えるためのエアオペレーテッドバルブ 72 と、塗布液を供給していないときにノズル部 50 の先端部から塗布液を引き込むためのサックバックバルブ 73 とを介して供給管 71 により各ノズル部 50 に接続されており、10 種類のレジスト液とシンナーとを切り替えて供給することができるようになっている。

【0030】

また図 1 及び図 4 に示すように、塗布装置 2 や塗布ノズル 5 の駆動機構 54 や供給系 7 は各機器の動作を統括制御する制御部 8 と接続されている。なお制御部 8 は、本実施の形態に係る塗布装置 2 を備える塗布、現像装置全体の動作を統括制御する機能も兼ね備えている。前記制御部 8 は、例えばコンピュータからなり、不図示のプログラム格納部を有している。このプログラム格納部には、後述の作用で説明するレジスト液の塗布処理が行われるように命令が組まれた例えばソフトウェアからなるプログラムが格納され、このプログラムが制御部 8 に読み出されることで制御部 8 はウエハの回転速度、ウエハへの塗布液の供給などを制御する。

【0031】

また制御部 8 には、後述するように塗布ノズル 5 の移動を制御する塗布ノズル制御プログラム 81 も格納されている。この塗布ノズル制御プログラム 81 は、各液処理部 3A ~ 3C へのウエハ W の搬入や搬出のタイミング、レジスト液の塗布処理のタイミングと合わせて、塗布ノズル 5 の移動を制御するプログラムである。これらプログラムは、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またはメモリーカードなどの記憶媒体に収納された状態でプログラム格納部に格納される。

【0032】

以上の構成に基づいて先ず塗布装置 2 によりウエハ W にレジスト液を塗布する動作について 1 号機の液処理部 3A を例にして簡単に説明する。外部の搬送手段によって搬入出口 21 より筐体 20 内に搬入されたロットの 1 番目のウエハ W1 は、当該搬送手段と昇降ピン 34 との協働作用により、液処理部 3A のスピンチャック 31a に受け渡される。そして塗布ノズル 5 を、シンナーを供給するノズル部 50 がウエハ W1 の略中央上方の位置するように移動させ、その位置にてノズルアーム 51 を降下させて塗布位置に配置する。その後静止しているウエハ W1 上にノズル部 50 からシンナーを供給した後、当該処理にて塗布するレジスト液のノズル部 50 がウエハ W1 の略中央上方に位置するように、ノズルアーム 51 を横方向に移動させる。この移動動作と並行して、スピンチャック 31a を例えば高速回転させ、その回転中のウエハ W1 上にレジスト液を供給、停止してウエハ W の径方向に広げるスピンコーティングを行う。

【0033】

続けてスピンチャック 31a を低速で回転させ、スピンコーティングしたレジスト膜の膜厚を均一にし、次いで再び高速回転させることによりコーティングしたレジスト液の振り切り乾燥を行う。この間、塗布ノズル 5 はロットの 2 番目のウエハ W2 が搬入される 2 号機の液処理部 3B 側に移動させて、第 1 の中間待機部 62 で待機させる。

【0034】

一方、振り切り乾燥の完了したウエハ W1 に対しては対応する EBR ノズル 66 をウエハ W1 の周縁部まで搬送して、ここにリンス液を塗布し、スピンチャック 31a を回転させることでウエハ W1 周縁部に塗布したレジスト膜を除去した後、レジスト膜の場合と同様にリンス液の振り切り乾燥を行って一連の液処理を完了する。EBR ノズル 66 を待機部 60 まで退避させたあと、レジスト膜が形成されたウエハ W1 は、搬入時とは逆の順序で外部の搬送手段に受け渡され、塗布装置 2 から搬出される。こうして各液処理部 3 には

10

20

30

40

50

、予め決められたウエハの搬入順序に従ってウエハが例えば2.4秒間隔で順次搬送され、同様の処理が行われる。

【0035】

続いて、本発明における塗布ノズル5の動きについて図6～図9を参照しながら説明する。ウエハは外部の搬送手段により、ロットの1番目のウエハW1から順に1号機の液処理部3A、2号機の液処理部3B、3号機の液処理部3Cの順序で各液処理部3A～3Cに繰り返して搬入される。そして塗布ノズル5は、図6に示すように、往路では、メイン待機位置P0、第1の塗布位置P1、第1の中間待機位置P2、第2の塗布位置P3、第2の中間待機位置P4、第3の塗布位置P5まで夫々の位置に停止しながら移動し、次いで復路では、前記第2の中間待機位置P4に一旦停止した後、間の2号機の液処理部3Bを跨いで第1の中間待機位置P2に移動し、次に1号機の液処理部3Aに搬入されるロットの4番目のウエハW4（図示せず）に塗布液を供給するときには、メイン待機位置P0には戻らず、当該第1の中間待機位置P2から直接第1の塗布位置P1に移動する。

10

【0036】

続いて図7～図9を用いて本発明の作用について具体的に説明する。本発明は、塗布ノズル5を、各液処理部3A～3Cに搬入されたウエハWに対して塗布液の供給を行うために、予め決められたウエハWの搬入順序に沿って、各液処理部の塗布位置に順次移動させると共に、塗布液の供給が終了した第1の液処理部と、次に塗布液の供給を行う第2の液処理部との間に、塗布液の供給が行われた基板が置かれた第3の液処理部が介在するときには、そのウエハWが当該第3の液処理部から搬出されるまで、前記第1の液処理部と第3の液処理部との間の中間待機位置で前記塗布ノズルを待機させるように前記駆動機構54を制御するものであるので、この点について説明する。

20

【0037】

図8は、塗布ノズル5の位置と、液処理部3A～3Cの処理状態とを時系列（タイミングa～タイミングg）に沿って示したものである。塗布ノズル5の位置P0～P5は図6に示す位置であり、液処理部3A～3Cの処理状態では、スピンチャック31上にウエハWが置かれている様子を示しており、斜線で示す部位が当該ウエハWに塗布ノズル5から塗布液を供給している状態、点線で示す部位がこれら液処理部3A～3CからウエハWを搬出する作業を実行している状態を夫々示している。また図8のタイミングa～タイミングiは図9及び図10に示す(a)～(i)と一致している。

30

【0038】

この実施の形態では、先ずタイミングa（図9(a)）は、あるロットのウエハWに対するレジスト液の塗布処理を開始する直前の様子を示し、塗布ノズル5はメイン待機位置P0に位置しており、各液処理部3A～3Cのスピンチャック31a～31cには、ウエハWが未だ搬送されていない状態である。

【0039】

次いでタイミングb（図9(b)）では、あるロットの1番目のウエハW1が1号機の液処理部3Aのスピンチャック31aに搬送されると共に、塗布ノズル5は第1の塗布位置P1に移動し、当該スピンチャック31a上のウエハW1に対して塗布液の供給を行う（ステップS1）。ここで実際には、ウエハW1がスピンチャック31a上に搬送されるタイミングと、塗布ノズル5が移動するタイミングと、塗布ノズル5からの塗布液の供給開始のタイミングとの間には、夫々タイムラグが発生しているが、便宜上前記タイミングbはこれらのタイミングのずれを包含するものとして説明する。

40

【0040】

続いてタイミングc（図9(c)）では、塗布液の供給が終了した塗布ノズル5が第1の中間待機位置P2に移動して停止し（ステップS2）、タイミングd（図9(d)）では、前記ロットの2番目のウエハW2が2号機の液処理部3Bのスピンチャック31bに搬送されると共に、塗布ノズル5は第2の塗布位置P3に移動し、当該スピンチャック31b上のウエハW2に対して塗布液の供給を行う（ステップS3）。続いてタイミングe（図9(e)）では、塗布液の供給が終了した塗布ノズル5が第2の中間待機位置P4に移

50

動して停止する（ステップS4）。

【0041】

そしてタイミングf（図10（f））では、前記ロットの3番目のウエハW3が3号機の液処理部3Cのスピンチャック31cに搬送されると共に、塗布ノズル5は第3の塗布位置P5に移動し、当該スピンチャック31c上のウエハW3に対して塗布液の供給を行う（ステップS5）。続いてタイミングg（図10（g））では、塗布液の供給が終了した塗布ノズル5が復路方向に移動し、第2の中間待機位置P4に戻り停止する（ステップS6）。このタイミングでは、進行方向の前方側にある2号機の液処理部3Bのスピンチャック31b上には、既に塗布液が供給されたウエハW2が載置されているので、塗布ノズル5は当該第2の中間待機位置P4にて、前記ウエハW2が2号機の液処理部3Bから搬出されるまで待機する（タイミングh（図10（h-1）））。そして当該ウエハW2が当該液処理部3Bから搬出された後（ステップS7）、図10（h-2）に示すように、塗布ノズル5は、第1の中間待機位置P2への移動を開始し、当該中間待機位置P2で停止する（ステップS8）。

10

【0042】

次いでタイミングi（図10（i））では、前記ロットの4番目のウエハW4が1号機の液処理部3Aのスピンチャック31aに受け渡されると共に、塗布ノズル5は第1の塗布位置P1に移動し、当該スピンチャック31a上のウエハW4に対して塗布液の供給を行う（ステップS9）。この後、既述の図9（c）～図10（i）の工程を繰り返して行い、当該ロットの全てのウエハWに対して順次塗布液の塗布を行って、当該ロットの最後のウエハへの塗布処理が終了した後、塗布ノズル5はメイン待機位置P0に戻る。このような塗布ノズル5の移動の制御は、制御部8の塗布ノズル制御プログラム81により、駆動機構54を介して行われる。

20

【0043】

この例では、塗布液の供給が終了した第1の液処理部が3号機の液処理部3C、次に塗布液の供給を行う第2の液処理部が1号機の液処理部3A、塗布液の供給が行われたウエハWが置かれた第3の液処理部が2号機の液処理部3Bに夫々相当する。そして2号機の液処理部3Bに塗布液の供給が行われたウエハW2が置かれているので、当該ウエハW2が当該2号機の液処理部3Bから搬出されるまで、前記3号機の液処理部3Cと2号機の液処理部3Aとの間の第2の中間待機位置P4で前記塗布ノズル5を待機させる制御が行われている。

30

【0044】

上述の実施の形態によれば、既述のように2号機の液処理部3Bに塗布液の供給が行われたウエハW2が置かれているときには、当該ウエハW2が当該2号機の液処理部3Bから搬出されるまで、前記塗布ノズル5を2号機の液処理部3Aの手前の第2の中間待機位置P4で待機させているので、塗布液が供給されたウエハWの上方側を塗布ノズル5が移動することがない。このため塗布ノズル5の先端近くまで塗布液が満たされ、移動中に塗布液の液垂れが発生しやすい状態であっても、前記塗布液が供給されたウエハWへの塗布ノズル5からの液垂れの発生を防止することができる。これにより塗布液の膜厚が不均一になって、露光不良の原因になるといったことが抑えられて、不良品の発生が防止され、歩留まり向上に貢献することができる。

40

【0045】

なお液処理部が4個の場合には、図11に示すように、3号機の液処理部3Cと4号機の液処理部3Dとの間に第3の中間待機部を設け、往路では、メイン待機位置P0 第1の塗布位置P1 第1の中間待機位置P2 第2の塗布位置P3 第2の中間待機位置P4 第3の塗布位置P5 第3の中間待機部上の第3の中間待機位置P6 4号機の液処理部3Dにおける第4の塗布位置P7まで順に移動し、次いで復路では、第3の中間待機位置P6 第2の中間待機位置P4 第1の中間待機位置P2の経路で順に移動する。この際復路では、例えば3号機の液処理部3Cと2号機の液処理部3Bに塗布液が供給されたウエハWが置かれているので、第3の中間待機位置P6にて3号機の液処理部3Cから

50

塗布液が供給されたウエハW3が搬出されるまで待機し、当該ウエハW3の搬出後、第2の中間待機位置P4に向けての移動を開始する。また第2の中間待機位置P4にて、2号機の液処理部3Bから塗布液が供給されたウエハW2が搬出されるまで待機し、当該ウエハW2の搬出後、第1の中間待機位置P2に向けての移動を開始する。

【0046】

以上において本発明では、前記塗布ノズル5を復路方向において中間待機位置同士の間で移動させるときの塗布ノズル5の移動速度が、当該塗布ノズル5を往路方向において移動させるときの移動速度よりも大きくなるように設定してもよい。これにより中間待機位置にて、塗布液が供給されたウエハWの搬出を待機したとしても、この待機時間分の時間の増加を塗布ノズル5の移動時間を短縮することにより補償することができるので、スループットの低下を抑えることができる。

10

【0047】

さらに本発明は、例えば3個の液処理部3A～3Cを横方向に一列に配列したときに、配列方向の一方側に1号機の液処理部3Aを設け、配列方向の他方側に2号機の液処理部3Bを設け、これらの真中に3号機の液処理部3Cを配置し、ウエハWの搬入を1号機の液処理部3A 2号機の液処理部3B 3号機の液処理部3Cの順序に沿って繰り返して行う場合にも適用できる。つまり図12(a)に示すように、1号機の液処理部3Aにロットの1番目のウエハW1を受け渡し、次いで図12(b)に示すように、2号機の液処理部3Bにロットの2番目のウエハW2を受け渡し、図12(c)に示すように、3号機の液処理部3Cにロットの3番目のウエハW3が受け渡される。

20

【0048】

この場合には、図13(a)に示すように、1号機の液処理部3A(第1の液処理部)にてロットの4番目のウエハWに対して塗布ノズル5による塗布液の供給が行われた後、塗布ノズル5を2号機の液処理部3B(第2の液処理部)の塗布位置に移動するが、これらの間に配列された3号機の液処理部3C(第3の液処理部)には塗布液が供給されたロットの3番目のウエハW3が置かれているので、塗布ノズル5は前記1号機の液処理部3Aと3号機の液処理部3Cとの間の第1の中間待機位置にて当該ウエハW3の搬出を待機し、前記ウエハW3の搬出が終了してから、塗布ノズル5の移動を開始する。次いで塗布ノズル5は、例えば図13(b)に示す、3号機の液処理部3Cと2号機の液処理部3Bとの間の第2の中間待機位置を通過して、第3の液処理部3Cの第3の塗布位置P5に移動される。

30

【0049】

続いて本発明の他の実施の形態について説明する。図4及び図5に説明を戻すと、塗布ノズル5はノズル部50の先端部を撮像する撮像手段として例えばCCDカメラ等のカメラ56を備えると共に、撮像されるノズル部50照明用の光源57が設けられている。図5中58は前記カメラ56の固定部材である。そして制御部8はカメラ56より取得した撮像結果に基づいて各ノズル部50先端部からの塗布液の液垂れが発生したことを判断し、その判断結果に基づいて塗布ノズル5に所定の処置動作を実行させる機能を更に備えている。

40

【0050】

例えば制御部8では、塗布ノズル5のノズル部50に液垂れが発生しているときに所定の処理を実行する液垂れ処理プログラム(図示せず)を備えている。この液垂れ処理プログラムは、塗布ノズル5のノズル部50に液垂れが発生しているか否かを判断し、液垂れが発生するノズルを識別する機能を有する判断手段や、判断手段による判断に基づいて対処作業を実行するための実行手段等を備えている。ここで本実施の形態において「液垂れ」とはノズル部50の先端面より下方に塗布液の露出した状態を意味する。

【0051】

この実施の形態の作用について図14～図17を用いて簡単に説明する。塗布液ノズル5は中間待機位置で待機しているときに、ノズル部50の先端が前記カメラ56により撮像

50

され、これによりノズル部50先端部の画像情報を取得し(ステップS11)、判断手段によりこの画像情報(撮像結果)に基づいて、液垂れが発生しているか否かを判断する(ステップS12)。ここで本実施の形態において「液垂れ」とは、図15に示すようにノズル部50の先端面より下方に塗布液Rが露出した状態を意味しており、ノズル部50の先端面より下方側に塗布液Rが露出していれば液垂れが発生していると判断する。そして液垂れが発生していなければ処理を続行し、液垂れの発生が認められれば、前記判断手段により液垂れが発生しているノズル部50を特定する(ステップS13)。このノズル部50の特定は、例えば取得した画像情報をX-Y座標上に展開して、液垂れの確認された位置に基づいてそのノズル部50を識別することにより行われる。

【0052】

次いで判断手段により液垂れが発生しているノズル部50が次の塗布処理に用いるノズル部50か否かを判断し(ステップS14)、次の塗布処理に用いないノズル部50であれば、実行手段によりサックバックバルブの吸引量を大きくして、例えば図16に示すようにノズル部50の先端部の塗布液Rの吸引による引き込みを実行し(ステップS15)、処理を続行する。

【0053】

一方次の塗布処理に用いるノズル部50であれば、実行手段により当該中間待機部において、例えば図17に示すように所定量の塗布液の吐出(ダミーディス Pens)を実行し(ステップS16)、しかる後処理を続行する。この一連の作業については中間待機部にて待機しているときに実行される。

【0054】

この実施の形態によれば、中間待機部62,63にて塗布ノズル5に液垂れの発生が認められた場合に、塗布ノズル5を移動させる前に、サックバックやダミーディス Pens等の対処作業が行われるので、塗布ノズル5の移動中に、目的外の位置での塗布液の滴下を未然に防止できるため、不良品の発生が防止され歩留まり向上に貢献することができる。この際、塗布ノズル5が中間待機位置にて待機している時間に、液垂れの発生の有無の確認作業や、液垂れ発生時における対処作業を行っているので、塗布ノズル5の待機時間を有効に利用することができる。またこの実施の形態においては、処理に用いるノズル部50に対してはダミーディス Pensを行っているが、これは塗布処理時における塗布液の吐出量を安定させるためである。但し、塗布処理に用いるノズル部50に対してもサックバックを行うようにしてもよい。

【0055】

なおこの実施の形態では、ダミーディス Pensを中間待機部62,63にて行っているが、メイン待機部61に塗布ノズル5を戻して行うようにしてもよい。この場合には、中間待機部62,63には、必ずしもダミーディス Pens用のカップ部64や排液路65は設ける必要はない。また前記液垂れの発生の有無や、液垂れの発生したノズルの特定は、警告やアラームを発報させ、撮像した画像情報に基づいてオペレータが行い、オペレータによりサックバックやダミーディス Pensの指示を行うようにしてもよい。

【0056】

次に塗布、現像装置に上述の塗布装置2を適用した一例について簡単に説明する。図18は塗布、現像装置に露光装置が接続されたシステムの平面図であり、図19は同システムの斜視図である。また図20は同システムの縦断面図である。この装置にはキャリアブロックS1が設けられており、その載置台91上に載置された密閉型のキャリアCから受け渡しアームD1がウエハWを取り出して処理ブロックS2に受け渡し、処理ブロックS2から受け渡しアームD1が処理済みのウエハWを受け取ってキャリアCに戻すように構成されている。

【0057】

前記処理ブロックS2は、図19に示すようにこの例では現像処理を行うための第1のブロック(DEV層)B1、レジスト膜の下層側に形成される反射防止膜の形成処理を行うための第2のブロック(BC層)B2、レジスト膜の塗布を行うための第3のブロッ

10

20

30

40

50

ク（COT層）B3、レジスト膜の上層側に形成される反射防止膜の形成を行うための第4のブロック（TCT層）B4を、下から順に積層して構成されている。

【0058】

第2のブロック（BC層）B2と第4のブロック（TCT層）B4とは、各々反射防止膜を形成するための塗布液をスピニングにより塗布する本実施の形態に係わる塗布装置2と、この塗布装置2にて行われる処理の前処理及び後処理を行うための加熱・冷却系の処理ユニット群と、前記塗布装置2と処理ユニット群との間に設けられ、これらの間でウエハWの受け渡しを行う搬送アームA2、A4とにより構成されている。第3のブロック（COT層）B3についても前記塗布液がレジスト液であることを除けば同様の構成である。

10

【0059】

一方、第1のブロック（DEV層）B1については例えば一つのDEV層B1内に現像ユニットが2段に積層されている。そして当該DEV層B1内には、これら2段の現像ユニットにウエハWを搬送するための搬送アームA1が設けられている。

【0060】

更に処理ブロックS2には、図18及び図20に示すように棚ユニットU1が設けられ、この棚ユニットU1の各部には処理ブロックS2の受け渡しアームD2によりアクセスされると共に、棚ユニットU1の一部にはキャリアブロックS1の受け渡しアームD1がアクセスされるように構成されている。そしてキャリアブロックS1からのウエハWは前記棚ユニットU1の一つの受け渡しユニット、例えば第2のブロック（BC層）B2の対応する受け渡しユニットCPL2に、前記受け渡しアームD1によって順次搬送される。第2のブロック（BC層）B2内の搬送アームA2は、この受け渡しユニットCPL2からウエハWを受け取って各ユニット（反射防止膜ユニット及び加熱・冷却系の処理ユニット群）に搬送し、これらユニットにてウエハWには反射防止膜が形成される。

20

【0061】

その後、ウエハWは棚ユニットU1の受け渡しユニットBF2、受け渡しアームD2、棚ユニットU1の受け渡しユニットCPL3及び搬送アームA3を介して第3のブロック（COT層）B3に搬入され、レジスト膜が形成される。更にウエハWは、搬送アームA3棚ユニットU1の受け渡しユニットBF3受け渡しアームD2を経て棚ユニットU1における受け渡しユニットCPL11に受け渡される。なおレジスト膜が形成されたウエハWは、第4のブロック（TCT層）B4にて更に反射防止膜が形成される場合もある。この場合は、ウエハWは受け渡しユニットCPL4を介して搬送アームA4に受け渡され、反射防止膜が形成された後、搬送アームA4により受け渡しユニットTRS4、受け渡しアームD2を介して受け渡しユニットCPL11に搬送される。

30

【0062】

一方DEV層B1内の上部には、前記棚ユニットU1の受け渡しユニットCPL11から棚ユニットU2に設けられた受け渡しユニットCPL12にウエハWを直接搬送するための専用の搬送手段であるシャトルアームEが設けられている。レジスト膜や更に反射防止膜の形成されたウエハWは、前記受け渡しユニットCPL11からシャトルアームEにより棚ユニットU2の受け渡しユニットCPL12に直接搬送され、インターフェイスブロックS3に取り込まれることになる。なお図20中のCPLが付されている受け渡しユニットは温調用の冷却ユニットを兼ねており、BFが付されている受け渡しユニットは複数枚のウエハWを載置可能なパツファユニットを兼ねている。

40

【0063】

次いで、ウエハWはインターフェイスアームD3により露光装置S4に搬送され、ここで所定の露光処理が行われた後、棚ユニットU2の受け渡しユニットTRS6に載置されて処理ブロックS2に戻される。戻されたウエハWは、第1のブロック（DEV層）B1にて現像処理が行われ、搬送アームA1により棚ユニットU1の受け渡し台TRS1に受け渡される。そして受け渡しアームD1を介して元のキャリアCに戻される。なお図18において棚ユニットU3には各々加熱部と冷却部とを積層した熱系ユニット群が設けられ

50

ている。

【0064】

以上において、本発明の塗布ノズルは必ずしも撮像手段や照明を備える必要はなく、これら撮像手段や照明は、中間待機位置にて塗布ノズルの先端部を撮像できる構成であれば、その形状や取り付け位置は適宜設定可能である。また本発明の塗布液には、レジスト液の他、現像液、反射防止膜形成用の薬液、保護膜形成用の薬液、層間絶縁膜形成用の薬液、洗浄液等が含まれ、液処理部としては、現像処理部や反射防止膜形成処理部、保護膜形成用の液処理部、層間絶縁膜形成用の液処理部、洗浄処理用の液処理部等に適用できる。

【符号の説明】

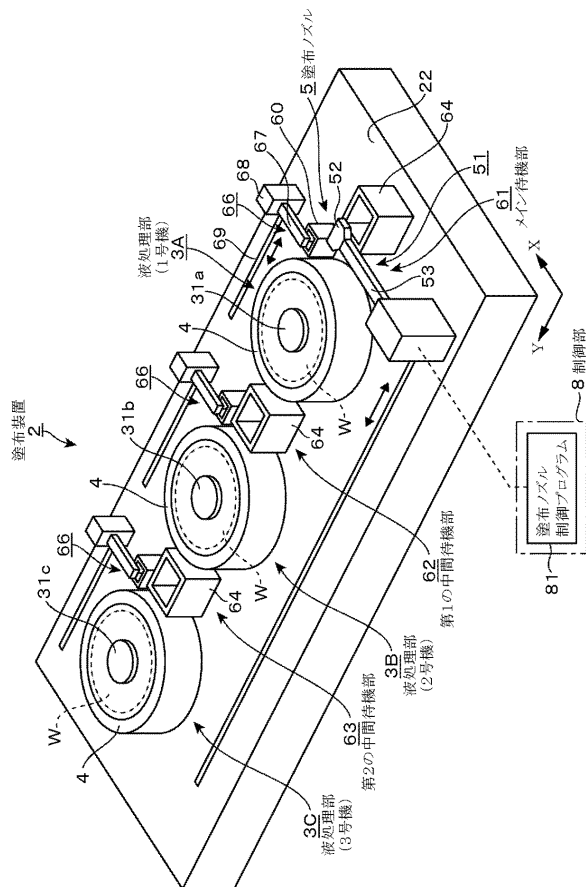
【0065】

- W ウエハ
- 2 塗布装置
- 3 (3A、3B、3C) 液処理部
- 31 スピンチャック
- 4 カップ体
- 5 塗布ノズル
- 51 ノズルアーム
- 50 ノズル部
- 54 駆動機構
- 61 メイン待機部
- 62, 63 中間待機部
- 66 EBRノズル
- 7 供給系
- 8 制御部
- 81 塗布ノズル制御プログラム

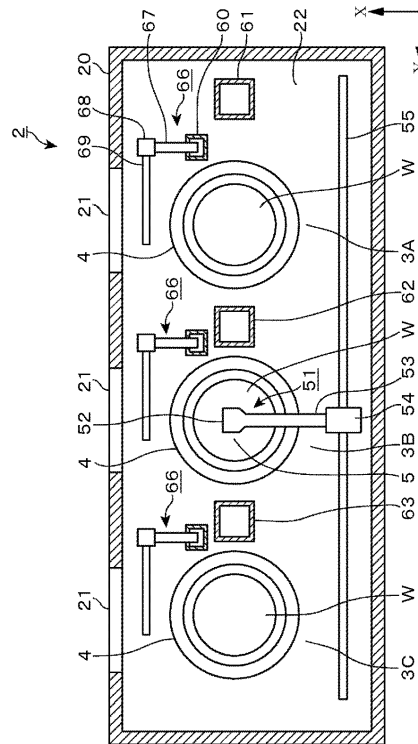
10

20

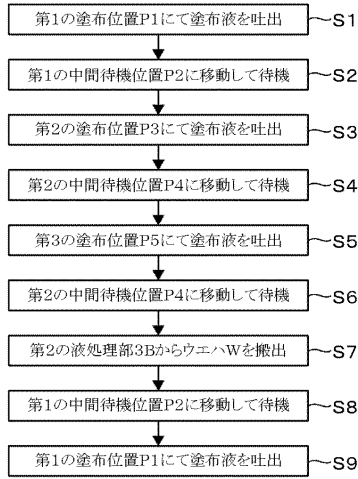
【図1】



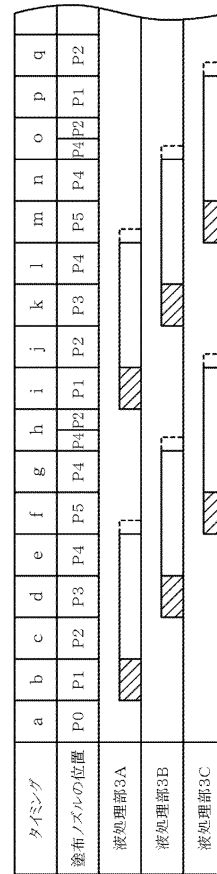
【図2】



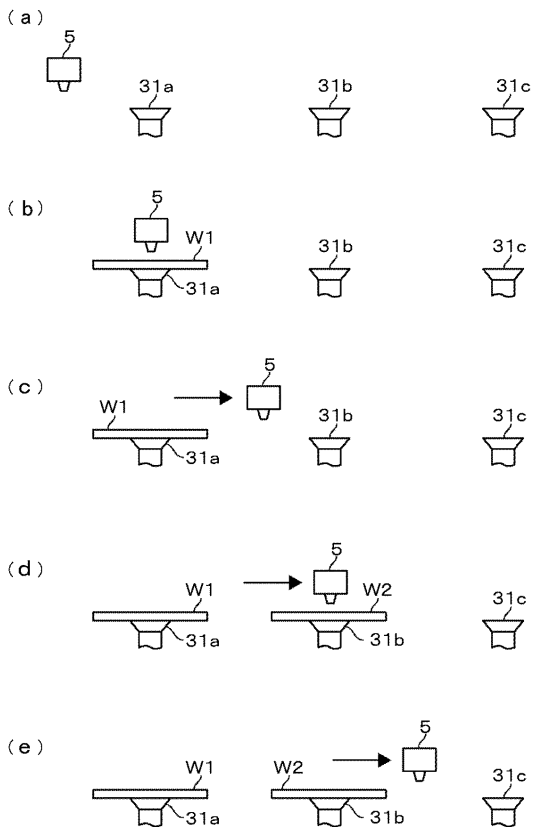
【 図 7 】



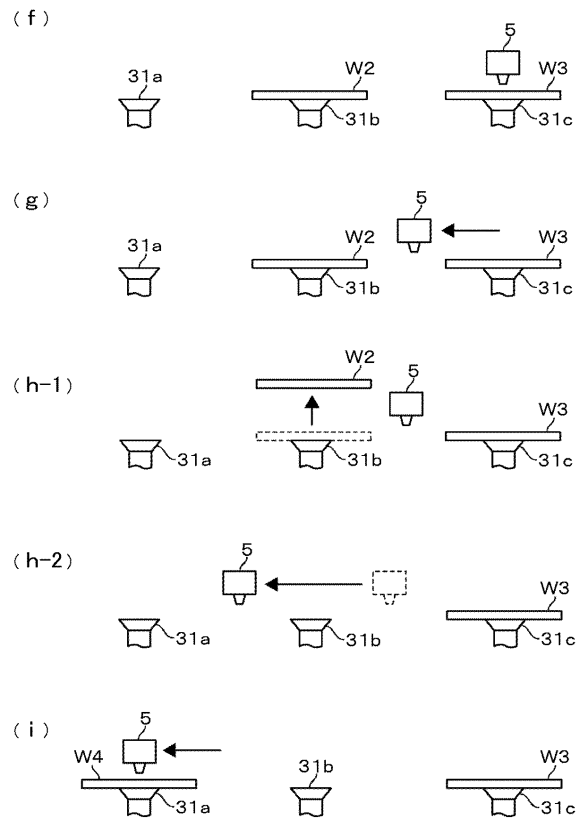
【 図 8 】



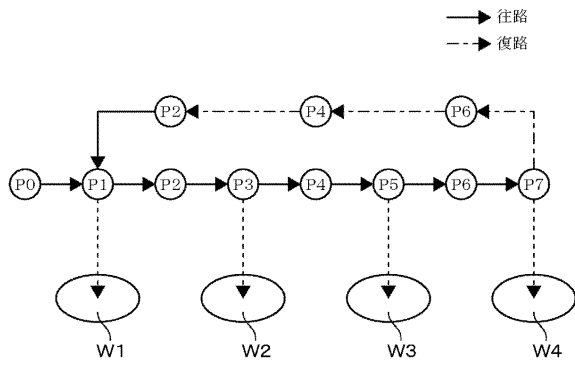
【 図 9 】



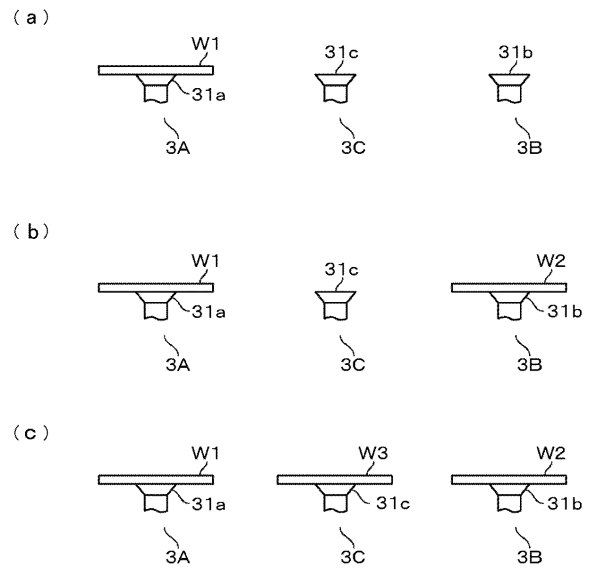
【 図 10 】



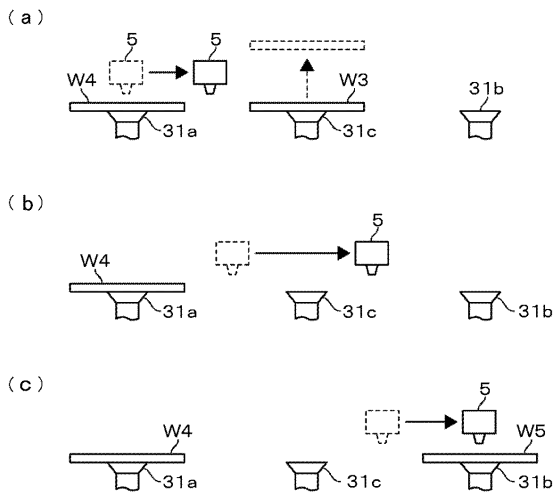
【 図 1 1 】



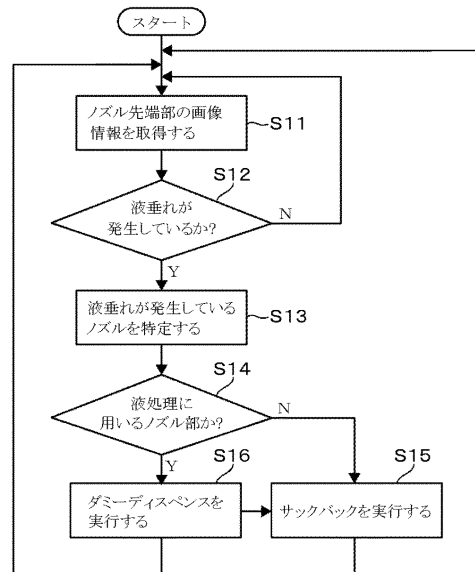
【 図 1 2 】



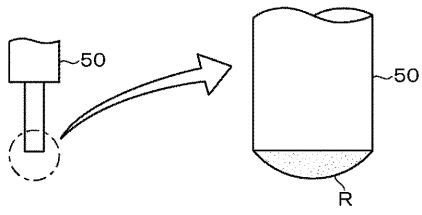
【 図 1 3 】



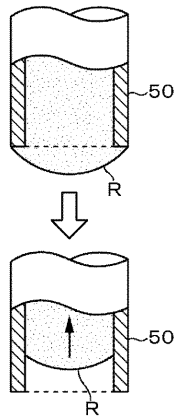
【 図 1 4 】



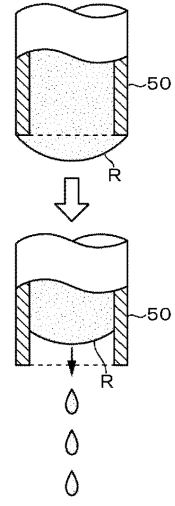
【図15】



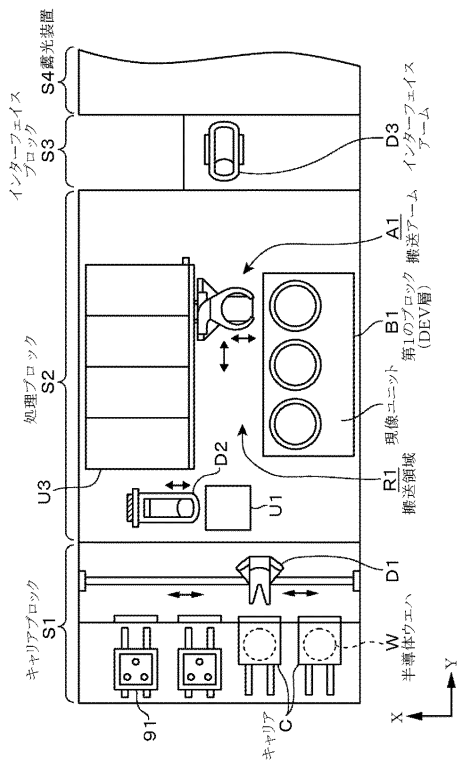
【図16】



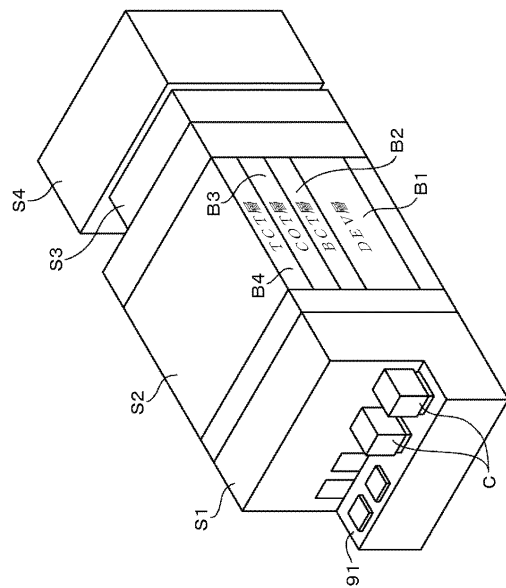
【図17】



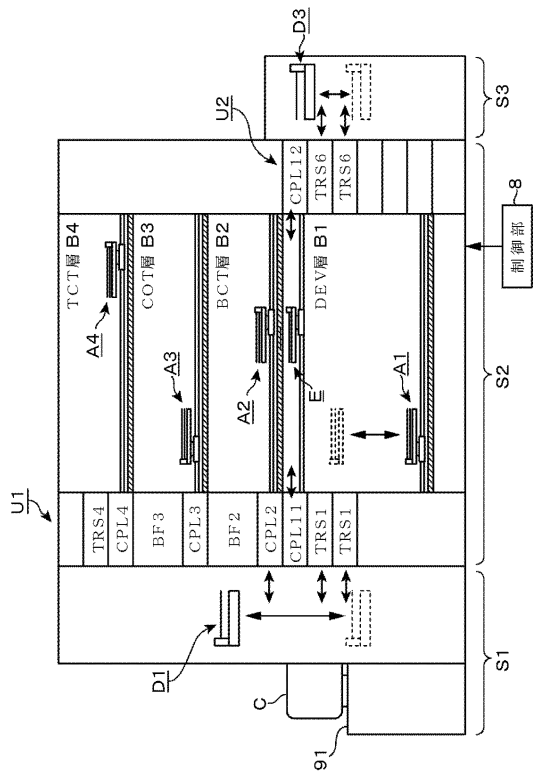
【図18】



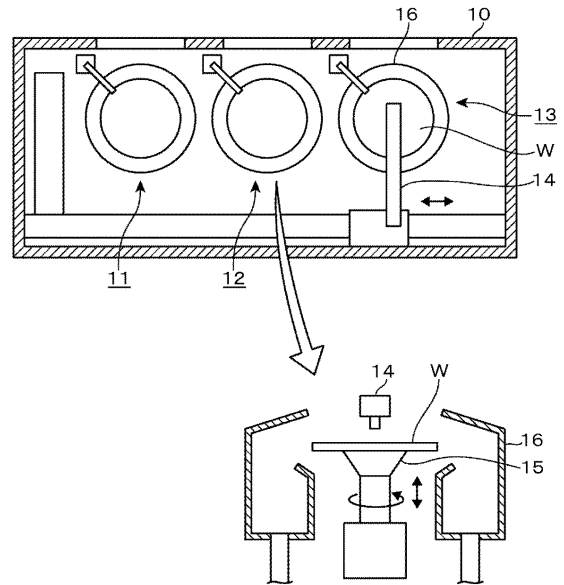
【図19】



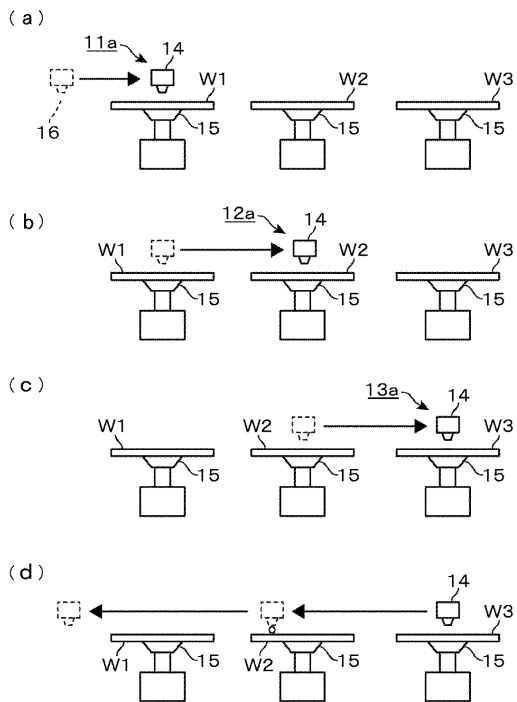
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F157 AA91 AB02 AB16 AB33 AB48 AB62 AB90 AC01 AC13 BB23
BB33 BB39 CE03 CE10 CE25 CF42 DA41 DB46 DB47