

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7309485号  
(P7309485)

(45)発行日 令和5年7月18日(2023.7.18)

(24)登録日 令和5年7月7日(2023.7.7)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 21/306 (2006.01)	H 0 1 L 21/306 R
H 0 1 L 21/304 (2006.01)	H 0 1 L 21/304 6 4 3 A
	H 0 1 L 21/304 6 4 8 G
	H 0 1 L 21/304 6 5 1 B

請求項の数 3 (全18頁)

(21)出願番号	特願2019-125380(P2019-125380)	(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	令和1年7月4日(2019.7.4)	(74)代理人	100091982 弁理士 永井 浩之
(65)公開番号	特開2021-12915(P2021-12915A)	(74)代理人	100091487 弁理士 中村 行孝
(43)公開日	令和3年2月4日(2021.2.4)	(74)代理人	100105153 弁理士 朝倉 悟
審査請求日	令和4年5月30日(2022.5.30)	(74)代理人	100106655 弁理士 森 秀行
		(72)発明者	藤田 陽 熊本県合志市福原1-1 東京エレクト ロン九州株式会社内
		審査官	鈴木 智之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エッチング装置およびエッチング方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

エッチング装置であって、  
基板を保持する基板保持部と、  
前記基板保持部を回転軸線回りに回転させる回転駆動部と、  
前記基板保持部により保持された基板の周縁部に向けてエッチング液を吐出する液吐出部と、  
少なくとも前記回転駆動部と前記液吐出部とを制御することによって前記エッチング装置の動作を制御するように構成された制御部と、  
を備え、

前記制御部は、  
前記液吐出部により吐出されたエッチング液が基板の周縁部の着液点に着液した後に基板から離脱するまでの時間が相対的に短くかつエッチング液の基板上への広がりが相対的に小さい第1条件でのエッチングと、前記液吐出部により吐出されたエッチング液が基板の周縁部の着液点に着液した後に基板から離脱するまでの時間が相対的に長くかつエッチング液の基板上への広がりが相対的に大きい第2条件でのエッチングとを組み合わせ一枚の基板が処理されるように、前記回転駆動部により回転させられる基板の回転速度、前記液吐出部からのエッチング液の吐出速度、前記液吐出部からのエッチング液の吐出方向のうちの少なくとも1つを変化させるように構成されている、エッチング装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記第2条件でエッチングがされた領域の少なくとも一部に残存するエッチング対象膜が前記第1条件でエッチングされるように、前記回転駆動部および前記液吐出部を制御するように構成されている、請求項1に記載のエッチング装置。

【請求項3】

エッチング方法であって、

液吐出部により、回転する基板の周縁部に向けてエッチング液を吐出することにより行われる第1液処理工程と、

前記液吐出部により、回転する前記基板の周縁部に向けてエッチング液を吐出することにより行われる第2液処理工程と、

を備え、

前記第1液処理工程が前記液吐出部により吐出されたエッチング液が基板の周縁部の着液点に着液した後に基板から離脱するまでの時間が相対的に短くかつエッチング液の基板上への広がりが相対的に小さい第1条件で行われるとともに、前記第2液処理工程が前記液吐出部により吐出されたエッチング液が基板の周縁部の着液点に着液した後に基板から離脱するまでの時間が相対的に長くかつエッチング液の基板上への広がりが相対的に大きい第2条件で行われるように、前記第1液処理工程と前記第2液処理工程との間で、前記基板の回転速度、前記液吐出部からのエッチング液の吐出速度、および前記液吐出部からのエッチング液の吐出方向のうちの少なくとも1つを変化させる、エッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、エッチング装置およびエッチング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の製造においては、半導体ウエハ等の円形の基板の周縁部にある不要な膜を、薬液によりウェットエッチングすることにより除去する工程（「ベベルエッチング」と呼ばれる）が行われる。引用文献1には、ベベルエッチングを行うための装置が開示されている。引用文献1に開示されたベベルエッチング装置は、基板を水平姿勢で保持するとともに鉛直軸線回りに回転させるパキュームチャックと、回転する基板の周縁部にエッチング用の薬液を供給するノズルとを備えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2014 086638号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、基板周縁部の不要な膜をエッチングにより除去するとき、不要な膜の除去範囲を精密に制御することができる技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

エッチング装置の一実施形態は、基板を保持する基板保持部と、前記基板保持部を回転軸線回りに回転させる回転駆動部と、前記基板保持部により保持された基板の周縁部に向けてエッチング液を吐出する液吐出部と、少なくとも前記回転駆動部と前記液吐出部とを制御することによって前記エッチング装置の動作を制御するように構成された制御部とを備え、前記制御部は、前記液吐出部により吐出されたエッチング液が基板の周縁部の着液点に着液した後に直ちに基板から離脱する即時離脱条件で基板のエッチングが行われるように、前記回転駆動部により回転させられる基板の回転速度、前記液吐出部からのエッチング液の吐出速度、前記液吐出部からのエッチング液の吐出方向のうちの少なくとも1つを制御するように構成されている。

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

## 【0006】

本開示によれば、不要な膜の除去範囲を精密に制御することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

【図1】一実施形態に係るエッチング装置の縦断側面図である。

【図2】図1に示すエッチング装置のカバー部材、その昇降機構、および処理液供給部を示す平面図である。

【図3】図1の右側のウエハの外周縁付近の領域を拡大して詳細に示す断面図である。

【図4】表面ノズルについて説明する概略図である。

10

【図5】裏面ノズルを示す概略斜視図である。

【図6】エッチング処理における各種パラメータの定義について説明する図である。

【図7】実施例1について説明する図である。

【図8】実施例2について説明する図である。

【図9】実施例3について説明するグラフである。

【図10】実施例3について説明する図である。

【図11】実施例4について説明する図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

以下に、エッチング装置の一実施形態としてのベベルエッチング装置について、添付図面を参照して説明する。ベベルエッチング装置とは、半導体装置が形成される円形の基板であるウエハWの周縁部にある不要な膜を、ウエットエッチングにより除去する装置である。

20

## 【0009】

図1及び図2に示すように、ウエットエッチング装置（以下、単に「エッチング装置」と呼ぶ）1は、ウエハWを水平姿勢で鉛直軸周りに回転可能に保持するウエハ保持部3と、ウエハ保持部3に保持されたウエハWの周囲を囲みウエハWから飛散した処理液を受け取るカップ体2と、ウエハ保持部3に保持されたウエハWの上面の周縁部の上方に位置するリング状の防護壁52を有するカバー部材5と、カバー部材5を昇降させる昇降機構（移動機構）6と、ウエハ保持部3に保持されたウエハWに処理流体を供給する処理流体供給部7と、を備えている。

30

## 【0010】

上述したエッチング装置1の構成部材である、カップ体2、ウエハ保持部3、カバー部材5などは1つのハウジング11内に收容されている。ハウジング11の天井部付近には外部から清浄空気を取り込む清浄空気導入ユニット（ファンフィルタユニット）14が設けられている。また、ハウジング11の床面近傍にはハウジング11内の雰囲気気を排気する排気口15が設けられている。これにより、ハウジング11内にハウジング11の上部から下部に向けて流れる清浄空気のダウンフローが形成される。ハウジング11の一つの側壁には、シャッター12により開閉される搬入出口13が設けられている。ハウジング11の外部に設けられた図示しないウエハ搬送機構の搬送アームが、ウエハWを保持した状態で、搬入出口13を通過することができる。

40

## 【0011】

ウエハ保持部3（基板保持部）は、円板形状のパキュームチャックとして構成されており、その上面がウエハ吸着面31となっている。ウエハ吸着面31の中央部には吸引口32が開口している。ウエハ保持部3の下面中央部には、中空円筒形状の回転軸44が鉛直方向に延びている。回転軸44の内部空間には、吸引口32に接続された吸引管路（図示せず）が通っている。この吸引管路は、ハウジング11の外側において、真空ポンプ42に接続されている。真空ポンプ42を駆動することにより、ウエハ保持部3によりウエハWを吸着することができる。

## 【0012】

50

回転軸 4 4 は、軸受け 4 5 1 を内蔵した軸受ケーシング 4 5 に支持されており、軸受ケーシング 4 5 は、ハウジング 1 1 の床面に支持されている。回転軸 4 4 は、回転軸 4 4 上の被動プーリー 4 6 1、駆動モータ 4 6 3 の回転軸上の駆動プーリー 4 6 2、被動プーリー 4 6 1 及び駆動プーリー 4 6 2 間に掛け渡された駆動ベルト 4 6 4 からなる回転駆動機構（回転駆動部）4 6 により、所望の速度で回転させることができる。

【 0 0 1 3 】

図 3 に示すように、カップ体 2 は、ウエハ保持部 3 の外周を取り囲むように設けられた、有底円環形状の部材である。カップ体 2 は、ウエハ W に供給された後にウエハ W の外方に飛散する薬液を受け止めて回収し、外部に排出する役割を有する。

【 0 0 1 4 】

ウエハ保持部 3 により保持されたウエハ W の下面と、このウエハ W の下面に対向するカップ体 2 の内周側部分 2 1 の上面 2 1 1 との間には、比較的小さな（例えば 2 ~ 3 mm 程度の高さの）隙間が形成される。ウエハ W に対向する上面 2 1 1 には、2 つのガス吐出口 2 1 2、2 1 3 が開口している。これら 2 つのガス吐出口 2 1 2、2 1 3 は、同心の大径の円周および小径の円周に沿ってそれぞれ連続的に延びており、半径方向外向きに、かつ、斜め上方向に、ウエハ W の下面に向けてホット N<sub>2</sub> ガス（加熱された窒素ガス）を吐出する。

【 0 0 1 5 】

カップ体 2 の内周側部分 2 1 内に形成された 1 つまたは複数の（図では 1 つのみ示す）ガス導入ライン 2 1 4 から円環状のガス拡散空間 2 1 5 に N<sub>2</sub> ガスが供給され、N<sub>2</sub> ガスはガス拡散空間 2 1 5 内を円周方向に拡がりながら流れ、ガス吐出口 2 1 2、2 1 3 から吐出される。ガス拡散空間 2 1 5 に隣接してヒーター 2 1 6 が設けられており、N<sub>2</sub> ガスはガス拡散空間 2 1 5 内を流れているときに加熱され、その後、ガス吐出口 2 1 2、2 1 3 から吐出される。半径方向外側にあるガス吐出口 2 1 3 から吐出される N<sub>2</sub> ガスは、ウエハ W の被処理部位であるウエハ W の周縁部を加熱することにより、薬液による反応を促進し、また、ウエハ W の表面（上面）に向けて吐出された後に飛散する処理液のミストがウエハの裏面（下面）に周り込むことを防止する。半径方向内側にあるガス吐出口 2 1 2 から吐出される N<sub>2</sub> ガスは、ガス吐出口 2 1 2 が無い場合にウエハ W の周縁部のみが温められること並びにウエハ W 中心側においてウエハ W の下面近傍に負圧が生じることに起因して生じ得るウエハ W の歪みを防止する。

【 0 0 1 6 】

カップ体 2 の外周側部分 2 4 には、上部が開放した 2 本の円環状の凹部 2 4 1、2 4 2 がカップ体 2 の周方向に沿って形成されている。凹部 2 4 1、2 4 2 の間は、円環状の分離壁 2 4 3 により仕切られている。外側の凹部 2 4 1 の底部に排液路 2 4 4 が接続されている。また内側の凹部 2 4 2 の底部には排気口 2 4 7 が設けられており、この排気口 2 4 7 に排気路 2 4 5 が接続されている。排気路 2 4 5 には、エジェクタあるいは真空ポンプ等の排気装置 2 4 6 が接続されており、このエッチング装置 1 の動作中には、排気路 2 4 5 を介してカップ体 2 の内部空間が常時吸引され、内側の凹部 2 4 2 内の圧力がカップ体 2 外部のハウジング 1 内の圧力よりも低く維持されている。

【 0 0 1 7 】

カップ体 2 の内周側部分 2 1 の外周部（ウエハ W の周縁の下方の位置）から半径方向外側に向けて環状の案内板 2 5 が延びている。案内板 2 5 は半径方向外側にゆくにしたがって低くなるように傾斜している。案内板 2 5 は内側の凹部 2 4 2 の全体および外側の凹部 2 4 1 の内周側部分の上方を覆い、かつ、案内板 2 5 の先端部 2 5 1（半径方向外側周縁部）は、下方に向けて屈曲して外側の凹部 2 4 1 内に突入している。

【 0 0 1 8 】

また、カップ体 2 の外周側部分 2 4 の外周部には、外側の凹部 2 4 1 の外側の壁面と連続する外周壁 2 6 が設けられている。外周壁 2 6 は、その内周面により、ウエハ W から外方に飛散する流体（液滴、ガスおよびこれらの混合物など）を受け止め、外側の凹部 2 4 1 に向けて案内する。外周壁 2 6 は、水平面に対して 2 5 ~ 3 0 度の角度を成して半径方

10

20

30

40

50

向外側に向かうほど低くなるように傾斜する内側の流体受け面 261 と、流体受け面 261 の上端部から下方に延びる返し部 262 を有している。案内板 25 の上面 252 と流体受け面 261 との間に、ガス（空気、N<sub>2</sub> ガス等）とウエハ W から飛散した液滴とが流れる排気流路 27 が形成される。

【0019】

排気流路 27 を通って外側の凹部 241 に流入したガスおよび液滴の混合流体は、案内板 25 と分離壁 243 との間を流れて内側の凹部 242 に流入する。案内板 25 と分離壁 243 との間を通過するとき、混合流体の流れ方向が急激に転向され、混合流体に含まれる液体（液滴）は、案内板 25 の先端部 251 または分離壁 243 に衝突して、流体から分離され、案内板 25 の下面あるいは分離壁 243 の表面を伝わって外側の凹部 241 に流入し、排液路 244 から排出される。液滴が取り除かれて内側の凹部 242 に流入した流体は排気路 245 から排出される。

10

【0020】

カバー部材 5 は、処理が実行されるときに、カップ体 2 の上部開口周縁部と対向するように配置される全体としてリング形状の部材である。

【0021】

図 1 ~ 図 3 に示すように、カバー部材 5 は、リング状のベース部 51 と、ベース部 51 の内側に配置されたリング状の防護壁 52 と、ベース部 51 と防護壁 52 とを連結する複数の連結部材 53 とを有している。ベース部 51 の内側面（内周面）51A と防護壁 52 の外側面（外周面）52B との間に円周方向に沿って延びる周方向隙間 54 が形成されている。周方向隙間は、連結部材 53 の位置で分断される。

20

【0022】

防護壁 52 の下端 523（詳細には下端 523 の外周縁及び内周縁の両方）はウエハ W の外周端 W<sub>e</sub> よりも内側に位置している。下端 523 とウエハ W の上面との間に第 1 隙間 G1 が形成される。また、カップ体 2 の上部開口を画定する壁体表面（返し部 262 の内周面）と防護壁 52 の外側面 52B との間に第 2 隙間 G2 が形成される。この第 2 隙間 G2 は、カバー部材 5 のベース部 51 の内側面 51A と防護壁 52 の外側面 52B との間に形成される周方向隙間 54 と繋がっている。

【0023】

防護壁 52 は、ウエハ W に供給された後にウエハ W の外方に飛散した処理液がウエハ W に再度付着することを防止するシールドの機能と、ウエハ W の上方からカップ体 2 内に引き込まれる気流を整流する機能とを有している。

30

【0024】

一実施形態において、防護壁 52 の下端 523 の外周縁 523e の半径方向位置は、ウエハ W の周縁部 W<sub>p</sub> の内周縁 W<sub>i</sub> の半径方向位置と概ね一致させることができる。なお、「ウエハ W の周縁部 W<sub>p</sub>（図 3 を参照）」とは、ウエハ W の中心を中心とするデバイス形成領域の外接円（すなわち、ウエハ W の中心を中心とする円であって、当該円より外側にデバイス形成領域が全く含まれないように決定された最小半径を有する円）から、ウエハ W のエッジ（APEX と呼ぶ）W<sub>e</sub> までの円環状の領域を意味する。また、「ウエハ W の周縁部 W<sub>p</sub> の内周縁 W<sub>i</sub>」は前記外接円と一致する。

40

【0025】

ウエハ保持部 3 にウエハ W が保持され、かつ、カバー部材 5 が処理位置に位置したときの状態が平面図である図 2 に示されている。図 2 において、符号 W<sub>e</sub> はウエハ W の外周端（エッジ）を示している。

【0026】

図 1 及び図 2 に示すように、カバー部材 5 を昇降させる昇降機構 6 は、カバー部材 5 を支持する支持体 58 に取り付けられた複数（本例では 4 つ）のスライダー 61 と、各スライダー 61 を貫通して鉛直方向に延びるガイド支柱 62 とを有している。各スライダー 61 には、リニアアクチュエータ例えばシリンダモータ 63 のロッド 631 が連結されている。シリンダモータ 63 を駆動することにより、スライダー 61 がガイド支柱 62 に沿っ

50

て上下動し、これによりカバー部材5を昇降させることができる。カップ体2はカップ昇降機構(詳細は図示せず)の一部を成すリフタ65に支持されており、リフタ65を図1に示す状態から下降させると、カップ体2が下降し、ウエハ搬送機構の搬送アーム(図示せず)とウエハ保持部3との間でのウエハWの受け渡しが可能となる。

【0027】

なお、カップ体2、ウエハ保持部3およびカバー部材5を、特許文献1(特開2014086638号公報)(これは、本件出願人による先行特許出願に係る特許公開公報である。)に記載されたように構成することができる。あるいは、カップ体2、ウエハ保持部3およびカバー部材5を、本件出願人による先行特許出願に係る特開2014-086639号公報に記載されたように構成することもできる。

10

【0028】

次に、図1、図2、図4および図5を参照して、処理流体供給部7について説明する。図2に示すように、処理流体供給部7は、ウエハWの表面の周縁部に処理流体を供給するための3つの表面ノズル71, 72, 73を有している。詳細には、処理流体供給部7は、薬液(ここではエッチング液としてのHF(フッ酸))を吐出する薬液ノズル71と、リンス液(本例ではDIW(純水))を吐出するリンスノズル72と、乾燥用ガス(図示例ではN<sub>2</sub>ガス)を吐出するガスノズル73とを有している。薬液ノズル71、リンスノズル72およびガスノズル73は共通のノズルホルダ74に取り付けられている。ノズルホルダ74は、カバー部材5を支持する支持体58に取り付けられたリニアアクチュエータ例えばシリンダモータ75のロッド751に取り付けられている。シリンダモータ75を駆動することにより、表面ノズル71~73からウエハW上への処理流体の供給位置をウエハWの半径方向に移動させることができる。

20

【0029】

図2及び図4(a)に示すように、表面ノズル71~73は、カバー部材5の内周面に形成された凹所56に収容されている。凹所56は、2つの連結部材53の間に挟まれている。各表面ノズル72, 73は、図4(b)において矢印Aで示すように、斜め下方に向けて、かつ、矢印Aで示す吐出方向がウエハの回転方向Rwの成分を持つように処理流体を吐出する。表面ノズル71(薬液ノズル71)からの薬液の吐出方向については後述する。表面ノズル72(リンスノズル72)から図4(b)に示す方向にリンス液を供給することにより、リンス液がウエハWに衝突することに起因して生じる液滴の発生を抑制することができる。表面ノズル71, 72, 73には、図2に概略的に示す処理流体供給機構711, 721, 731から上記の処理流体が供給される。各処理流体供給機構711, 721, 731はそれぞれ、タンク、工場用力等の処理流体供給源と、処理流体供給源から表面ノズルに処理流体を供給する管路、管路に設けられた開閉弁、および流量制御弁等の流量調節機器などから構成することができる。

30

【0030】

1枚のウエハWに対して別の種類の薬液、例えば酸性の薬液とアルカリ性の薬液が供給される場合、前述したノズル71~73のセットと同様の別のノズルセットをさらに設けてもよい。この別のノズルセットは、上述した凹所56からカバー部材5の円周方向に離れた位置において、カバー部材5の内周面に形成された凹所56と同様の凹所(図示せず)に収容すればよい。なお別のノズルセットから供給される薬液はエッチング液に限らず、例えばエッチング残渣を除去するための洗浄用の薬液であってもよい。

40

【0031】

表面ノズル71~73のうちの少なくとも薬液ノズル71は、当該薬液ノズル71が吐出されるエッチング液(薬液)の吐出方向が変更できるように設けられていることが好ましい。具体的には例えば、図4(a)に概略的に示すように、ノズルホルダ74を水平軸線回りに回転させるノズルホルダ回転機構(ノズル方向調節機構)90を設けることができる。ノズルホルダ回転機構90は、例えばロッド751とノズルホルダ74との間に介在させることができる。ノズルホルダ回転機構は、ロッド751を水平軸線回りに回転させる機構であってもよい。シリンダモータ75全体を揺動させる機構により、薬液ノズル

50

71の向きを変更することもできる。また、図4(a)に概略的に示すように、ノズルホルダ74に、少なくとも薬液ノズル71を鉛直軸線回りに回転させるノズル回転機構(ノズル方向調節機構)91を設けてもよい。薬液ノズル71からの薬液の吐出方向を変化させることができるのであれば、例示したノズル方向調節機構(90, 91)以外のノズル方向調節機構を設けてもよい。ノズル方向調節機構を設けることにより、後述する角度および角度のうちの少なくとも一方を変更することができる。

#### 【0032】

また、図3に示すように、処理流体供給部7は、ウエハWの裏面の周縁部に処理液を供給するための複数の裏面ノズル76を有している(図3では1つだけ表示されている)。複数の裏面ノズル76は、カップ体2の内周側部分21のガス吐出口213よりも外側の領域において(カップ体2の)円周方向に関して異なる位置に形成されている。各裏面ノズル76は、カップ体2の内周側部分21の上面211の外周部に穿たれた孔により形成されている。各裏面ノズル76は、ウエハWの下面周縁部に向けて、ウエハWの外方に向けてかつ斜め上向きに処理液を吐出する。少なくとも1つの裏面ノズル76からは、薬液ノズル71(あるいは別のノズルセットの薬液ノズル)から吐出される薬液と同じ薬液を吐出することができる。また、少なくとも他の一つの裏面ノズル76からは、リンスノズル72から吐出されるリンス液と同じリンス液を吐出することができる。各裏面ノズル76には、図3に示すように、前述した処理流体供給機構711, 721と同様の構成を有する処理流体供給機構77が接続されている。

#### 【0033】

複数の裏面ノズル76のうちの少なくとも薬液を吐出するための裏面ノズル76にも、薬液の吐出方向を変化させることができる機構を設けることができる。具体的には例えば、図5に示すように、カップ体2の内周側部分21の上面211のうちの図3において裏面ノズル76(孔)が形成されていた場所に、吐出部材76a(それ自体が裏面ノズルである)を鉛直軸線回りに回転可能に埋設してもよい。吐出部材76aを回転させるために図示しないロータリーアクチュエータを設けることができる。吐出部材76aは、斜め上方に向けて液を吐出する吐出口を有している。従って、吐出部材76aを鉛直軸線回りに回転させることにより、吐出部材76aから吐出される液の吐出方向を変化させることができる。吐出部材76aは、水平軸線回りに回転可能に設けてもよい。

#### 【0034】

図1に概略的に示すように、エッチング装置1は、その全体の動作を統括制御するコントローラ(制御部)8を有している。コントローラ8は、エッチング装置1の全ての機能部品(例えば、回転駆動機構46、昇降機構6、真空ポンプ42、各種処理流体供給機構等)の動作を制御する。コントローラ8は、ハードウェアとして例えば汎用コンピュータと、ソフトウェアとして当該コンピュータを動作させるためのプログラム(装置制御プログラムおよび処理レシピ等)とにより実現することができる。ソフトウェアは、コンピュータに固定的に設けられたハードディスクドライブ等の記憶媒体に格納されるか、あるいはCD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の着脱可能にコンピュータにセットされる記憶媒体に格納される。このような記憶媒体が図1において参照符号81で示されている。プロセッサ82は必要に応じて図示しないユーザーインターフェースからの指示等に基づいて所定の処理レシピを記憶媒体81から呼び出して実行させ、これによってコントローラ8制御の下でエッチング装置1の各機能部品が動作して所定の処理が行われる。

#### 【0035】

次に、上記コントローラ8の制御の下で行われるエッチング装置1の動作について説明する。

#### 【0036】

##### [ウエハ搬入]

まず、昇降機構6によりカバー部材5を退避位置(図1に示した位置よりも上方の位置)に位置させるとともに、カップ昇降機構のリフタ65によりカップ体2を下降させる。次いで、ハウジング11のシャッター12を開いて図示しない外部のウエハ搬送機構の搬

10

20

30

40

50

送アーム（図示せず）をハウジング 1 1 内に進入させ、搬送アームにより保持されたウエハ W をウエハ保持部 3 の真上に位置させる。次いで、搬送アームをウエハ保持部 3 の上面より低い位置まで降下させて、ウエハ W をウエハ保持部 3 の上面に載置する。次いで、ウエハ保持部 3 によりウエハを吸着する。その後、空の搬送アームをハウジング 1 1 内から退出させる。次いで、カップ体 2 を上昇させ図 1 に示す位置に戻すとともに、カバー部材 5 を図 1 に示す処理位置まで降下させる。以上の手順により、ウエハの搬入が完了し、図 1 に示す状態となる。すなわち、ウエハ W は、表面が上向きに、裏面が下向きになるようにウエハ保持部 3 により保持される。

#### 【 0 0 3 7 】

##### [ エッチング処理（薬液処理） ]

次に、ウエハ W に対するエッチング処理が行われる。ウエハ W を回転させ、また、カップ体 2 のガス吐出口 2 1 2、2 1 3 からホット N<sub>2</sub> ガスを吐出させて、ウエハ W、特に被処理領域であるウエハ W 周縁部をエッチング処理に適した温度（例えば 60 程度）まで加熱する。なお、ウエハ W の加熱を必要としない薬液処理を行う場合には、ヒーター 2 1 6 を動作させずに常温の N<sub>2</sub> ガスを吐出してもよい。ウエハ W が十分に加熱されたら、ウエハ W を回転させたままで薬液ノズル 7 1 からエッチング液（エッチング用の薬液、例えば HF）をウエハ W の表面の周縁部に供給し、ウエハ W の表面の周縁部にある不要な膜を除去する。これと同時に、必要に応じて、裏面ノズル 7 6 から薬液をウエハ W の裏面の周縁部に供給し、ウエハ W 裏面の周縁部にある不要な膜を除去してもよい。薬液は、除去された膜由来の物質（反応生成物）と一緒にウエハ W の外方に飛散し、カップ体 2 により回収される。ウエハ W へのエッチング液の供給条件およびエッチング液の挙動は後に詳述する。

#### 【 0 0 3 8 】

このとき、カップ体 2 の内部空間は排気路 2 4 5 を介して吸引されて負圧となっているため、ウエハ W の表面の上方にある気体（清浄空気導入ユニット 1 4 からハウジング 1 1 に導入された清浄空気）が、第 1 隙間 G 1 及び第 2 隙間 G 2 を介してカップ体 2 内の排気流路 2 7 に引き込まれる。また、ガス吐出口 2 1 2、2 1 3 から吐出された N<sub>2</sub> ガスは、ウエハ W の回転の影響によりカップ体 2 の内周側部分 2 1 の上面 2 1 1 とウエハ W の裏面との間の空間から外方に流出し、排気流路 2 7 に流入する。上述したガス（清浄空気および N<sub>2</sub> ガス）の流れが形成されているため、ウエハ W から飛散（離脱）した薬液の液滴あるいはミストは、ガスの流れに乗って排気流路 2 7 を流下し、ウエハ W の周縁部の近傍から遠ざかる。従って、ウエハ W から離脱した薬液が、ウエハ W に再付着することが防止される。

#### 【 0 0 3 9 】

##### [ リンス処理 ]

所定時間薬液処理を行った後、引き続きウエハ W の回転およびガス吐出口 2 1 2、2 1 3 からの N<sub>2</sub> ガスの吐出を継続し、薬液ノズル 7 1 および薬液用の裏面ノズル 7 6 からの薬液の吐出を停止して、リンスノズル 7 2 およびリンス液用の裏面ノズル 7 6 からリンス液（DIW）をウエハ W の周縁部に供給し、リンス処理を行う。このリンス処理により、ウエハ W の表面上および裏面上に残存する薬液および反応生成物等が洗い流される。

#### 【 0 0 4 0 】

リンス処理の後に、エッチング処理により生じたエッチング残渣を除去するために薬液洗浄処理を行い、その後再びリンス処理を行ってもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

##### [ 乾燥処理 ]

所定時間リンス処理を行った後、引き続きウエハ W の回転およびガス吐出口 2 1 2、2 1 3 からの N<sub>2</sub> ガスの吐出を継続し、リンスノズル 7 2 およびリンス液用の裏面ノズル 7 6 からのリンス液の吐出を停止して、ガスノズル 7 3 から乾燥用ガス（N<sub>2</sub> ガス）をウエハ W の周縁部に供給し、乾燥処理を行う。以上により 1 枚のウエハ W に対する一連の液処理が終了する。

#### 【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

リンス処理時および乾燥処理時にも薬液処理時と同様のガスの流れがカップ体 2 の内部および周辺に形成されており、ウエハ W から飛散した液は、ガスの流れに乗って排気流路 27 を流下し、ウエハ W の周縁部の近傍から遠ざかる。

【 0 0 4 3 】

[ ウエハ搬出 ]

その後、カバー部材 5 を上昇させて退避位置に位置させるとともにカップ体 2 を下降させる。次いで、ハウジング 11 のシャッター 12 を開いて図示しない外部のウエハ搬送機構の搬送アーム（図示せず）をハウジング 11 内に進入させ、空の搬送アームをウエハ保持部 3 に保持されたウエハ W の下方に位置させた後に上昇させ、ウエハ W の吸着を停止した状態のウエハ保持部 3 から搬送アームがウエハ W を受け取る。その後、ウエハを保持した搬送アームがハウジング 11 内から退出する。

10

【 0 0 4 4 】

次に、図 6 を参照して、薬液ノズル 71 からウエハ W の表面に吐出されたエッチング液 C H M の吐出条件を説明するための各種パラメータについて説明する。

図 6 において、各符号の定義は以下の通りである。

$A_x$  : ウエハ W の回転軸線

$W_c$  : ウエハ W の表面と回転軸線  $A_x$  との交点（ウエハ W の表面上におけるウエハ W の回転中心）

$P_E$  : エッチング液 C H M の吐出点（薬液ノズル 71 の吐出口）

$P_F$  : エッチング液 C H M のウエハ W 表面上の着液点

$\omega$  : ウエハ W の角速度

$r$  : 回転中心  $W_c$  から着液点  $P_F$  までの距離

$L_T$  : 回転中心  $W_c$  を中心として半径  $r$  を有する円（これはウエハ W の表面と同一平面上にある）の円周上の着液点  $P_F$  における接線

$V_T$  : 着液点  $P_F$  におけるウエハ W の接線方向速度（ $= \omega r$ ）

$V_C$  : 吐出点  $P_E$  から着液点  $P_F$  に向かうエッチング液 C H M の速度（速度ベクトルの大きさ）

$F_1$  : 吐出点  $P_E$  からウエハ W の表面に引いた垂線  $L_{P1}$  の足

$F_2$  : 足  $F_1$  から接線  $L_T$  に引いた垂線  $L_{P2}$  の足

$\theta_1$  : 線分  $P_E P_F$  と線分  $F_1 P_F$  とが成す角度

$\theta_2$  : 線分  $F_1 P_F$  と線分  $F_2 P_F$  とが成す角度

なお、エッチング液 C H M の速度ベクトルの接線方向成分（ $V_T$  方向成分）の向きは、ウエハ W の回転方向と同じであることが好ましい。ウエハ W の回転方向と逆であると、エッチング液 C H M の飛散（液はね）を制御するのが困難となる。但し、エッチング液 C H M の飛散の制御に問題が生じないのならば、エッチング液 C H M の速度ベクトルの接線方向成分とウエハ W の回転方向とは逆であってもよい。

【 0 0 4 5 】

発明者の研究により、 $V_T / (V_C \times \cos \theta_1 \times \cos \theta_2)$  の値が大きくなると、薬液ノズル 71 から吐出されたエッチング液 C H M は、着液点  $P_F$  に着液すると直ちにウエハ W から離脱し、着液点  $P_F$  を出発点としてウエハ W の表面に広がらないことが見いだされた。このようなエッチング液の挙動をエッチング液の「即時離脱」と呼び、エッチング液の即時離脱が生じる条件を即時離脱条件と呼ぶ。なお、エッチング液が即時離脱するときには、エッチング液はウエハ W の表面により跳ね返されたように見える。

40

【 0 0 4 6 】

一方、 $V_T / (V_C \times \cos \theta_1 \times \cos \theta_2)$  の値が小さくなると、薬液ノズル 71 から吐出されたエッチング液 C H M は、着液点  $P_F$  に着液した後に着液点  $P_F$  の半径方向外側の領域を覆う（濡らす）ようにウエハ W の表面上を広がり、その後ウエハ W から離脱する。このようなエッチング液の挙動をエッチング液の「濡れ広がり（あるいは、濡れ広がり後の離脱）」と呼び、エッチング液の濡れ広がりが生じる条件を濡れ広がり条件と呼ぶ。

なお、上記の記載より明らかかなように、即時離脱条件とは、薬液ノズル 71 から吐出され

50

たエッチング液 C H M がウエハ W の周縁部の着液点 P<sub>F</sub> に着液した後にウエハ W から離脱するまでの時間が相対的に短くかつエッチング液 C H M のウエハ W の表面上への広がり相対的に小さい第 1 条件であるとも言え、濡れ広がり条件とは、薬液ノズル 7 1 から吐出されたエッチング液 C H M がウエハ W の周縁部の着液点 P<sub>F</sub> に着液した後にウエハ W から離脱するまでの時間が相対的に長くかつエッチング液 C H M のウエハ W の表面上への広がりが相対的に大きい第 2 条件であるとも言える。

【 0 0 4 7 】

なお、エッチング液の粘度、エッチング液のウエハ W 表面に対する濡れ性などの条件が変化すると、エッチング液の即時離脱が生じる  $V_T / (V_C \times \cos \theta \times \cos \alpha)$  の値は変化するが、 $V_T / (V_C \times \cos \theta \times \cos \alpha)$  が大きくなるとエッチング液の即時離脱が生じ、 $V_T / (V_C \times \cos \theta \times \cos \alpha)$  が小さくなるとエッチング液の濡れ広がり生じるという傾向には変化は無い。

10

【 0 0 4 8 】

なお、即時離脱条件が成立するためのパラメータの関係を理解していれば、任意のウエハ W の表面状態（エッチング液に対する濡れ性等）およびエッチング液の状態（粘度、表面張力等）の組み合わせに対して、簡単な予備試験を行うことにより即時離脱条件を見いだすことは当業者にとって容易である。例えば、4 つのパラメータ  $V_T$ 、 $V_C$ 、 $\cos \theta$ 、 $\cos \alpha$  のうちの 3 つを適当な値に固定して、残りの 1 つのパラメータ値を変更しながらエッチング液の着液後の挙動を観察することにより、即時離脱条件を容易に見つけ出すことができる。また例えば、 $\cos \theta$  が小さくなるように  $\theta$  を変化させても即時離脱条件が見いだせなければ、 $\theta$  を適当な大きな値に固定した状態で  $\cos \alpha$  が小さくなるように  $\alpha$  を変化させることにより即時離脱条件を探せばよい。

20

【 0 0 4 9 】

着液点 P<sub>F</sub> におけるウエハ W の接線方向速度  $V_T$  は、ウエハ W の回転速度に比例して変化するため、 $V_T$  を調節するにはウエハ W の回転速度（単位時間当たりの回転数）を変更すればよい。

【 0 0 5 0 】

吐出点 P<sub>E</sub> から着液点 P<sub>F</sub> に向かうエッチング液 C H M の速度  $V_C$  は、同じノズルを使用している限りにおいて、エッチング液の吐出流量に比例して変化する。従って、 $V_C$  を調節するには、ノズルに供給されるエッチング液の流量を調節すればよい。

30

【 0 0 5 1 】

角度  $\theta$ 、 $\alpha$  は、薬液ノズル 7 1 の向きを変更することによって調節することができる。角度  $\theta$ 、 $\alpha$  の両方を変化させるには、二軸のノズル角度変更機構（例えば前述した回転機構 9 0、9 1 の両方）が必要となる。ノズル角度変更機構の構造の複雑化を避けたい場合には、角度  $\theta$ 、 $\alpha$  のいずれか一方のみを変化させても構わない。この場合でも、 $V_C \times \cos \theta \times \cos \alpha$  の値を調節することができる。

【 0 0 5 2 】

$V_C$  のみを調節（つまり薬液ノズル 7 1 に供給されるエッチング液の流量のみを調節）することのみによっても  $V_C \times \cos \theta \times \cos \alpha$  の値を調節することができる。従って、基板処理装置で行う処理が限定されている等の理由により  $V_C \times \cos \theta \times \cos \alpha$  を広範囲にわたって変化させる必要が無いならば、薬液ノズル 7 1 の向きを固定して  $V_C$  のみを変化させることにより  $V_C \times \cos \theta \times \cos \alpha$  を変化させてもよい。

40

【 0 0 5 3 】

以下は、薬液ノズル 7 1 の向きを固定して  $V_C$  のみを変化させることにより  $V_C \times \cos \theta \times \cos \alpha$  を変化させた場合において、 $V_C$  に比例する値であるノズルに供給されるエッチング液の流量と、 $V_T$  に比例する値であるウエハ W の回転速度との組み合わせにおいて、エッチング液の即時離脱が生じたか（ $\times$  が付けられている）、エッチング液の濡れ広がりが生じたか（ $\circ$  が付けられている）について示す表である。

50

【表 1】

		回転速度 (rpm)					
		100	600	1200	1800	2500	3000
流量 (ml/min)	5	○	○	×	×	×	×
	7	○	○	○	×	×	×
	10	○	○	○	○	×	×
	15	○	○	○	○	○	○
	20	○	○	○	○	○	○
	25	○	○	○	○	○	○

## 【0054】

表 1 に示された結果からも、 $V_T / (V_C \times \cos \theta \times \cos \phi)$  の値がエッチング液の即時離脱が生じるか濡れ広がりが生じるかの判断基準とできるであろうことが推認できる。

## 【0055】

なお、エッチング液がウエハWに着液後直ちにウエハWから離脱するという事は、エッチング液の跳ね返りあるいはスプラッシュが生じるということである。このようなエッチング液の跳ね返りが生じると、ウエハWの近傍にエッチング液のミストが浮遊することになる。エッチング液のミストがウエハに再付着すると、パーティクルの原因となる。この問題は、ウエハW周縁部の気流を最適化することにより（例えば特許文献 1 の記載の技術の採用、カップ体 2 の排気量の増大等により）解消可能である。なお、従来技術では、ミストの発生を抑制する観点から濡れ広がり条件による処理を行っている。

## 【0056】

即時離脱条件では、エッチング液が着液点の周囲に広がることなく直ちにウエハWから離脱するので、着液点のみがエッチングされる。このため、エッチングされる領域とエッチングされない領域との境界の位置を精密に制御することができる。また、濡れ広がりにより意図しない領域までエッチングされてしまうこともない。

## 【0057】

なお、厳密には、エッチング液は、点ではなく面でウエハWの表面上に着液する。つまり、薬液ノズル 7 1 から吐出されたエッチング液の液柱とウエハWの表面との交線により囲まれた図形は略円形または略楕円形であり有限の面積を有している。しかしながら、本明細書では、説明の便宜上、上記の交線で囲まれた図形全体を「着液点」と呼んでいる。

## 【0058】

本実施形態では、即時離脱条件のみを用いるか、あるいは即時離脱条件と濡れ広がり条件とを組み合わせ用いてウエットエッチング処理を行うことにより、ウエハWの意図する部位のみを選択的に精密にエッチングすることができる。なお、濡れ広がり条件は、被エッチング領域の精密な制御が必要の無い部分をエッチングする場合、あるいは広い範囲をまとめてエッチングする場合などに用いることができ、基板処理装置の動作の制御の簡略化に寄与する。

## 【0059】

以下に、ウエハWの表面（裏面）に形成された膜（図 7、図 8、図 10、図 11 において参照符号 F で示す）のエッチングの具体例について説明する。以下においては、ウエハWの周縁部が、ラウンド形状となっているものとする。

## 【0060】

[ 実施例 1 ]

実施例 1 では、ウエハ W の表面側の周縁部のフラット部およびラウンド部の両方を即時離脱条件でエッチングする。まず、図 7 ( A ) に示すように、ラウンド部 ( 図 7 ( A ) において参照符号 W R で示した半円の円弧の輪郭を有する部分 ) のエッチングを行う ( 第 1 エッチング工程 ) 。このとき、ラウンド部に沿って着液点 P F を移動させてゆくと、エッチング液のウエハ W 表面 ( ラウンド部の表面 ) に対する入射角 ( これは概ね角度 に相当する ) が変化する。このため、着液点 P F の位置に関わらず即時離脱条件が維持されるように、薬液ノズル 7 1 の向きを変化させながら着液点 P F を移動させてゆく。この場合、前述した角度 および角度 のうちの少なくともいずれか一方 ( 例えば角度 のみ ) が変化するように薬液ノズル 7 1 の向きを変化させればよい。着液点 P F の移動に伴いウエハ W の回転速度、あるいは薬液ノズル 7 1 からのエッチング液の吐出流量を変化させてもよい。着液点 P F はフラット部 ( ラウンド部に続く平坦な部分 ) から遠ざかるように移動させてもよいし、フラット部に近づくように移動させてもよい。

10

【 0 0 6 1 】

次に、図 7 ( B ) に示すように、フラット部 W F ( 図 7 ( A ) において参照符号 W F で示した平坦な部分 ) のエッチングを行う ( 第 2 エッチング工程 ) 。フラット部をエッチングするときには、着液点の移動に伴うエッチング液のウエハ W 表面に対する入射角 ( 角度 および角度 の両方 ) の変化は生じない。従って、フラット部のエッチング時には角度 、角度 、ウエハ W の回転速度、薬液ノズル 7 1 からのエッチング液の吐出流量を概ね一定に維持しても即時離脱条件を維持することができる。この場合、ラウンド部から遠ざけるように半径方向内向きに着液点 P F を移動させてゆき、所望のカット幅 ( ウエハ W のエッジからの距離 ) に対応する位置に着液点 P F が移動したら、薬液ノズル 7 1 からのエッチング液の吐出を停止すればよい。なお、これとは逆に、ラウンド部に近づくように着液点 P F を移動させても構わない。

20

【 0 0 6 2 】

実施例 1 において、フラット部のエッチングを先に実行し、ラウンド部のエッチングを後から実行することも可能である。

【 0 0 6 3 】

[ 実施例 2 ]

実施例 2 では、まず図 8 ( A ) に示すようにウエハ W の裏面側のラウンド部を即時離脱条件でエッチングし ( 第 1 エッチング工程 ) 、引き続き図 8 ( B ) に示すようにフラット部を即時離脱条件でエッチングする ( 第 2 エッチング工程 ) 。この場合、裏面ノズル 7 6 の吐出部材 7 6 a ( 図 5 を参照 ) を動かして着液点 P F を移動させながらラウンド部およびフラット部のエッチングを行う。なお、図 5 に示した裏面ノズル 7 6 は、構造上、着液点 P F に依存して角度 および角度 が決まってしまう、着液点 P F と角度 および角度 とを独立して調節できない。このため、着液点 P F の移動に応じてウエハ W の回転速度あるいは裏面ノズル 7 6 からのエッチング液の吐出流量を調節することにより、即時離脱条件の維持を行うことになる。図 5 に示した裏面ノズル 7 6 において、裏面ノズル 7 6 の吐出口の仰角を変更する機構を追加すれば、前述した角度 を独立して調節することができるようになるため、即時離脱条件の維持を容易に行うことができる。

30

【 0 0 6 4 】

[ 実施例 3 ]

図 9 および図 1 0 を参照して実施例 3 について説明する。実施例 3 について説明する前に、実施例 3 の比較例について説明する。図 1 0 ( A ) に示したような形態の膜が形成されているウエハ W に対して、着液点をラウンド部よりもやや半径方向内側の位置 ( 図 9 のグラフ中の領域 A 2 内 ) に固定した状態で濡れ広がり条件でエッチングを行うと、図 9 に示すようなエッチング量の分布が生じる。図 9 において領域 A 1 , A 2 , A 3 は被エッチング領域である。領域 A 1 はラウンド部、領域 A 2 はラウンド部よりも僅かに半径方向内側にあるフラット部、領域 A 3 は領域 A 2 よりも僅かに半径方向内側にあるフラット部である。

40

【 0 0 6 5 】

50

図9のグラフにおいて、横軸はウエハW上における半径方向位置（単位mm）であり、150.0mmは12インチウエハWのエッジの位置である。縦軸は、エッチング対象膜の膜厚である（単位はオングストローム）。なお、膜厚は膜厚値そのものではなく膜厚変化に着目されたい。

【0066】

図9のグラフにおいて、「initial」と記載された水平線（概ね2200オングストロームに対応）は、エッチング対象膜の初期膜厚分布を示しており、被エッチング領域において初期膜厚は概ね均一である。グラフ中において、「ideal」と記載されたカーブは、理想的なエッチングプロファイルである。「HF30sec」、「HF180sec」と記載されたカーブは、着液点を領域A2内に固定して濡れ広がり条件でエッチングを30秒、180秒行った場合に得られたエッチングプロファイルである。エッチング液はフッ酸であり、エッチング対象膜は窒化シリコン（SiN）膜である。

10

【0067】

「HF180sec」の場合、領域A1のエッチング量が理想的エッチング量に対して大幅に不足し、領域A3のエッチング量が理想的エッチング量に対してやや不足している。エッチング量が不足している部分のエッチング量を理想的エッチング量に近づけようとしてエッチング時間を延ばすと、領域A2の下地膜が許容限度を超えて削られるオーバーエッチングが生じるおそれがある。

【0068】

理想的なエッチングプロファイルを実現するために実施例3を用いることができる。実施例3では、即時離脱条件と濡れ広がり条件とを組み合わせるエッチングを行う。

20

【0069】

実施例3では、まず図10(A)に示すように、領域A1内における領域A2との境界付近に着液点P<sub>F</sub>を位置させ、濡れ広がり条件で領域A1（ラウンド部）のエッチングを行う（第1エッチング工程）。このとき、薬液ノズル71を移動させることにより着液点P<sub>F</sub>を低速で移動させてもよい。このエッチングにより、領域1における「HF180sec」のカーブの膜厚と「ideal」のカーブの膜厚との差D1（図9を参照）に概ね相当する膜厚をエッチングすることが好ましい。

【0070】

次に、図10(B)に示すように、領域A2内における領域A1との境界付近に着液点P<sub>F</sub>を位置させ、濡れ広がり条件で領域A2（フラット部）のエッチングを行う（第2エッチング工程）。エッチング条件は比較例（例えば「HF180sec」の膜厚分布カーブが得られる条件）と同じでよい。着液点P<sub>F</sub>は領域A2内の特定半径方向位置に固定してもよいし、当該特定半径方向位置から多少移動させてもよい。なお、このときは、濡れ広がり条件が採用されているため、領域A1（ラウンド部）にもエッチング液は広がり、領域A1もエッチングされる。第2エッチング工程が終了したら、図9に示す膜厚差D2が存在する点を除き、「ideal」のカーブに概ね相当する膜厚分布が得られる。

30

【0071】

最後に、図10(C)に示すように、領域A2内（フラット部）に着液点P<sub>F</sub>を位置させ、着液点P<sub>F</sub>を領域A3の最内周部まで移動させながら、即時離脱条件で領域A3内のエッチングを行う（第3エッチング工程）。着液点を徐々に半径方向内側に移動させておき、目標カット領域までのエッチングが終了したら薬液ノズル71からのエッチング液の吐出を終了する。このとき、図9に示す膜厚差D2に相当するエッチングがなされるように、薬液ノズル71の移動速度を変化させることができる。このとき、膜厚差D2が大きな部分では薬液ノズル71の移動速度を低下させることができる。

40

【0072】

上記のように第1～第3エッチング工程を実行することにより、図9の「ideal」のカーブに近い膜厚分布を得ることができる。なお、濡れ広がりが維持される条件範囲の方が、即時離脱が維持される条件範囲よりも広いので、全体としてエッチング条件の管理が容易である。

50

## 【 0 0 7 3 】

## [ 実施例 4 ]

実施例 4 は、図 1 1 に示すように、フラット部と、ラウンド部の表面側の一部にしか除去対象膜が存在していないウエハ W のベベルウエットエッチングに関する。このような膜厚分布は、ベベルドライエッチングによりラウンド部にある除去対象膜の大部分が予め除去されている場合、フォーカスリングにラウンド部まで除去対象膜が形成されないように CVD 成膜を行った場合等に生じる。

## 【 0 0 7 4 】

実施例 4 では、着液点 P<sub>F</sub> を膜の最外周部分から半径方向内側に移動させながら、エッチング対象領域の全てを即時離脱条件によりエッチングする。これにより、ラウンド部の膜が形成されていない部分にエッチング液が触れないようにしつつ、所望の領域のみのエッチングを行うことができる。こうすることにより、除去対象膜が形成されていない部分のエッチングが回避される。

10

## 【 0 0 7 5 】

上記実施形態によれば、即時離脱条件を満足するようにウエハ W にエッチング液を供給することにより、カット幅（エッチングによる膜の除去範囲）を精密に制御することができる。なお、先に説明した実施例 3 の比較例のようにエッチングを行った場合、カット幅を例えば 0.5 mm 以下程度まで狭くするために着液点をラウンド部とフラット部との境界付近まで近づけると、エッチング液の一部がフラット部に着液し残部がラウンド部に着液する。（なお、カット幅とは、ウエハ半径方向に測定した、ウエハエッジから上記境界までの距離を意味する。）この場合、エッチング液の広がり方がフラット部とラウンド部とで異なるため、エッチング液の液膜に乱れが生じ、その結果、エッチング領域とエッチングされない領域との境界が波打って不均一となる。しかしながら、即時離脱条件では、ウエハ W に着液したエッチング液が直ちに離脱するため、着液点をラウンド部とフラット部との境界上に設定してもそのような問題は生じない。

20

## 【 0 0 7 6 】

今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

## 【 符号の説明 】

30

## 【 0 0 7 7 】

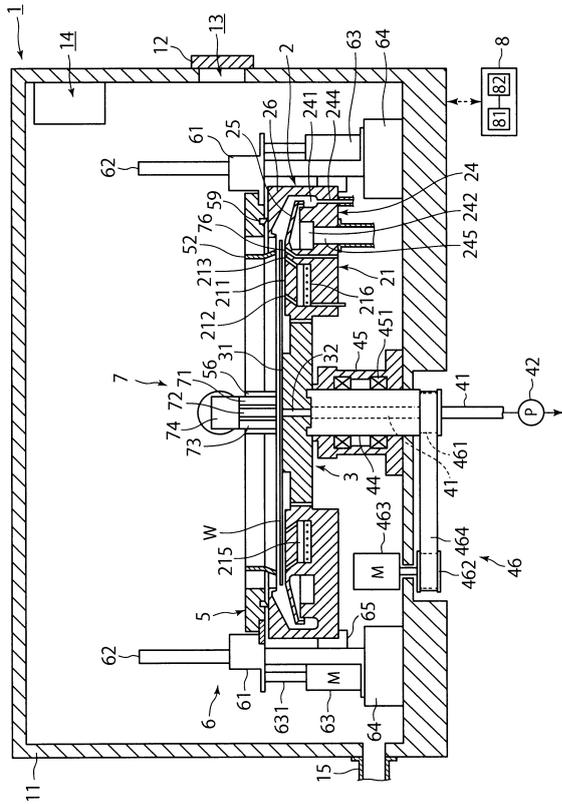
- W 基板
- 3 基板保持部
- 4 6 回転駆動部
- 7 1 , 7 1 1 , 7 6 , 7 7 , 7 4 , 7 5 液吐出部
- 8 制御部

40

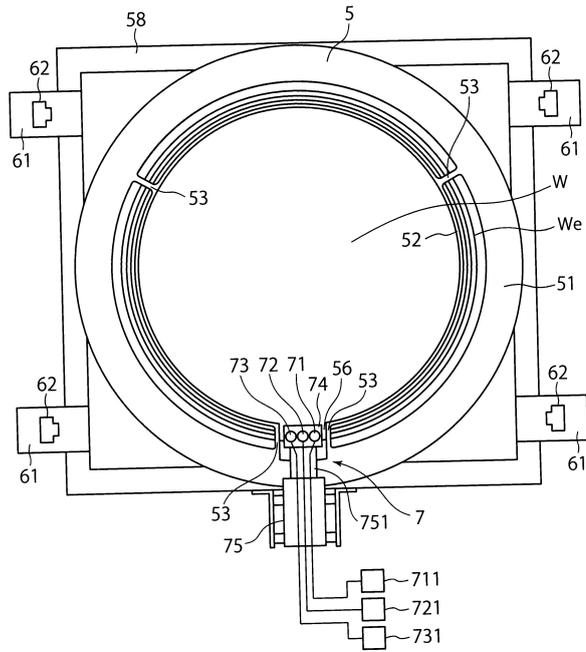
50

【図面】

【図 1】



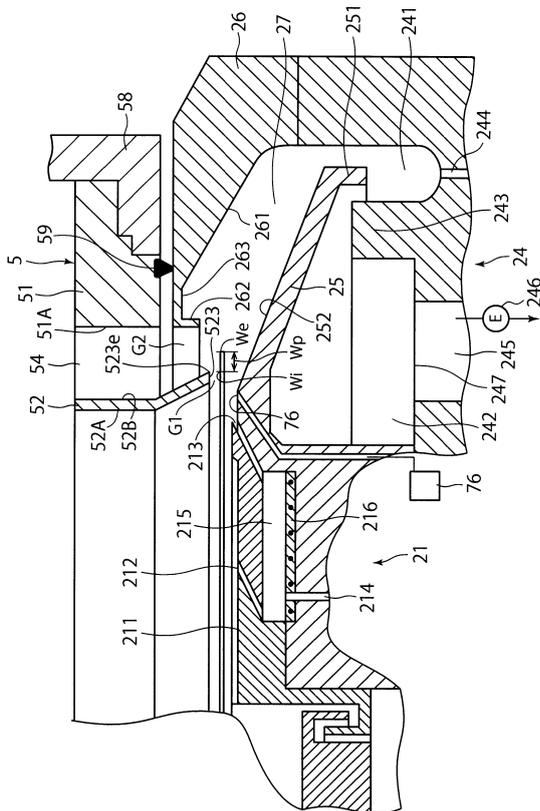
【図 2】



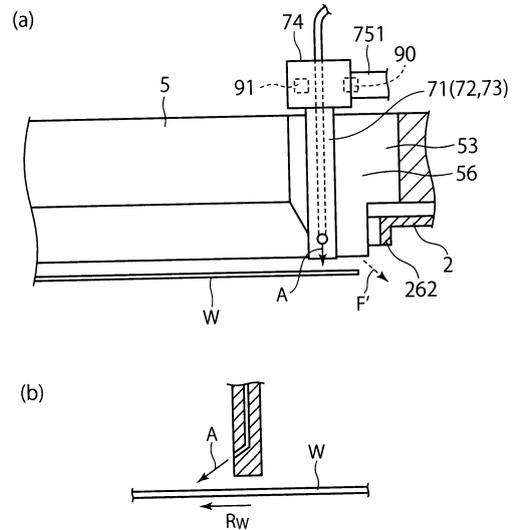
10

20

【図 3】



【図 4】

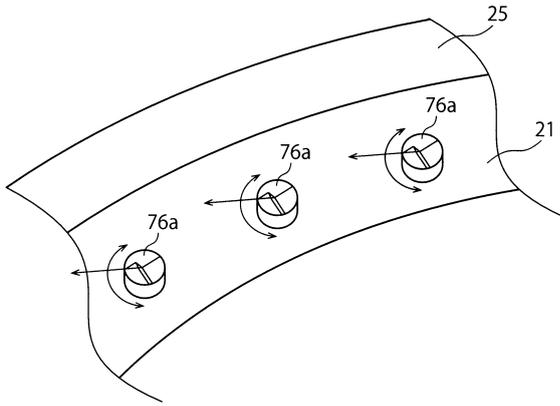


30

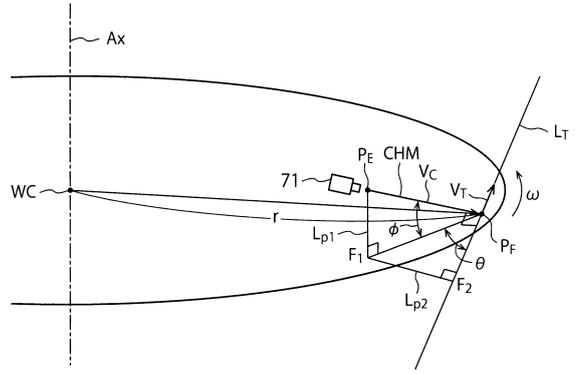
40

50

【 図 5 】

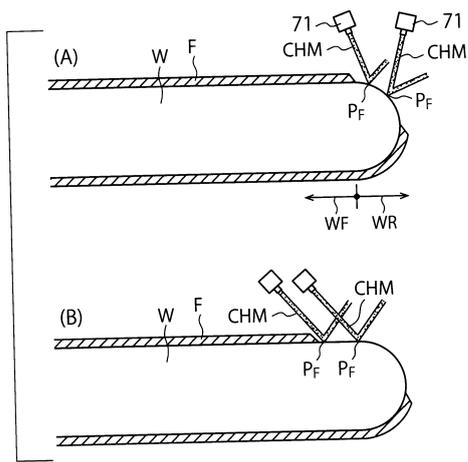


【 図 6 】

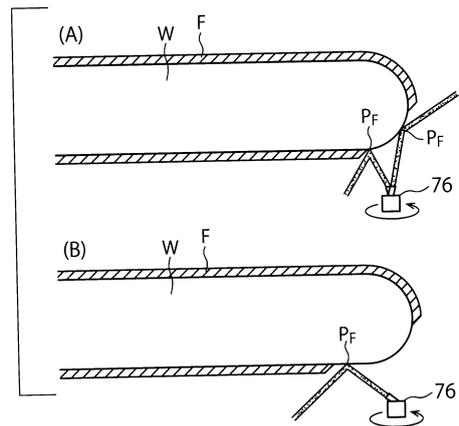


10

【 図 7 】



【 図 8 】



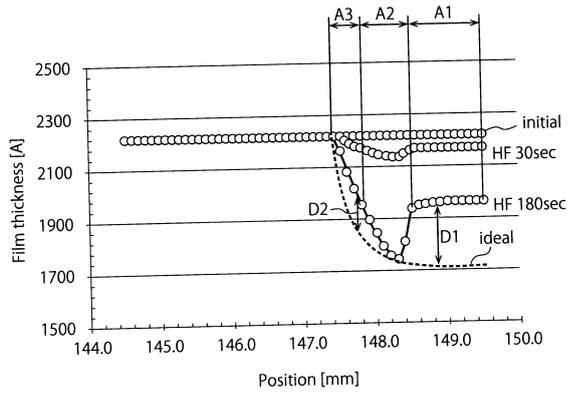
20

30

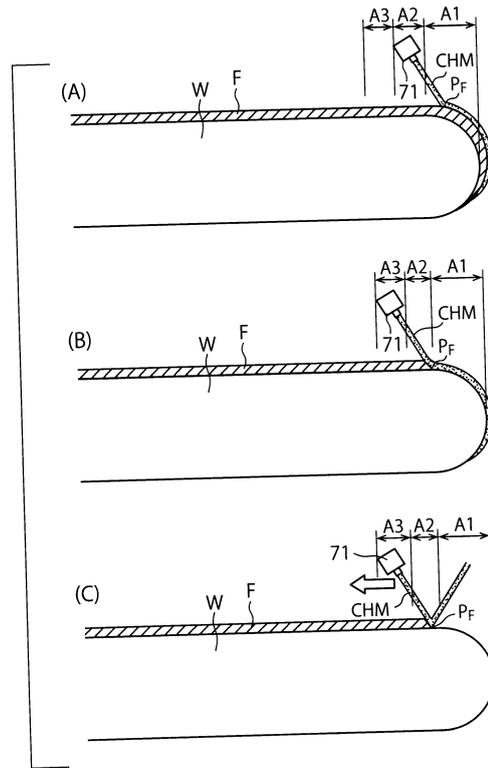
40

50

【 図 9 】



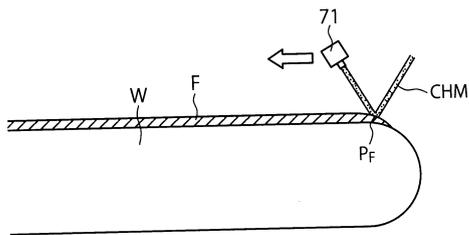
【 図 10 】



10

20

【 図 11 】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2013 - 251335 (JP, A)  
特開 2001 - 135612 (JP, A)  
特開 2019 - 040958 (JP, A)  
国際公開第 2018 / 079494 (WO, A1)  
特開 2002 - 320901 (JP, A)  
特開 2007 - 165629 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01L 21 / 306  
H01L 21 / 304