

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7308105号  
(P7308105)

(45)発行日 令和5年7月13日(2023.7.13)

(24)登録日 令和5年7月5日(2023.7.5)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 1 L 21/027 (2006.01)	H 0 1 L	21/30	5 6 9 F	
G 0 3 F 7/30 (2006.01)	H 0 1 L	21/30	5 6 9 C	
G 0 3 F 7/32 (2006.01)	G 0 3 F	7/30	5 0 1	
	G 0 3 F	7/30	5 0 2	
	G 0 3 F	7/32		
請求項の数 12 (全25頁)				

(21)出願番号	特願2019-159472(P2019-159472)	(73)特許権者	000219967
(22)出願日	令和1年9月2日(2019.9.2)		東京エレクトロン株式会社
(65)公開番号	特開2021-39998(P2021-39998A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43)公開日	令和3年3月11日(2021.3.11)	(74)代理人	100096389
審査請求日	令和4年6月8日(2022.6.8)		弁理士 金本 哲男
		(74)代理人	100101557
			弁理士 萩原 康司
		(74)代理人	100167634
			弁理士 扇田 尚紀
		(74)代理人	100187849
			弁理士 齊藤 隆史
		(74)代理人	100212059
			弁理士 三根 卓也
		(72)発明者	甲斐 亜希子
			熊本県合志市福原1 1 東京エレクト 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 現像処理方法及び現像処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上のレジスト膜を現像処理する現像処理方法であって、

(A) 前記基板に現像液を供給して前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、

(B) 現像された前記基板に水系洗浄液を供給して、当該水系洗浄液で当該基板を洗浄する工程と、

(C) 前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、水溶性ポリマーの水溶液を塗布し、前記基板の表面に親水性を有する親水性層を形成する工程と、

(D) 前記親水性層が形成された基板を、リンス液で洗浄する工程と、を含み、

前記(D)工程は、

(c) 前記親水性層が形成された基板に前記リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

(d) 前記(c)工程後、前記リンス液を供給しない状態で前記基板を回転させ乾燥させる工程と、を含み、

前記(d)工程は、

(m) 基板上中央において前記リンス液の膜に凹部が形成されるようにガスを供給しながら前記基板の回転数を加速させていき、前記凹部を広げる工程と、

(n) 前記(m)工程後、前記凹部が広がるに応じて前記基板の回転数を減速させていく工程と、を含む、現像処理方法。

10

20

## 【請求項 2】

前記 ( m ) 工程における前記基板の最高回転数は 7 0 0 r p m 以上 1 8 0 0 r p m 以下であり、

前記 ( n ) 工程は、前記 ( m ) 工程の前記基板の最高回転数から 6 0 0 r p m 以上の予め定められた回転数まで、前記基板の回転数を減速させていく、請求項 1 に記載の現像処理方法。

## 【請求項 3】

前記 ( D ) 工程の前記 ( c ) 工程は、

( x ) 前記親水性層が形成された基板に水系リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

( y ) 前記 ( x ) 工程後、前記基板に界面活性剤含有リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、を含み、

前記 ( x ) 工程において、予め定められた回転数で、前記基板を回転させた後、前記基板の回転数を、当該 ( x ) 工程終了までに減速させ、前記 ( m ) 工程における最高回転数より低い、前記 ( y ) 工程の開始時の回転数とする、請求項 1 または 2 に記載の現像処理方法。

## 【請求項 4】

前記 ( B ) 工程での前記水系洗浄液の供給時間は、前記 ( C ) 工程での前記水溶性ポリマーの水溶液の供給時間よりも長い、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の現像処理方法。

## 【請求項 5】

前記 ( B ) 工程での前記水系洗浄液の供給停止から前記 ( C ) 工程での前記水溶性ポリマーの水溶液の供給開始までの時間は、0 . 7 秒以下である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の現像処理方法。

## 【請求項 6】

前記 ( B ) 工程は、

( a ) 前記基板の回転数を加速させていく工程と、

( b ) 前記 ( a ) 工程後、前記 ( C ) 工程が開始されるまでの間、前記基板の回転数を減速させていく工程と、を含み、

前記 ( b ) 工程における減速度が、前記 ( a ) 工程における加速度よりも小さく、

前記 ( a ) 工程における、前記基板の最高回転数は、7 0 0 r p m 以上 1 8 0 0 r p m 以下である、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の現像処理方法。

## 【請求項 7】

基板上のレジスト膜を現像処理する現像処理方法であって、

( A ) 前記基板に現像液を供給して前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、

( B ) 現像された前記基板に水系洗浄液を供給して、当該水系洗浄液で当該基板を洗浄する工程と、

( C ) 前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、水溶性ポリマーの水溶液を塗布し、前記基板の表面に親水性を有する親水性層を形成する工程と、

( D ) 前記親水性層が形成された基板を、リンス液で洗浄する工程と、を含み、

前記 ( B ) 工程は、

( a ) 前記基板の回転数を加速させていく工程と、

( b ) 前記 ( a ) 工程後、前記 ( C ) 工程が開始されるまでの間、前記基板の回転数を減速させていく工程と、を含み、

前記 ( C ) 工程は、

( e ) 前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

前記 ( e ) 工程後、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しない状態で前記基板を回転させる回転維持工程と、を含み、

前記水溶性ポリマーの水溶液及び前記リンス液は、酸性であり、

10

20

30

40

50

前記回転維持工程の実行時間は、前記（e）工程の実行時間よりも長い、現像処理方法。

【請求項 8】

基板上的レジスト膜を現像処理する現像処理方法であって、

（A）前記基板に現像液を供給して前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、

（B）現像された前記基板に水系洗浄液を供給して、当該水系洗浄液で当該基板を洗浄する工程と、

（C）前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、水溶性ポリマーの水溶液を塗布し、前記基板の表面に親水性を有する親水性層を形成する工程と、

（D）前記親水性層が形成された基板を、リンス液で洗浄する工程と、を含み、

前記（B）工程は、

（a）前記基板の回転数を加速させていく工程と、

（b）前記（a）工程後、前記（C）工程が開始されるまでの間、前記基板の回転数を減速させていく工程と、を含み、

前記（C）工程は、

（e）前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

前記（e）工程後、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しない状態で前記基板を回転させる回転維持工程と、を含み、

前記回転維持工程の実行時間は、前記（e）工程の実行時間よりも長く、

前記（B）工程での前記水系洗浄液の供給時間は、前記（C）工程での前記水溶性ポリマーの水溶液の供給時間よりも長い、現像処理方法。

【請求項 9】

基板上的レジスト膜を現像処理する現像処理方法であって、

（A）前記基板に現像液を供給して前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、

（B）現像された前記基板に水系洗浄液を供給して、当該水系洗浄液で当該基板を洗浄する工程と、

（C）前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、水溶性ポリマーの水溶液を塗布し、前記基板の表面に親水性を有する親水性層を形成する工程と、

（D）前記親水性層が形成された基板を、リンス液で洗浄する工程と、を含み、

前記（B）工程は、

（a）前記基板の回転数を加速させていく工程と、

（b）前記（a）工程後、前記（C）工程が開始されるまでの間、前記基板の回転数を減速させていく工程と、を含み、

前記（C）工程は、

（e）前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

前記（e）工程後、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しない状態で前記基板を回転させる回転維持工程と、を含み、

前記回転維持工程の実行時間は、前記（e）工程の実行時間よりも長く、

前記（B）工程での前記水系洗浄液の供給停止から前記（C）工程での前記水溶性ポリマーの水溶液の供給開始までの時間は、0.7秒以下である、現像処理方法。

【請求項 10】

基板上的レジスト膜を現像処理する現像処理方法であって、

（A）前記基板に現像液を供給して前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、

（B）現像された前記基板に水系洗浄液を供給して、当該水系洗浄液で当該基板を洗浄する工程と、

（C）前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、水溶性ポリマーの水溶液を塗布し、前記

10

20

30

40

50

基板の表面に親水性を有する親水性層を形成する工程と、  
 ( D ) 前記親水性層が形成された基板を、リンス液で洗浄する工程と、を含み、  
 前記 ( C ) 工程は、  
 ( e ) 前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、  
 前記 ( e ) 工程後、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しない状態で前記基板を回転させる回転維持工程と、を含み、  
 前記回転維持工程の実行時間は、前記 ( e ) 工程の実行時間よりも長く、  
 前記 ( B ) 工程は、  
 ( a ) 前記基板の回転数を加速させていく工程と、  
 ( b ) 前記 ( a ) 工程後、前記 ( C ) 工程が開始されるまでの間、前記基板の回転数を減速させていく工程と、を含み、  
 前記 ( b ) 工程における減速度が、前記 ( a ) 工程における加速度よりも小さく、  
 前記 ( a ) 工程における、前記基板の最高回転数は、700rpm以上1800rpm以下である、現像処理方法。

【請求項 11】

基板上のレジスト膜を現像処理する現像処理装置であって、  
 前記基板を保持する基板保持部と、  
 前記基板保持部を回転させる回転機構と、  
 前記基板保持部に保持された前記基板に現像液を供給する現像液供給ノズルと、  
 前記基板保持部に保持された前記基板に水系洗浄液を供給する水系洗浄液供給ノズルと、  
 前記基板保持部に保持された前記基板に水溶性ポリマーの水溶液を供給する水溶液供給ノズルと、  
 前記基板保持部に保持された前記基板にリンス液を供給するリンス液供給ノズルと、  
 前記基板保持部に保持された前記基板にガスを供給するガス供給ノズルと、  
 前記現像液供給ノズル、前記水系洗浄液供給ノズル、前記水溶液供給ノズル、前記リンス液供給ノズル及び前記ガス供給ノズルを移動させる移動機構と、  
 前記回転機構、前記現像液供給ノズルからの供給、前記水系洗浄液供給ノズルからの供給、前記水溶液供給ノズルからの供給、前記リンス液供給ノズルからの供給、前記移動機構の制御及び前記ガス供給ノズルからの供給の制御を行うように構成されている制御部と、  
 を有し、  
 前記制御部は、  
 ( A ) 前記基板に現像液を供給して前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、  
 ( B ) 現像された前記基板に水系洗浄液を供給して、当該水系洗浄液で当該基板を洗浄する工程と、  
 ( C ) 前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、水溶性ポリマーの水溶液を塗布し、前記基板の表面に親水性を有する親水性層を形成する工程と、  
 ( D ) 前記親水性層が形成された基板を、リンス液で洗浄する工程と、が実行され、  
 前記 ( D ) 工程において、  
 ( c ) 前記親水性層が形成された基板に前記リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、  
 ( d ) 前記 ( c ) 工程後、前記リンス液を供給しない状態で前記基板を回転させ乾燥させる工程と、が実行され、  
 前記 ( d ) 工程において、  
 ( m ) 基板上中央において前記リンス液の膜に凹部が形成されるようにガスを供給しながら前記基板の回転数を加速させていき、前記凹部を広げる工程と、  
 ( n ) 前記 ( m ) 工程後、前記凹部が広がるに応じて前記基板の回転数を減速させていく工程と、が実行されるよう、  
 制御を行うように構成されている、現像処理装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 2】

前記制御部は、

前記（D）工程の前記（c）工程において、

（x）前記親水性層が形成された基板に水系リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

（y）前記（x）工程後、前記基板に界面活性剤含有リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、が実行され、

前記（x）工程において、予め定められた回転数で、前記基板を回転させた後、前記基板の回転数を、当該（x）工程終了までに減速させ、前記（m）工程における最高回転数より低い、前記（y）工程の開始時の回転数となるよう、

制御を行うように構成されている、請求項 1 1 に記載の現像処理装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、現像処理方法及び現像処理装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 には、ライン & スペースのレジストパターンの形成時にパターン倒れが発生するのを防止するために、レジストパターン現像時のリンス工程で 2 種以上のリンス液を使用することが開示されている。特許文献 1 に開示されている方法では、リンス工程の前半工程で使用するリンス液に、現像液の処理を受けたレジスト表面を晒しておいて当該レジスト表面の改質を促し、後半工程で使用するリンス液とこのレジスト表面との接触角を所望のものに調整するようにしている。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特開平 5 - 2 9 9 3 6 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

本開示にかかる技術は、リンス液に対する接触角の大きいレジスト膜を形成した場合の欠陥数を低減させる。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本開示の一態様は、基板上のレジスト膜を現像処理する現像処理方法であって、（A）前記基板に現像液を供給して前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、（B）現像された前記基板に水系洗浄液を供給して、当該水系洗浄液で当該基板を洗浄する工程と、（C）前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、水溶性ポリマーの水溶液を塗布し、前記基板の表面に親水性を有する親水性層を形成する工程と、（D）前記親水性層が形成された基板を、リンス液で洗浄する工程と、を含み、前記（D）工程は、（c）前記親水性層が形成された基板に前記リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、（d）前記（c）工程後、前記リンス液を供給しない状態で前記基板を回転させ乾燥させる工程と、を含み、

40

前記（d）工程は、（m）基板上中央において前記リンス液の膜に凹部が形成されるようにガスを供給しながら前記基板の回転数を加速させていき、前記凹部を広げる工程と、（n）前記（m）工程後、前記凹部が広がるに応じて前記基板の回転数を減速させていく工程と、を含む。

## 【発明の効果】

## 【0006】

本開示によれば、リンス液に対する接触角の大きいレジスト膜を形成した場合の欠陥数

50

を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1実施形態にかかる現像処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

【図2】第1実施形態にかかる現像処理装置の構成の概略を示す横断面図である。

【図3】図1の現像処理装置における現像処理の一例を示すフローチャートである。

【図4】洗浄工程以降の現像処理中の各時点におけるウェハ回転数を示す図である。

【図5】現像処理時のウェハの様子を示す部分拡大断面図である。

【図6】現像処理の後述の乾燥工程でのウェハの様子を示す断面図である。

【図7】第1実施形態にかかる効果を説明するための図である。

10

【図8】第2実施形態にかかる現像処理装置の構成の概略を示す横断面図である。

【図9】図8の現像処理装置における現像処理中の、洗浄工程以降の各時点におけるウェハ回転数を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

半導体デバイス等の製造プロセスにおけるフォトリソグラフィ工程では、半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という。）上に所定のレジストパターンを形成するために一連の処理が行われる。上記一連の処理には、例えば、ウェハ上にレジスト液を供給しレジスト膜を形成するレジスト塗布処理、レジスト膜を露光する露光処理、露光されたレジスト膜に現像液を供給して現像する現像処理等が含まれる。

20

【0009】

上述の現像処理では、例えばウェハ上に現像液が供給され、ウェハ表面上に現像液の液膜が形成されて、ウェハが現像される。その後ウェハ上に純水等の洗浄液が供給され、ウェハが高速回転されて洗浄される。この洗浄により、現像時にウェハ上の現像液中に生成された溶解生成物が除去される。

【0010】

ところで、近年、露光技術等の進歩により半導体デバイスの微細化が一層進行しており、微細かつ高アスペクト比のレジストパターンが出現している。微細なレジストパターンやアスペクト比の高いレジストパターンでは、上述の現像の際に洗浄液がウェハ上に残ると問題が生じる。例えば、レジストパターンがライン&スペースパターンの場合には、パターン間に洗浄液が残ったときに、この残った洗浄液により、いわゆるパターン倒れが発生する。

30

【0011】

特許文献1には、前述のように、ライン&スペースパターンのパターン倒れの発生を防止するために、レジストパターンの現像時にリンス液により洗浄するリンス工程で2種以上のリンス液を使用することが開示されている。特許文献1に開示されている方法では、リンス工程の前半工程で使用するリンス液に現像液の処理を受けたレジスト表面を晒しておいてレジスト表面の改質を促し、後半工程で使用するリンス液とこのレジスト表面との接触角を所望のものに調整するようにしている。

なお、パターン間に残ったリンス液に発生する応力、すなわち間に残った洗浄液によりパターンに生じる基板と平行方向の力は、リンス液に対するレジスト膜の接触角及び洗浄液の表面張力と以下の関係にある。

40

$$\cos \dots (\text{式1})$$

【0012】

ところで、レジスト膜の材料として撥水性の高いものが用いられることがある。

しかし、特許文献1の技術は、リンス液としての水との接触角が0°であるレジスト膜、すなわち撥水性の低いレジスト膜に係る技術である。

また、撥水性の高いレジスト膜を用いても、微細化を進めると、現像の際にライン&スペースパターンのパターン間にリンス液が残ったときにパターン倒れが発生する。

さらに、リンス液がパターン間すなわちウェハ上に残ると、リンス液に含まれていた溶

50

解生成物もウェハ上に残ることになる。ウェハ上に残った溶解生成物は欠陥の原因となる。ウェハ上に残った溶解生成物に起因する欠陥は、レジストパターンがライン&スペースパターン以外の場合（例えばホールパターンやピラーパターンの場合）でも共通の問題であり、また、パターンの密集度に関わらず、つまり、ある面積におけるパターンの凹部及び凸部の存在数に関わらず、問題となる。

【0013】

そこで、本開示にかかる技術は、撥水性の高いレジスト膜を用いた場合の欠陥数、すなわち、リンス液に対する接触角の大きいレジスト膜を形成した場合の欠陥数を低減させる。

【0014】

以下、本実施形態にかかる現像処理方法及び現像処理装置について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0015】

（第1の実施形態）

図1及び図2は、第1実施形態にかかる現像処理装置1の構成の概略を示す縦断面図及び横断面図である。

【0016】

現像処理装置1は、図1に示すように内部を密閉可能な処理容器10を有している。処理容器10の側面には、基板としてのウェハWの搬入出口（図示せず）が形成されている。

【0017】

処理容器10内には、ウェハWを保持して鉛直軸周りに回転させるスピンチャック20が設けられている。スピンチャック20は、回転機構としてのチャック駆動部21（例えばモータ等）により様々な速度で回転自在に構成されている。また、チャック駆動部21には、不図示のシリンダなどの昇降駆動機構が設けられており、スピンチャック20は昇降駆動機構により昇降自在に構成されている。

【0018】

スピンチャック20に保持されたウェハWの周囲を取り囲むようにカップ22が設けられている。カップ22は、ウェハWから飛散又は落下する液体を受け止め、回収するものである。

【0019】

図2に示すようにカップ22のX方向負方向（図2の下方向）側には、Y方向（図2の左右方向）に沿って延伸するレール30A、30Bが形成されている。レール30A、30Bは、例えばカップ22のY方向負方向（図2の左方向）側の外方からY方向正方向（図2の右方向）側の外方まで形成されている。レール30A、30Bはそれぞれ対応する、アーム31、32が取り付けられている。

【0020】

第1のアーム31には、現像液を供給する現像液供給ノズル33が支持されている。第1のアーム31は、移動機構としてのノズル駆動部34によってレール30A上を移動自在となっている。これにより、現像液供給ノズル33は、カップ22のY方向負方向側の外側に設けられた待機部35から、カップ22内のウェハWの中央部上方まで移動できる。また、ノズル駆動部34によって、第1のアーム31は昇降自在であり、現像液供給ノズル33の高さを調節できる。現像液としては、例えば水酸化テトラメチルアンモニウム（TMAH）が用いられる。

【0021】

第2のアーム32には、DIW供給ノズル36、水溶液供給ノズル37、混合液供給ノズル38、ガス供給ノズル39が支持されている。

第2のアーム32は、移動機構としてのノズル駆動部40によってレール30B上を移動自在となっている。これにより、ノズル36～39は、カップ22のY方向正方向側の外側に設けられた待機部41から、カップ22内のウェハWの中央部上方まで移動できる。また、ノズル駆動部40によって、第2のアーム32は昇降自在であり、ノズル36～

10

20

30

40

50

39の高さを調節できる。

【0022】

DIW供給ノズル36は、DIW(Deionized Water)を供給する。DIWは、水系洗浄液やリンス液として用いられる。つまり、DIW供給ノズル36は、洗浄液供給ノズルやリンス液供給ノズルとして機能する。

【0023】

水溶液供給ノズル37は、水溶性ポリマーの水溶液を供給する。水溶性ポリマーの水溶液は、レジスト膜を現像液により現像して形成されたレジストパターンの、水に対する接触角を減少させるためのものである。

【0024】

水溶性ポリマーの水溶液に含まれる水溶性ポリマーは、例えば、親水性基を含むモノマーの単独重合体若しくは共重合体または親水性基を有する重縮合体等である。水溶性ポリマーの具体例は、アクリル酸、メタクリル酸、フルオロアクリル酸、ペルフルオロアルキル酸、ビニルアルコール、ビニルピロリドン、アクリル酸エステル、メタクリル酸エステル、ポリビニルアルコール(部分鹼化物を含む)、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、ポリビニルメチルエーテル、ポリビニルピロリドン、ポリエチレングリコール、ポリピニルアセタール(部分アセタール化物を含む)、ポリエチレンイミン、ポリエチレンオキシド、スチレン-無水マレイン酸共重合体、ポリビニルアミン、ポリアリルアミン、オキサゾリン基含有水溶性樹脂、水溶性メラミン樹脂、水溶性尿素樹脂、アルキッド樹脂又はスルホンアミド、及びこれらが作る塩が挙げられる。また水溶性ポリマーとして、ポリグリセリンを用いてもよい。これら水溶性ポリマーは、単独で用いられてもよいし、また2種以上を組み合わせ用いられてもよい。上記水溶液中の水溶性ポリマーの濃度は10%未満であることが好ましく、5%未満であることがより好ましい。

【0025】

上記水溶液には、界面活性剤を添加してもよい。界面活性剤の具体例は、ソルビタンモノオレエート、グリセロールモノオレエート、ポリエチレングリコールソルビタン脂肪酸エステル、ポリエチレングリコール直鎖アルキルエーテル、ポリエチレングリコールフェニルエーテル直鎖アルキル付加型、分岐鎖アルキル付加型、アセチレングリコール、陰イオン系のラウリン酸ナトリウム、ステアリン酸ナトリウム、オレイン酸ナトリウム、ドデシル硫酸ナトリウム又はドデシルペンゼンスルホン酸ナトリウム等が挙げられる。これら界面活性剤は、単独で用いられてもよいし、また2種以上を組み合わせ用いられてもよい。上記水溶液中の界面活性剤の濃度は5%未満であることが好ましい。

【0026】

さらに、上記水溶液は酸性であることが好ましく、具体的には、上記水溶液のpHは3~6であることが好ましい。

【0027】

混合液供給ノズル38は、界面活性剤溶液と純水が混合された混合液を供給する。上記混合液は、リンス液として用いられる。つまり、混合液供給ノズル38は、リンス液供給ノズルとして機能する。界面活性剤溶液に溶解している界面活性剤の具体例は、上述と同様である。なお、以下では、界面活性剤溶液と純水が混合された混合液を、「界面活性剤含有リンス液」ということがある。

【0028】

ガス供給ノズル39は、ガスを供給する。具体的には、ガス供給ノズル39は、ウェハW上のリンス液を乾燥させる際に当該ウェハWにガス(例えばN<sub>2</sub>ガス)を供給する。

【0029】

現像液供給ノズル33、DIW供給ノズル36、水溶液供給ノズル37及び混合液供給ノズル38には、各ノズルに対して、対応する液を供給する液供給機構100が接続されている。液供給機構100は、ノズル毎に、各液を圧送するポンプ(図示せず)や、各液の供給及び供給停止を切り替える供給弁(図示せず)等を有する。

また、ガス供給ノズル39には、当該ノズルに対して、ガスを供給するガス供給機構1

10

20

30

40

50

10が接続されている。ガス供給機構110は、ガスの供給及び供給停止を切り替える供給弁(図示せず)等を有する。

#### 【0030】

以上の現像処理装置1には、図1に示すように、制御部200が設けられている。制御部200は、例えばCPUやメモリ等を備えたコンピュータであり、プログラム格納部(図示せず)を有している。プログラム格納部には、現像処理装置1における各種処理を制御するプログラムが格納されている。また、プログラム格納部には、上述のノズル駆動部34、40、液供給機構100、ガス供給機構110等を制御して、後述の現像処理を実現させるためのプログラムも格納されている。なお、上記プログラムは、コンピュータに読み取り可能な記憶媒体に記録されていたものであって、当該記憶媒体から制御部200

10

#### 【0031】

ここで、現像処理装置1における現像処理の一例について図3~図5を用いて説明する。図3は、現像処理の一例を示すフローチャートである。図4は、現像処理中の各時点におけるウェハWの回転数(以下、「ウェハ回転数」という。)を示す図であり、後述の洗浄工程以降について示している。図5は、現像処理時のウェハWの様子を示す部分拡大断面図である。図6は、現像処理の後述の乾燥工程でのウェハWの様子を示す断面図である。

なお、以下の説明において、処理容器10内に搬入されるウェハWの表面にはSiARC(Silicon-containing Anti-Reflective Coating)等の下層膜が形成されており、該下層膜の上には予めレジスト膜が形成されているものとする。また、当該レジスト膜に対する露光処理及びその後の加熱処理が完了しているものとし、上記露光処理ではライン&スペースパターン形成用の露光が行われたものとする。なお、ウェハWの下層膜上に形成されたレジスト膜は、水に対する接触角が大きいものである。また、以下の各工程における各液の流量は、DIWが350ml/min、水溶性ポリマーの水溶液及び混合液が80ml/minである。なお、DIWの流量は、250~450ml/minであればよく、また、水溶性ポリマーの水溶液及び混合液の流量は、50ml/min~100ml/minであればよく、75-90ml/minであることが好ましい。

20

#### 【0032】

(ステップS1: 現像液パドル形成工程)

30

現像処理ではまず、図3に示すように、ウェハW全面に現像液パドルが形成される(ステップS1)。具体的には、ウェハWが処理容器10内に搬入され、スピチャック20上に載置され吸着される。次いで、現像液供給ノズル33がウェハWの上方へ移動され、この現像液供給ノズル33から現像液が帯状に吐出され、ウェハWが例えば1回転され、これにより、ウェハW全面に現像液パドルが形成される。

#### 【0033】

(ステップS2: 静止現像工程)

現像液パドルの形成後、現像液の供給が停止され、ウェハWを予め定められた時間静止させる静止現像が行われる(ステップS2)。この工程により、ウェハW上のレジスト膜の現像が進行し、図5(A)に示すように、ウェハWの下層膜U上にレジストパターンRが形成される。なお、この静止現像中に、現像液供給ノズル33はカップ22外に退避され、代わりにDIW供給ノズル36がウェハWの中央部上方へ移動される。

40

#### 【0034】

(ステップS3: 洗浄工程)

静止現像後、ウェハWが回転され、当該ウェハWに対してDIW供給ノズル36から水系洗浄液としてのDIWが供給され、ウェハWが洗浄される(ステップS3)。この工程により、現像液及び溶解生成物が除去される。また、図5(A)及び図5(B)に示すように、レジストパターンR上の現像液の膜DがDIWにより置換され、DIWの膜Eが形成された状態となり、液体による被覆状態は維持される。このステップS3の洗浄工程は、図4に示すように、以下の加速工程(ステップS3a)と減速工程(ステップS3b)

50

を含む。

【0035】

(ステップS3a：加速工程)

洗浄工程では、まず、回転するウェハWへDIWが供給され、このDIWの供給中に、ウェハ回転数が、予め定められた回転数まで加速されていく(ステップS3a)。具体的には、図4に示すように、DIWの供給開始直後は、ウェハ回転数は、低回転数(例えば50~200rpm)で維持され、その後、予め定められた高回転数HRS1(例えば700rpm以上1800rpm以下)まで加速される。これにより、DIWがウェハW上に面内均一に広げられる。そして、加速後、ウェハ回転数は、上記高回転数で予め定められた時間維持される。これにより、ウェハW上の現像液や溶解生成物が効率的に排出される。なお、本例では、加速工程における加速度は一定である。

10

【0036】

(ステップS3b：減速工程)

ステップS3aの加速工程後、ステップS3の洗浄工程に続くステップS4の親水性層形成工程が開始されるまでの間、ウェハ回転数が、減速されていく(ステップS3b)。減速工程の直前のステップS3aの加速工程では、現像液等の排出のためにウェハ回転数が高い必要がある。それに対し、減速工程直後のステップS4の親水性層形成工程では、後述のように、水溶性ポリマーの水溶液の膜を面内均一に形成するために、親水性層形成工程の開始直後のウェハ回転数が低い必要がある。そのため、この減速工程が設けられ、ステップS3aの加速工程終了後に、ステップS4の親水性層形成工程の開始時の予め定められた低回転数(例えば50~200rpm)まで減速される。なお、本例では減速工程における減速度は一定である。

20

また、ステップS3bの減速工程における減速度が、ステップS3aの加速工程における加速度よりも小さくされ、具体的には、200rpm/s以下とされている。ウェハWの周縁部に、DIWの膜Eで被覆されていない部分が生じるのを防ぐためである。

減速工程終了時には、DIW供給ノズル36からのDIWの供給が停止された後、水溶液供給ノズル37がウェハWの中央部上方へ移動される。

【0037】

(ステップS4：親水性層形成工程)

洗浄工程後、回転中のウェハWに対して水溶性ポリマーの水溶液(以下、「ポリマー水溶液」と省略することがある。)が塗布され、レジストパターンの表面を含むウェハWの表面に、親水性を有する層が形成される(ステップS4)。このステップS4の親水性層形成工程は、図4に示すように、水溶液供給工程(ステップS4a)と、回転維持工程(ステップS4b)とを含む。

30

また、ステップS3の洗浄工程でのDIWの供給停止からこのステップS4の工程でのポリマー水溶液の供給開始までの時間は、例えば0.7秒以下である。

【0038】

(ステップS4a：水溶液供給工程)

親水性層形成工程では、まず、回転中のウェハWへ水溶液供給ノズル37からポリマー水溶液が供給され、言い換えると、ウェハWにポリマー水溶液を供給させながら当該ウェハWを回転させる。この工程により、レジストパターンR上のDIWの膜Eがポリマー水溶液により置換され、図5(C)に示すように、ポリマー水溶液の膜Fが形成された状態となる。

40

この工程において、ポリマー水溶液の供給開始直後は、ウェハ回転数は、低回転数(例えば50~200rpm)で維持され、その後、予め定められた高回転数(例えば1000~2000rpm)まで加速される。これにより、ポリマー水溶液がウェハW上に面内均一に広げられ、当該液の膜が面内均一に形成される。上述の加速後、水溶液供給ノズル37からのポリマー水溶液の供給が停止される。

なお、この水溶液供給工程でのポリマー水溶液の供給時間Tpよりも、ステップS3の洗浄工程でのDIWの供給時間Tw1の方が長い。

50

## 【 0 0 3 9 】

(ステップ S 4 b : 回転維持工程)

ステップ S 4 a の水溶液供給工程後、ポリマー水溶液を供給しない状態で、予め定められた時間、ウェハを回転させる(ステップ S 4 b)。この工程により、図 5 ( D ) に示すように、レジストパターン R の表面を含むウェハ W の表面に、親水性層 F 1 が形成される。

この工程において、ウェハ回転数は、例えば、ステップ S 4 a の水溶液供給工程における上記高回転数(例えば 1 0 0 0 ~ 2 0 0 0 r p m)で維持される。そのため、ウェハ周縁部の液膜がウェハ中央部に引き寄せられウェハ周縁部が露出するプルバックが発生するのを防ぐことができる。

そして、回転維持工程の実行時間は、ステップ S 4 a の水溶液供給工程の実行時間より長く設定されている。また、回転維持工程の実行時間は例えば 6 秒以上である。

なお、回転維持工程中に、D I W 供給ノズル 3 6 がウェハ W の中央部上方へ移動される。

## 【 0 0 4 0 】

(ステップ S 5 : リンス工程)

親水性層形成工程後、回転中のウェハ W に対してリンス液が供給され、ウェハ W が洗浄される(ステップ S 5)。このステップ S 5 のリンス工程は、図 4 に示すように、リンス液供給工程(ステップ S 5 a)と、乾燥工程(ステップ S 5 b)を含む。そして、リンス液供給工程が、第 1 リンス液供給工程(ステップ S 5 a<sub>1</sub>)と、第 2 リンス液供給工程(ステップ S 5 a<sub>2</sub>)と、を含み、乾燥工程が、第 1 乾燥工程(ステップ S 5 b<sub>1</sub>)と、第 2 乾燥工程(ステップ S 5 b<sub>2</sub>)とを含む。

## 【 0 0 4 1 】

(ステップ S 5 a : リンス液供給工程)

ステップ S 5 a のリンス液供給工程は、親水性層が形成されたウェハ W にリンス液を供給しながら当該ウェハ W を回転させる工程である。

## 【 0 0 4 2 】

(ステップ S 5 a<sub>1</sub> : 第 1 リンス液供給工程)

そして、リンス液供給工程の最初の工程であるステップ S 5 a<sub>1</sub> の第 1 リンス液供給工程では、回転中のウェハ W に対して D I W 供給ノズル 3 6 から第 1 リンス液としての D I W が供給される(ステップ S 5 a<sub>1</sub>)。この工程により、レジストパターン R 上のポリマー水溶液が D I W により置換され、図 5 ( E ) に示すように、D I W の膜 G が形成された状態となる。この第 1 リンス液供給工程では、ポリマー水溶液の排出等のために、ウェハ回転数が高い必要がある。それに対し、この工程の直後のステップ S 5 a<sub>2</sub> の第 2 リンス液供給工程では、界面活性剤含有リンス液の膜を面内均一に形成するために、第 2 リンス液供給工程の開始直後(すなわち、界面活性剤含有リンス液供給開始直後)のウェハ回転数が低い必要がある。具体的には、第 2 リンス液供給工程の開始直後第のウェハ回転数を、第 1 乾燥工程における最高回転数より低い回転数(5 0 0 r p m 以上 1 0 0 0 r p m 以下)とする必要がある。そのため、第 1 リンス液供給工程では、ウェハ回転数が、予め定められた時間、予め定められた高回転数(例えば 1 0 0 0 ~ 1 5 0 0 r p m)に維持された後、減速される。具体的には、ウェハ回転数が、第 1 リンス液供給工程終了までに減速され、第 1 乾燥工程における最高回転数 H R S 2 より低い、第 2 リンス液供給工程開始時の予め定められた低回転数 L R S (5 0 0 r p m 以上 1 0 0 0 r p m 以下)とされる。この減速後、D I W 供給ノズル 3 6 からの D I W の供給が停止され、当該ノズル 3 6 の代わりに混合液供給ノズル 3 8 がウェハ W の中央部上方へ移動される。

なお、この第 1 リンス液供給工程では、既にレジストパターン R の表面に親水性層が形成されているため、ウェハ回転数の減速度をステップ S 3 b の減速工程より大きくすること、すなわち、ウェハ回転数を急速に落とすことができる。このように、第 2 リンス液供給工程におけるウェハ回転数の減速度をステップ S 3 b の減速工程より大きくすることで、第 1 リンス液供給工程に要する時間を短縮することができる。

## 【 0 0 4 3 】

(ステップ S 5 a<sub>2</sub> : 第 2 リンス液供給工程)

第1リンス液供給工程後、回転中のウェハWに対して、混合液供給ノズル38から、第2リンス液としての界面活性剤含有リンス液が供給される(ステップS5a<sub>2</sub>)。この工程により、レジストパターンR上のDIWの水溶液が界面活性剤含有リンス液により置換され、図5(F)に示すように、当該リンス液の膜Hが形成された状態となる。この工程では、ウェハWの回転数は、界面活性剤含有リンス液の供給開始直後において、低回転数LRS(例えば500rpm以上1000rpm以下)とされ、その後、予め定められた高回転数(例えば1000rpm)まで加速された後、この高回転数で、予め定められた時間維持される。これにより、界面活性剤含有リンス液がウェハW上に面内均一に広げられ、当該リンス液の膜が面内均一に形成される。上記膜の形成後、混合液供給ノズル38からの供給が停止され、当該ノズル38の代わりに、ガス供給ノズル39がウェハWの中央部上方へ移動される。

10

なお、この第2リンス液供給工程での界面活性剤含有リンス液の供給時間Trよりも、第1リンス液供給工程でのDIWの供給時間Tw<sub>2</sub>の方が長い。

【0044】

(ステップS5b:乾燥工程)

ステップS5bの乾燥工程は、ステップS5aのリンス液供給工程後、リンス液を供給しない状態でウェハを回転させる工程である。この工程により、ウェハW上のリンス液が乾燥され、図5(G)に示すように、レジストパターンRが露出する。

【0045】

(ステップS5b<sub>1</sub>:第1乾燥工程)

20

そして、乾燥工程の最初の工程であるステップS5b<sub>1</sub>の第1乾燥工程では、図6(A)に示すように、ウェハWの中央部において上記リンス液の膜に凹部Mが形成されるようにガスが供給されながら、ウェハ回転数が加速され、上記凹部Mが広げられる。上記凹部Mは乾燥の起点となる。この工程では、ウェハ回転数は、例えば、この工程における最高回転数HRS<sub>2</sub>まで加速され、その後、予め定められた時間、当該最高回転数HRS<sub>2</sub>で維持される。上記最高回転数は、例えば700rpm以上1800rpm以下であり、より好ましくは、800rpm以上1500rpm以下である。また、この工程において、ウェハ回転数は、上記最高回転数HRS<sub>2</sub>まで、一定の加速度で加速されてもよいし段階的に加速されてもよい。

なお、第1乾燥工程終了時に、ガス供給は停止され、ガス供給ノズル39はカップ22外に退避される。また、この工程でのガス供給ノズル39の位置はウェハWの中央部上方で固定である。

30

【0046】

(ステップS5b<sub>2</sub>:第2乾燥工程)

第1乾燥工程後、図6(B)に示すように凹部Mが広がるに応じてウェハ回転数が、予め定められた回転数RSまで減速される(ステップS5b<sub>2</sub>)。この工程では、ウェハ回転数は、例えば600rpm以上の予め定められた回転数まで減速されることが好ましい。上記予め定められた回転数は、好ましくは、1500rpm以下である。減速後、ウェハ回転数が、予め定められた時間、当該回転数RSで維持され、その後、ウェハWの回転が停止される。

40

なお、第2乾燥工程におけるウェハ回転数の減速は、一定の減速度で行われてもよいし、段階的に行われてもよい。

【0047】

ステップS5のリンス工程後、ウェハWが、処理容器10から搬出され、現像処理は終了する。

【0048】

以上のように、本実施形態にかかる現像処理方法は、ウェハWに現像液を供給してレジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、現像されたウェハにDIWを供給して、DIWでウェハWを洗浄する工程と、DIWで洗浄されたウェハWに、ポリマー水溶液を塗布し、ウェハWの表面に親水性層を形成する工程と、親水性層が形成されたウェ

50

八Wを、リンス液で洗浄する工程と、を含む。この現像処理方法によれば、水に対する接触角の大きいレジスト膜をウェハWに形成した場合も、ウェハWに親水性層が形成され、ウェハWの水に対する接触角が低くなる。そのため、ウェハを回転させて乾燥させる際のリンス液の液ちぎれが発生しにくくなり、つまり、リンス液がウェハW上に残りにくくなる。したがって、ウェハW上に残ったリンス液によるパターン倒れや、残ったリンス液に含まれる溶解生成物に起因する欠陥が生じにくい。

【0049】

ここで、本実施形態と異なり、ステップS3bの減速工程を行わずに、ステップS4の親水性層形成工程の開始時のウェハ回転数が、高回転数のままにされたものとする。この場合、パターン表面が高接触角であること等から、ステップS4の親水性層形成工程においてポリマー水溶液がウェハ面内全域に広がり難いため、ポリマー水溶液により形成される親水性層の形成状態にムラが生じる。それに対し、本実施形態では、ステップS3bの減速工程を行い、ステップS4の親水性層形成工程開始時にウェハWの回転数を上記高回転数から減速させている。そのため、ポリマー水溶液をウェハWの中央部に一旦溜めることができ、また、その後に回転数を上げることで、ポリマー水溶液をウェハWの全面に広げることができる。したがって、親水性層の形成状態をウェハ面内で均一にすることができる。

10

また、本実施形態と異なり、ステップS3bの減速工程における減速度をステップS3aの加速工程における加速度と同等にしたとする。この場合、急な減速とDIWの表面張力により、ウェハ周縁部まで被膜しているDIWがウェハ中央側に寄ってしまい、ウェハ周縁部においてDIWで被覆されていない部分が生じる。そうすると、DIWに続いてステップS4の親水性被膜形成工程においてポリマー水溶液が塗布される際に、当該水溶液がウェハ周縁部にまで十分に拡がらず、親水性層の形成状態にムラが生じる。それに対し、本実施形態では、ステップS3bの減速工程における減速度をステップS3aの加速工程における加速度よりも小さくしているため、DIWに続いてポリマー水溶液が塗布される際に、ウェハW全体がDIWで被覆されているので、親水性層の形成状態をウェハ面内で均一にすることができる。

20

つまり、本実施形態によれば、ウェハW上がDIWで均一に被覆された状態にしておき、低回転数で回転するウェハWに対してポリマー水溶液の塗布を開始していくため、親水性層をウェハ面内でより均一に形成し、リンス時の液ちぎれを抑制することができる。その結果、欠陥を低減させることができる。

30

さらに、DIWでの被覆性を鑑み、ステップS3bの減速工程における減速度を小さくしておき、本実施形態と異なり、ステップS3aの加速工程における加速度をこの減速度と同等以下にしたとする。この場合、ステップS3の洗浄工程における処理効率（溶解性生物の排出効率および現像液の膜からDIWの膜への置換効率）が低下し、上記洗浄工程に要する時間が長くなってしまう。本実施形態では、ステップS3aの加速工程における加速度が、ステップS3bの減速工程における減速度よりも大きいため、DIWでの被覆状態の維持と、ステップS3の洗浄工程の時間の長期化防止を両立させることができる。

【0050】

また、本実施形態では、ステップS5bの乾燥工程が、ウェハWの中央部においてリンス液の膜に凹部が形成されるようにガスが供給されながら、ウェハ回転数が加速され、上記凹部が広げられる第1乾燥工程を含む。また、ステップS5bの乾燥工程が、ガスの供給が維持されながら、凹部が広がるに応じてウェハ回転数が減速される第2乾燥工程を含む。ウェハWの中央部に凹部を形成することにより、遠心力が小さいウェハWの中央部のリンス液の量が減る。また、その後の、回転によりリンス液を排出しウェハWを乾燥させる際に、凹部が乾燥の起点となり、遠心力がかかりやすく液が排出され易くなるため、液残りが発生するリスクを低減させることができる。

40

また、ライン&スペースパターンの場合、上記凹部を形成することにより、ラインパターンを間に挟むスペース間においてリンス液の残り方の大きな差が生じるのを防ぐことができる。上記の「大きな差」が生じている状態とは、例えば、図7に示すように、ライン

50

& スペースパターンのあるラインパターン P 1 の一側面に隣接するスペース P 2 に多くのリンス液 L が残り、他側面に隣接するスペース P 3 に全くリンス液が残らないような、状態である。上記の「ラインパターンを間に挟むスペース間における、リンス液の残り方の大きな差」が生じていると、当該ラインパターンに作用する表面張力が当該ラインパターンの一側面と他側面とで大きな差が生じ、パターン倒れの原因となる。本実施形態によれば、上述のように上記リンス液の残り方の大きな差が生じるのを防ぐことができるため、上記表面張力の大きな差が生じるのを防ぐことができ、パターン倒れの発生を防ぐことができる。

さらに、本実施形態では、凹部がある程度外側に広がった後に、凹部とその外側との界面付近のパターンに対する遠心力が過度にならないように、回転数を減速させているため、パターン倒れが生じにくい。

10

なお、ガスを供給して凹部を形成した後、ガスの供給を止めた状態でウェハ W を回転させて、凹部を広げるようにしてもよい。

#### 【 0 0 5 1 】

なお、第 1 乾燥工程及び第 2 乾燥工程でのガスの流量は、ガスが吹き付けられる部分の界面活性剤含有リンス液が吹き飛ばされてレジストパターンが露出するほど大きくないことが好ましい。露出するほど流量が高いと、上記凹部の界面近傍で、上述のリンス液の残り方の大きな差が生じパターン倒れが生じやすくなり、また、ガス自体の圧力でパターン倒れが生じるリスクがあるからである。

#### 【 0 0 5 2 】

20

また、本実施形態では、第 1 乾燥工程におけるウェハ W の最高回転数 H R S 2 は 7 0 0 r p m 以上 1 8 0 0 r p m 以下である。

本発明者らは、第 1 乾燥工程におけるウェハ W の最高回転数 H R S 2 の条件を変化させ現像処理を繰り返し行った。行った現像処理では、他の処理条件は、本実施形態に関する以上の説明の範囲内の条件とした。本発明者らの検討結果によれば、最高回転数が 7 0 0 r p m 未満ではウェハ全体に欠陥が多く生じ、1 8 0 0 r p m を超えるとウェハ中央部には欠陥が少ないがウェハ周縁部に欠陥が多く生じていた。それに対し、最高回転数が 7 0 0 r p m 以上 1 8 0 0 r p m 以下では、少なくとも、ガス供給によりリンス液の膜に凹部が形成されるウェハ W の中央部において、欠陥が少なかった。7 0 0 r p m 未満でウェハ全体に欠陥が多く生じた理由としては、ウェハ回転数が低いため、ウェハ W 上のリンス液に作用する遠心力が小さく、当該リンス液がウェハ上に多く残ったことが考えられる。また、1 8 0 0 r p m を超えた場合にウェハ周縁部に多く欠陥が生じた理由としては、ウェハ周縁部においてリンス液の液ちぎれが生じ、当該リンス液がウェハ周縁部上に残ったことが考えられる。

30

#### 【 0 0 5 3 】

さらに、本実施形態では、第 2 乾燥工程において、ウェハ回転数を、第 1 乾燥工程における上記最高回転数から 6 0 0 r p m 以上の予め定められた速度（以下、最終到達ウェハ回転数）まで減速させている。

本発明者らは、第 2 乾燥工程における最終到達ウェハ回転数の範囲の検討のため、上記最終到達ウェハ回転数を異ならせて現像処理を繰り返し行った。行った現像処理では、第 1 乾燥工程における最高回転数を 1 8 0 0 r p m とし、他の処理条件は、本実施形態に関する以上の説明の範囲内の条件とした。本発明者らの検討結果によれば、第 2 乾燥工程における最終到達ウェハ回転数が、6 0 0 r p m 未満ではウェハ全体に欠陥が多く生じ、6 0 0 r p m 以上であると欠陥が少なかった。6 0 0 r p m 未満の場合、ウェハ全体に欠陥が多く生じていた理由としては、第 2 乾燥工程では、リンス液の膜に形成された凹部の境界が外側まで広がっているものの、ウェハ回転数が低いと、リンス液に作用する遠心力が小さいため、当該リンス液がウェハ W 上に多く残ることが原因と考えられる。

40

なお、第 2 乾燥工程において、ウェハ回転数を第 1 乾燥工程における最高回転数から減速させている理由は、減速させない場合、ウェハ周縁部においてリンス液の液ちぎれが生じ、当該リンス液がウェハ周縁部上に残り、欠陥の原因となることがあるからである。な

50

お、第2乾燥工程での最終到達ウェハ回転数は1500rpm以下であることが好ましい。本発明者らの検討結果によれば、最終到達ウェハ回転数が1500rpmを超えるとウェハ外周部において欠陥が多く発生していたからである。

【0054】

さらにまた、本実施形態にかかる現像処理方法は、親水性層が形成されたウェハWにDIWを供給しながらウェハWを回転させる第1リンス液供給工程と、その後、ウェハに界面活性剤含有リンス液を供給しながらウェハWを回転させる第2リンス液供給工程とを有する。そして、第1リンス液供給工程において、予め定められた回転数で、ウェハWを回転させた後、ウェハWの回転数を、第1リンス液工程終了までに減速させ、第1乾燥工程における最高回転数より低い、第2リンス液供給工程開始時の予め定められた低回転数とされる。これにより、DIWでの被覆状態を維持したまま、低表面張力の界面活性剤含有リンス液の供給へ切り替えることができる。

10

【0055】

上述の第2リンス液供給工程開始時の予め定められた低回転数は例えば500rpm以上1000rpm以下である。

本発明者らは、第2リンス液供給工程開始時の予め定められた低回転数の範囲の検討のため、上記低回転数を異ならせて現像処理を繰り返し行った。行った現像処理では、他の処理条件は、本実施形態に関する以上の説明の範囲内の条件とした。ただし、第2リンス液供給工程中においてウェハ回転数は加速させず一定とした。本発明者らの検討結果によれば、第2リンス液供給工程中の回転数が、500~1000rpmであれば欠陥が少なかった。500rpm未満の場合、欠陥が多く生じていたが、これは、ウェハ回転数が低いため、界面活性剤含有リンス液がウェハ面内全体に広がらなかったことが原因と考えられる。また、1000rpmを超える場合、欠陥が多く生じていたが、これは、ウェハ回転数が高いため、ウェハ周縁部においてリンス液の液ちぎれが生じ、当該リンス液がウェハ周縁部上に残ったことが原因と考えられる。

20

なお、第2リンス液供給工程中のウェハ回転数は、常に1000rpm以下であることがより好ましい。本発明者らの評価によれば、第2リンス液がウェハW上を広がる際に、ウェハ回転数が大きすぎると液ちぎれにより被覆不良となる場合が見受けられたことに対し、100rpm以下であればその被覆不良となる場合がなく問題なく処理できたためである。

30

【0056】

また、本実施形態では、ステップS4の親水性層形成工程が、DIWで洗浄されたウェハWに、ポリマー水溶液を供給しながら当該ウェハWを回転させる水溶液供給工程と、その後、ポリマー水溶液を供給しない状態でウェハWを回転させる回転維持工程と、を含む。

親水性層を形成する際に、ポリマー水溶液の供給を長時間とすると、水溶性ポリマーの絶対量が多くなり当該水溶性ポリマーが残渣として残るリスクがある。ただし、水溶性ポリマーの供給を停止しウェハWの回転まで停止すると、プルバックが生じ、ポリマー水溶液による被覆の面内均一性が損なわれてしまう。それに対し、本実施形態では、ポリマー水溶液の供給を停止した後もウェハWの回転を継続させているので、上記残渣のリスクを低減させることができ、また、プルバックの発生を防ぎ親水性層をウェハ面内で均一に形成することができる。

40

さらに、界面活性剤含有リンス液が洗浄性向上のために酸性に調整されていることも多く、これに合わせてポリマー水溶液も酸性に調整される場合があるが、この場合、ポリマー水溶液が供給され続けると、パターン細りが進む懸念もある。本実施形態のように、ポリマー水溶液の供給を停止することにより、このパターン細りも防ぐことができる。

【0057】

また、本実施形態では、ステップS3の洗浄工程でのDIWの供給時間Tw1の方がステップS4aの水溶液供給工程でのポリマー水溶液の供給時間Tpよりも長い。ステップS3の洗浄工程でのDIWは、現像液や溶解生成物の排出のために用いられているところ、上記排出をポリマー水溶液で行う方法も考えられる。しかし、この場合、ポリマー水溶

50

液の供給が過多になり、前述と同様の残渣のリスクや、ポリマー水溶液が酸性の場合のパターン細りが生じることがある。それに対し、本実施形態では、D I Wの供給時間 $T_w 1$ を長くしており、D I Wで上記排出を行っているため、ポリマー水溶液の供給時間 $T_p$ を長くする必要がなく、上述の残渣のリスク等が高まることがない。また、D I Wの供給時間を長くすることで、次工程のために、他の液との反応性が低いD I Wの液膜でウェハ全体を被覆することができる。

【0058】

なお、本実施形態では、第2リンス液供給工程での界面活性剤含有リンス液の供給時間 $T_r$ よりも、第1リンス液供給工程でのD I Wの供給時間 $T_w 2$ の方が長い。界面活性剤含有リンス液の供給時間 $T_r$ が長いと、当該リンス液の供給が過多になり、当該リンス液が酸性の場合にパターン細りが生じることがある。本実施形態によれば、このパターン細りを防ぐことができる。

10

【0059】

また、本実施形態では、ステップS3の洗浄工程でのD I Wの供給停止からステップS4の親水性層形成工程におけるポリマー水溶液の供給開始までの時間（以下、「水溶液への切替時間」ということがある。）は、0.7秒以下とされている。

そして、第1リンス液供給工程でのD I Wの供給停止から、第2リンス液供給工程での界面活性剤含有リンス液の供給開始までの時間（以下、「リンス液切替時間」）も0.7秒以下とすることが好ましい。

本発明者らは、上記リンス液切替時間の範囲の検討のため、上記リンス液切替時間を異ならせて現像処理を繰り返し行った。行った現像処理では、他の処理条件は、本実施形態に関する以上の説明の範囲内の条件とした。本発明者らの検討結果によれば、上記リンス液切替時間が0.7秒以下であれば欠陥が少なかった。0.7秒を超える場合、ウェハ周縁部に欠陥が多く生じていたが、これは、上記リンス液切替時間が長い場合ウェハ周縁部のD I Wが乾き、ウェハ周縁部まで界面活性剤含有リンス液が広がらなかったことが原因と考えられる。

20

このリンス液切替時間の検討結果は、上記水溶液への切替時間にも適用することができる。なぜならば、リンス液の切り替えの場合も水溶液への切り替えの場合も、切替前に使用している液体はD I Wで共通であり、切り替え後のウェハWの回転数が同等であるから、である。

30

【0060】

また、本実施形態では、ステップS3の洗浄工程のステップS3aの加速工程における、ウェハWの最高回転数は、700rpm以上1800rpm以下である。

本発明者らは、ステップS3aの加速工程におけるウェハWの最高回転数の範囲の検討のため、上記最高回転数を異ならせて現像処理を繰り返し行った。行った現像処理では、他の処理条件は、本実施形態に関する以上の説明の範囲内の条件とした。本発明者らの検討結果によれば、加速工程中の最高回転数が、700rpm以上1800rpm以下であれば欠陥が少なかった。700rpm未満の場合、欠陥が多く生じていたが、これは、ウェハ回転数が低いため、D I W等に作用する遠心力が小さく溶解生成物が排出されなかったことが原因と考えられる。また、1800rpmを超える場合、欠陥が多く生じていたが、これは、ウェハ回転数が高いため、ウェハ周縁部において、D I Wで被覆されない部分が生じ、親水性層が面内均一に形成されなかったことが原因と考えられる。

40

【0061】

（第2実施形態）

図8は、第2実施形態にかかる現像処理装置1aの構成の概略を示す横断面図である。

図8の現像処理装置1aは、図2等の第1実施形態にかかる現像処理装置1の混合液供給ノズル38が省略されたものである。第1実施形態にかかる現像処理装置1では、リンス液として、D I Wと界面活性剤含有リンス液の2種類を用いていたが、現像処理装置1aでは、リンス液として、D I Wの1種類のみ用いている

【0062】

50

続いて、現像処理装置 1 a における現像処理の一例について図 9 を用いて説明する。図 9 は、洗浄工程以降の現像処理中の各時点におけるウェハ回転数を示す図である。

なお、以下では、現像処理装置 1 a における現像処理のうち、図 2 等の現像処理装置 1 における現像処理と異なる部分についてのみ、具体的には、リンス工程についてのみ説明する。

【 0 0 6 3 】

現像処理装置 1 a における現像処理では、前述のステップ S 1 の現像液パドル形成工程、ステップ S 2 の静止現像工程、ステップ S 3 の洗浄工程及びステップ S 4 の親水性層形成工程が順に行われた後、以下のリンス工程（ステップ S 1 0）が行われる。

【 0 0 6 4 】

（ステップ S 1 0：リンス工程）

ステップ S 1 0 のリンス工程では、ステップ S 4 の親水性層形成工程後、回転中のウェハ W に対してリンス液が供給され、ウェハ W が洗浄される。このリンス工程は、図 9 に示すように、リンス液供給工程（ステップ S 1 0 a）と、乾燥工程（ステップ S 1 0 b）を含む。そして、乾燥工程が、第 1 乾燥工程（ステップ S 1 0 b<sub>1</sub>）と、第 2 乾燥工程（ステップ S 1 0 b<sub>2</sub>）とを含む。

【 0 0 6 5 】

（ステップ S 1 0 a：リンス液供給工程）

ステップ S 1 0 a のリンス液供給工程は、親水性層が形成されたウェハ W にリンス液を供給しながら当該ウェハ W を回転させる工程である。具体的には、回転中のウェハ W に対して D I W 供給ノズル 3 6 からリンス液としての D I W が供給される。この工程では、ウェハ回転数は、例えば、ステップ S 4 b の回転維持工程と同じ回転数（例えば 1 0 0 0 ~ 2 0 0 0 r p m）に維持される。リンス液供給開始から予め定められた時間経過後、D I W 供給ノズル 3 6 からのリンス液の供給が停止され、当該ノズル 3 6 の代わりに、ガス供給ノズル 3 9 がウェハ W の中央部上方へ移動される。

【 0 0 6 6 】

（ステップ S 1 0 b：乾燥工程）

ステップ S 1 0 b の乾燥工程は、ステップ S 1 0 a のリンス液供給工程後、リンス液を供給しない状態でウェハ W を回転させる工程である。この工程により、ウェハ W 上のリンス液が乾燥される。

【 0 0 6 7 】

（ステップ S 1 0 b<sub>1</sub>：第 1 乾燥工程）

そして、乾燥工程の最初の工程であるステップ S 1 0 b<sub>1</sub> の第 1 乾燥工程では、前述のステップ S 5 b<sub>1</sub> の第 1 乾燥工程と同様に、ウェハ W の中央部において D I W の膜に凹部が形成されるようにガスが供給されながら、ウェハ回転数が加速され、上記凹部が広げられる（ステップ S 1 0 b<sub>1</sub>）。この工程では、ウェハ回転数は、例えば、リンス液供給工程でのウェハ回転数（例えば 1 0 0 0 ~ 2 0 0 0 r p m）から加速され、この工程における最高回転数 H R S 2（例えば 1 5 0 0 r p m 以上）とされ、その後、予め定められた時間、当該最高回転数 H R S 2 で維持される。なお、この工程において、ウェハ回転数は、上記最高回転数 H R S 2 まで、一定の加速度で加速されてもよいし段階的に加速されてもよい。

なお、第 1 乾燥工程終了時に、ガス供給は停止され、ガス供給ノズル 3 9 はカップ 2 2 外に退避される。また、この工程でのガス供給ノズル 3 9 の位置はウェハ W の中央部上方で固定である。

【 0 0 6 8 】

（ステップ S 1 0 b<sub>2</sub>：第 2 乾燥工程）

第 1 乾燥工程後、前述のステップ S 5 b<sub>2</sub> の第 2 乾燥工程と同様に、ウェハ W 上の D I W の膜に形成された上記凹部が広がるに応じて、ウェハ回転数が、予め定められた回転数 R S まで減速される（ステップ S 1 0 b<sub>2</sub>）。この工程では、ウェハ回転数は、例えば 8 0 0 以上 1 8 0 0 r p m 以下まで減速されることが好ましく、8 0 0 r p m 以上 1 5 0 0

10

20

30

40

50

r p m以下まで減速されることがより好ましい。減速後、ウェハ回転数が、予め定められた時間、当該回転数 R S で維持され、その後、ウェハ W の回転が停止される。

なお、第 2 乾燥工程におけるウェハ回転数の減速は、一定の減速度で行われてもよいし、段階的に行われてもよい。

【 0 0 6 9 】

本実施形態では、界面活性剤含有リンス液の供給を行っていないが、第 1 実施形態と同様、水に対する接触角の大きいレジスト膜をウェハ W に形成した場合も、ウェハ W に親水性層が形成され、ウェハ W の水に対する接触角が低くなる。そのため、本実施形態においても、ウェハを回転させて乾燥させる際のリンス液の液ちぎれが発生しにくくなり、欠陥が生じにくい。

10

また、本実施形態においても、ステップ S 3 b の減速工程も行われ、当該工程における減速度をステップ S 3 a の加速工程における加速度よりも小さくしているため、親水性層をウェハ面内でより均一に形成し、リンス時の液ちぎれを抑制することができる。その結果、欠陥を低減させることができる。

【 0 0 7 0 】

また、本実施形態では、ステップ S 5 b の乾燥工程と同様のステップ S 1 0 の乾燥工程が行われる。そのため、量が多いリンス液残り部が発生するリスクを低減させることができ、さらに、レジストパターンがライン & スペースパターンの場合に、パターン倒れの発生を防ぐことができる。さらにまた、本実施形態では、凹部がある程度外側に広がった後に、凹部とその外側との界面付近のパターンに対する力が過度にならないように、回転数を減速させているため、パターン倒れが生じにくい。

20

【 0 0 7 1 】

以上の説明では、レジストパターンはライン & スペースパターンであるものとした。ただし、以上の実施形態はホールパターン等の他のレジストパターンにも適用することができる。

【 0 0 7 2 】

また、以上では、現像の方式として、現像液のパドルを形成後、現像液の供給及びウェハ W の回転を停止する静止現像方式を採用していた。本開示にかかる技術は、ウェハ W を回転させながら現像液を供給し続ける回転現像方式（パドルレス現像とも称される）にも適用することができる。

30

【 0 0 7 3 】

なお、以上の説明では、D I W を水系洗浄液や第 1 リンス液すなわち水系リンス液として用いた。しかし、水系洗浄液や水系リンス液として、純水を用いてもよく、また、純水に他の物質が多少添加されたものを用いてもよく、水を主成分とするもの（例えば、水の含有率が 5 0 質量 % 以上）であればよい。

【 0 0 7 4 】

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。

【 0 0 7 5 】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

【 0 0 7 6 】

- ( 1 ) 基板上的レジスト膜を現像処理する現像処理方法であって、
- ( A ) 前記基板に現像液を供給して前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、
- ( B ) 現像された前記基板に水系洗浄液を供給して、当該水系洗浄液で当該基板を洗浄する工程と、
- ( C ) 前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、水溶性ポリマーの水溶液を塗布し、前記基板の表面に親水性を有する親水性層を形成する工程と、
- ( D ) 前記親水性層が形成された基板を、リンス液で洗浄する工程と、を含み、

40

50

前記（Ｂ）工程は、

（ａ）前記基板の回転数を加速させていく工程と、

（ｂ）前記（ａ）工程後、前記（Ｃ）工程が開始されるまでの間、前記基板の回転数を減速させていく工程と、を含み、

前記（ｂ）工程における減速度が、前記（ａ）工程における加速度よりも小さい、現像処理方法。

前記（１）によれば、水に対する接触角の大きいレジスト膜を基板に形成した場合も、基板を回転させてリンス液を排出し乾燥させる際にリンス液の液ちぎれが発生しにくくなり、つまり、リンス液が基板上に残りにくくなる。したがって、基板上に残ったリンス液に起因する欠陥が生じにくい。

また、親水性層を基板面内でより均一に形成することができ、リンス時の液ちぎれを抑制することができる。その結果、欠陥を低減させることができる。

【００７７】

（２）前記（Ｄ）工程は、

（ｃ）前記親水性層が形成された基板に前記リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

（ｄ）前記（ｃ）工程後、前記リンス液を供給しない状態で前記基板を回転させ乾燥させる工程と、を含み、

前記（ｄ）工程は、

（ｍ）基板上中央において前記リンス液の膜に凹部が形成されるようにガスを供給しながら前記基板の回転数を加速させていき、前記凹部を広げる工程と、

（ｎ）前記（ｍ）工程後、前記凹部が広がるに応じて前記基板の回転数を減速させていく工程と、を含む、前記（１）に記載の現像処理方法。

前記（２）によれば、量が多いリンス液残り部が発生するリスクを低減させることができ、さらに、レジストパターンがライン＆スペースパターンの場合に、パターン倒れの発生を防ぐことができる。さらにまた、前記（２）によれば、凹部がある程度外側に広がった後に、凹部とその外側との界面付近のパターンに対する力が過度にならないように、回転数を減速させているため、パターン倒れが生じにくい。

【００７８】

（３）前記（ｍ）工程における前記基板の最高回転数は７００rpm以上１８００rpm以下であり、

前記（ｎ）工程は、前記（ｍ）の前記基板の最高回転数から６００rpm以上の予め定められた回転数まで、前記基板の回転数を減速させていく、前記（２）に記載の現像処理方法。

【００７９】

（４）前記（Ｄ）工程の前記（ｃ）工程は、

（ｘ）前記親水性層が形成された基板に水系リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

（ｙ）前記（ｘ）工程後、前記基板に界面活性剤含有リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、を含み、

前記（ｘ）工程において、予め定められた回転数で、前記基板を回転させた後、前記基板の回転数を、当該（ｘ）工程終了までに減速させ、前記（ｍ）工程における最高回転数より低い、前記（ｙ）工程の開始時の回転数とする、前記（２）または（３）に記載の現像処理方法。

前記（４）によれば、水系リンス液での被覆状態を維持したまま、低表面張力の界面活性剤含有リンス液の供給へ切り替えることができる。

【００８０】

（５）前記（Ｃ）工程は、

（ｅ）前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

10

20

30

40

50

( f ) 前記 ( e ) 工程後、前記水溶性ポリマーの水溶液を供給しない状態で前記基板を回転させる工程と、を含む、前記 ( 1 ) ~ ( 4 ) のいずれか 1 に記載の現像処理方法。

前記 ( 5 ) によれば、水溶性ポリマーが残渣として残るリスクを低減させることができ、また、プルバックの発生を防ぎ親水性層を基板面内で均一に形成することができる。さらに、水溶性ポリマーの水溶液が酸性に調整されている場合のパターン細りを防ぐことができる。

【 0 0 8 1 】

( 6 ) 前記 ( B ) 工程での前記水系洗浄液の供給時間は、前記 ( C ) 工程での前記水溶性ポリマーの水溶液の供給時間よりも長い、前記 ( 1 ) ~ ( 5 ) のいずれか 1 に記載の現像処理方法。

10

前記 ( 6 ) によれば、水溶性ポリマーが残渣して残るリスクや、水溶性ポリマーの水溶液が酸性の場合のパターン細りが生じるリスクが高まることがない。また、水系洗浄系の供給時間を長くすることで、次工程のために、他の液との反応性が低い水系洗浄液の液膜で基板全体を被覆することができる。

【 0 0 8 2 】

( 7 ) 前記 ( B ) 工程での前記水系洗浄液の供給停止から前記 ( C ) 工程での前記水溶性ポリマーの水溶液の供給開始までの時間は、0.7 秒以下である、前記 ( 1 ) ~ ( 6 ) のいずれか 1 に記載の現像処理方法。

【 0 0 8 3 】

( 8 ) 前記 ( B ) 工程の前記 ( a ) 工程における、前記基板の最高回転数は、700 rpm 以上 1800 rpm 以下である、前記 ( 1 ) ~ ( 7 ) のいずれか 1 に記載の現像処理方法。

20

【 0 0 8 4 】

( 9 ) 基板上的レジスト膜を現像処理する現像処理装置であって、  
前記基板を保持する基板保持部と、  
前記基板保持部を回転させる回転機構と、  
前記基板保持部に保持された前記基板に現像液を供給する現像液供給ノズルと、  
前記基板保持部に保持された前記基板に水系洗浄液を供給する水系洗浄液供給ノズルと、  
前記基板保持部に保持された前記基板に水溶性ポリマーの水溶液を供給する水溶液供給ノズルと、  
前記基板保持部に保持された前記基板にリンス液を供給するリンス液供給ノズルと、  
前記現像液供給ノズル、前記水系洗浄液供給ノズル、前記水溶液供給ノズル及び前記リンス液供給ノズルを移動させる移動機構と、  
前記回転機構、前記現像液供給ノズルからの供給、前記水系洗浄液供給ノズルからの供給、  
前記水溶液供給ノズルからの供給、前記リンス液供給ノズルからの供給及び前記移動機構の制御を行うように構成されている制御部と、を有し、  
前記制御部は、

30

( A ) 前記基板に現像液を供給して前記レジスト膜を現像してレジストパターンを形成する工程と、

( B ) 現像された前記基板に水系洗浄液を供給して、当該水系洗浄液で当該基板を洗浄する工程と、

40

( C ) 前記水系洗浄液で洗浄された前記基板に、水溶性ポリマーの水溶液を塗布し、前記基板の表面に親水性を有する親水性層を形成する工程と、

( D ) 前記親水性層が形成された基板を、リンス液で洗浄する工程と、が実行され、前記 ( B ) 工程において、

( a ) 前記基板の回転数を加速させていく工程と、

( b ) 前記 ( a ) 工程後、前記 ( C ) 工程が開始されるまでの間、前記基板の回転数を減速させていく工程と、が実行され、

前記 ( b ) 工程における減速度が、前記 ( a ) 工程における加速度よりも小さくなるよう、制御を行うように構成されている、現像処理装置。

50

## 【 0 0 8 5 】

( 1 0 ) 前記基板保持部に保持された前記基板にガスを供給するガス供給ノズルを、有し、前記移動機構は、前記ガス供給ノズルを移動させ、前記制御部は、

前記ガス供給ノズルからの供給を制御するように構成され、

前記( D )工程において、

( c ) 前記親水性層が形成された基板に前記リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

( d ) 前記( c )工程後、前記リンス液を供給しない状態で前記基板を回転させ乾燥させる工程と、が実行され、

10

前記( d )工程において、

( m ) 基板上中央において前記リンス液の膜に凹部が形成されるようにガスを供給しながら前記基板の回転数を加速させていき、前記凹部を広げる工程と、

( n ) 前記( m )工程後、前記凹部が広がるに応じて前記基板の回転数を減速させていく工程と、が実行されるよう、

制御を行うように構成されている、前記( 9 )に記載の現像処理装置。

## 【 0 0 8 6 】

( 1 1 ) 前記制御部は、

前記( D )工程の前記( c )工程において、

( x ) 前記親水性層が形成された基板に水系リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、

20

( y ) 前記( x )工程後、前記基板に界面活性剤含有リンス液を供給しながら当該基板を回転させる工程と、が実行され、

前記( x )工程において、予め定められた回転数で、前記基板を回転させた後、前記基板の回転数を、当該( x )工程終了までに減速させ、前記( m )工程における最高回転数より低い、前記( y )工程の開始時の回転数となるよう、

制御を行うように構成されている、前記( 1 0 )に記載の現像処理装置。

## 【符号の説明】

## 【 0 0 8 7 】

1、 1 a 現像処理装置

30

2 0 スピンチャック

2 1 チャック駆動部

3 3 現像液供給ノズル

3 6 D I W供給ノズル

3 7 水溶液供給ノズル

3 8 混合液供給ノズル

4 0 ノズル駆動部

2 0 0 制御部

F 1 親水性層

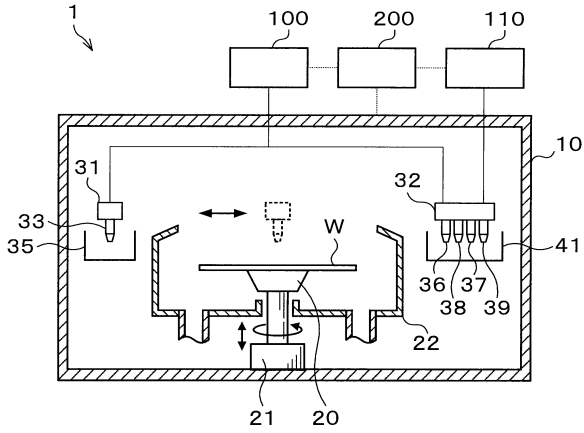
R レジストパターン

40

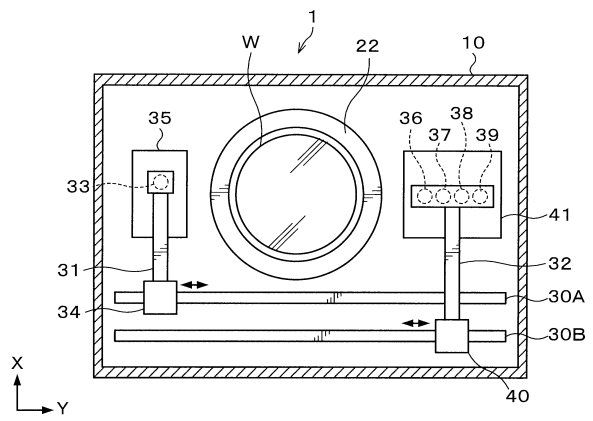
W ウェハ

【図面】

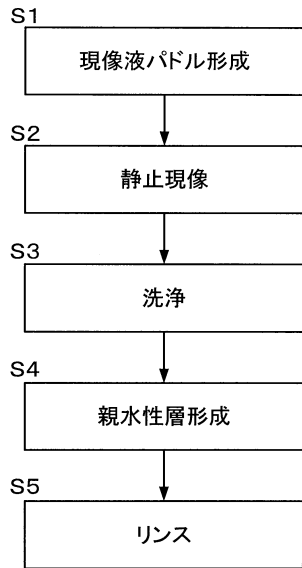
【図 1】



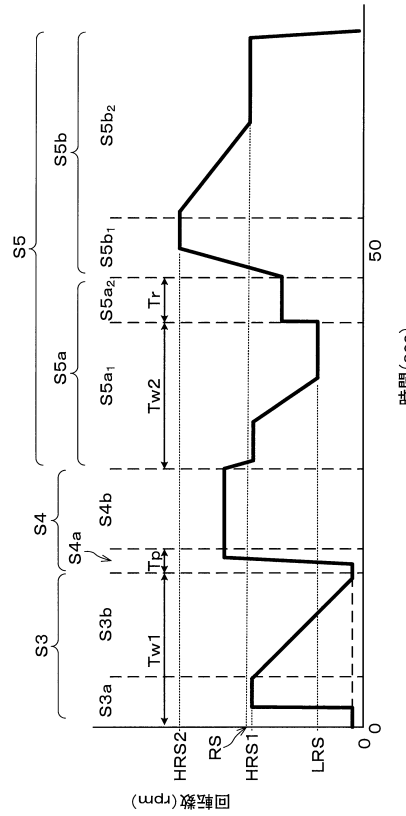
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

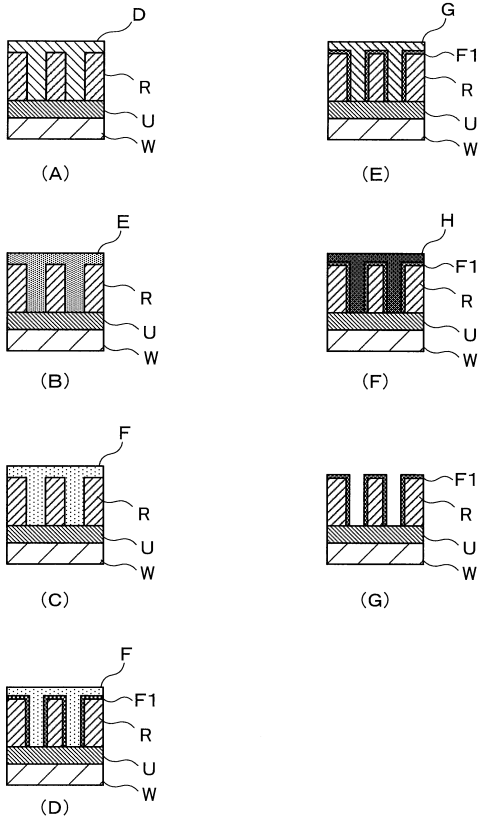
20

30

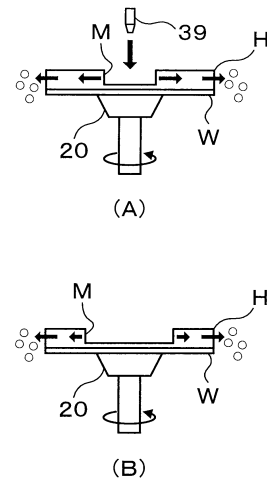
40

50

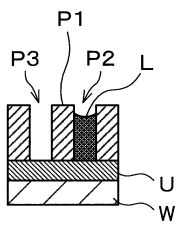
【図5】



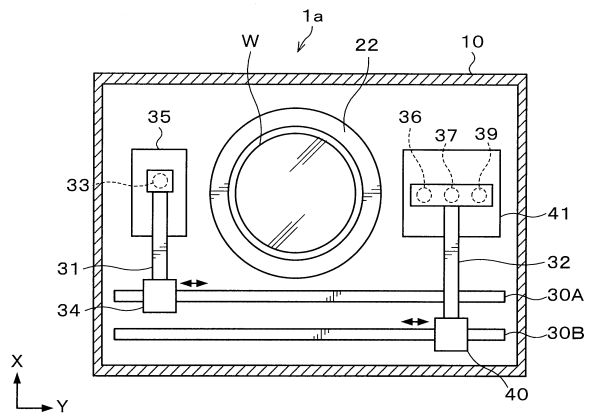
【図6】



【図7】



【図8】



10

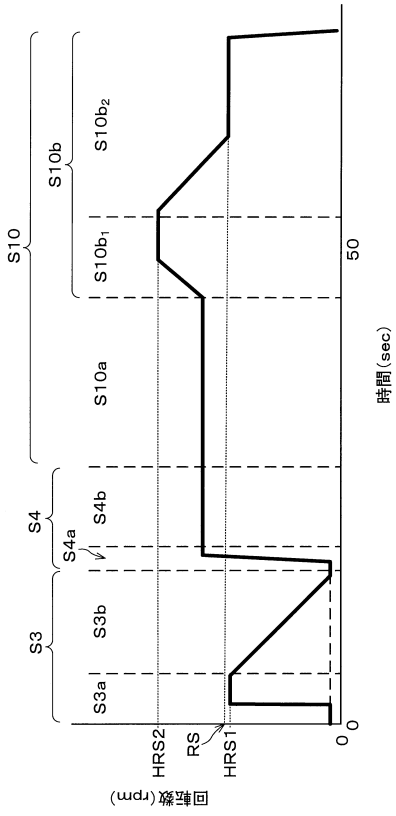
20

30

40

50

【 9 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

ロン九州株式会社内

(72)発明者 一ノ宮 博

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 田中 秀直

(56)参考文献 国際公開第2018/116985(WO, A1)

特開2015-023172(JP, A)

特開2017-161781(JP, A)

特開2012-019002(JP, A)

特開2018-056553(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 7/30

G03F 7/32