

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6873011号  
(P6873011)

(45) 発行日 令和3年5月19日(2021.5.19)

(24) 登録日 令和3年4月22日(2021.4.22)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30

5 6 4 C

B O 5 D 1/40 (2006.01)

H O 1 L 21/30

5 6 4 D

B O 5 D 3/00 (2006.01)

B O 5 D 1/40

A

B O 5 C 11/10 (2006.01)

B O 5 D 3/00

D

B O 5 C 11/08 (2006.01)

B O 5 C 11/10

請求項の数 6 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-165379 (P2017-165379)  
 (22) 出願日 平成29年8月30日(2017.8.30)  
 (65) 公開番号 特開2019-46850 (P2019-46850A)  
 (43) 公開日 平成31年3月22日(2019.3.22)  
 審査請求日 令和2年6月22日(2020.6.22)

(73) 特許権者 000207551  
 株式会社 S C R E E Nホールディングス  
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁  
 目天神北町1番地の1  
 (74) 代理人 100098305  
 弁理士 福島 祥人  
 (74) 代理人 100108523  
 弁理士 中川 雅博  
 (74) 代理人 100187931  
 弁理士 澤村 英幸  
 (72) 発明者 和食 雄大  
 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神  
 北町1番地の1 株式会社 S C R E E Nセ  
 ミコンダクターソリューションズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置および基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を水平姿勢で保持して回転させる回転保持部と、

前記回転保持部により回転する基板の一面の中心部に塗布液を吐出する塗布液吐出系と

、  
 第1の期間に、前記塗布液吐出系から基板の前記一面の中心部に吐出された塗布液が基  
 板の前記一面上で拡がるように、前記塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを第1のレ  
 ートに調整する第1の吐出レート調整部と、

前記第1の期間の後の第2の期間に、基板の前記一面の全体に拡がった塗布液の厚みが  
 増加するように、前記塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを前記第1のレートよりも  
 高い第2のレートに調整する第2の吐出レート調整部と、

前記第1の期間に、前記回転保持部による基板の回転速度を第1の速度に調整する第1  
 の回転速度調整部と、

前記第2の期間に、前記回転保持部による基板の回転速度を前記第1の速度よりも高い  
 第2の速度に調整する第2の回転速度調整部とを備える、基板処理装置。

【請求項2】

基板を水平姿勢で保持して回転させる回転保持部と、

前記回転保持部により回転する基板の一面の中心部に塗布液を吐出する塗布液吐出系と

、  
 第1の期間に、前記塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを第1のレートに調整する

10

20

第 1 の吐出レート調整部と、

前記第 1 の期間の後の第 2 の期間に、前記塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを前記第 1 のレートよりも高い第 2 のレートに調整する第 2 の吐出レート調整部と、

前記第 1 の期間に、前記回転保持部による基板の回転速度を第 1 の速度に調整する第 1 の回転速度調整部と、

前記第 2 の期間に、前記回転保持部による基板の回転速度を前記第 1 の速度よりも高い第 2 の速度に調整する第 2 の回転速度調整部とを備える、基板処理装置。

【請求項 3】

前記第 2 の期間の後の第 3 の期間に、前記回転保持部による基板の回転速度を前記第 1 の速度よりも高くかつ前記第 2 の速度よりも低い第 3 の速度に調整する第 3 の回転速度調整部と、

10

前記第 3 の期間に塗布液の吐出を停止させる吐出停止部とをさらに備える、請求項 1 または 2 記載の基板処理装置。

【請求項 4】

前記第 3 の期間の後の第 4 の期間に、前記回転保持部による基板の回転速度を前記第 3 の速度よりも高くかつ前記第 2 の速度よりも低い第 4 の速度に調整する第 4 の回転速度調整部をさらに備える、請求項 3 記載の基板処理装置。

【請求項 5】

第 1 の期間に、基板の一面上で塗布液が拡がるように、回転保持部により基板を第 1 の速度で回転させつつ塗布液吐出系により基板の前記一面の中心部に第 1 のレートで塗布液を吐出するステップと、

20

前記第 1 の期間の後の第 2 の期間に、基板の前記一面の全体に広がった塗布液の厚みが増加されるように、前記回転保持部により基板を前記第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で回転させつつ前記塗布液吐出系により基板の前記一面の中心部に前記第 1 のレートよりも高い第 2 のレートで塗布液を吐出するステップとを含む、基板処理方法。

【請求項 6】

第 1 の期間に、回転保持部により基板を第 1 の速度で回転させつつ塗布液吐出系により基板の一面の中心部に第 1 のレートで塗布液を吐出するステップと、

前記第 1 の期間の後の第 2 の期間に、前記回転保持部により基板を前記第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で回転させつつ前記塗布液吐出系により基板の前記一面の中心部に前記第 1 のレートよりも高い第 2 のレートで塗布液を吐出するステップとを含む、基板処理方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板上に塗布液の膜を形成する基板処理装置および基板処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体製造におけるリソグラフィ工程においては、露光処理により基板上にパターンを形成するために、基板処理装置によりレジスト液等の塗布液が基板に塗布される。

40

【0003】

特許文献 1 に記載された膜処理ユニットは、スピンチャック、溶剤吐出ノズルおよびレジスト液吐出ノズルを含む。スピンチャックにより基板が水平に保持され、溶剤吐出ノズルから基板上に溶剤が吐出された後、基板の回転が開始されるとともにレジスト液吐出ノズルから基板上にレジスト液が吐出される。次いで、基板が回転された状態で、レジスト液の吐出速度が第 1 の吐出速度よりも低い第 2 の吐出速度に低下される。その後、レジスト液の吐出および基板の回転が停止される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開2001-297964号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、半導体回路の高集積化により、3次元構造を有するデバイスが開発されている。このようなデバイスを製造するために、従来よりも大きい膜厚の塗布膜が形成されるように高粘度の塗布液が基板に塗布される。塗布液の粘度が高い場合には、基板が回転されても、基板上で塗布液が拡がりにくい。そのため、基板上における塗布膜の均一性が低くなりやすい。多量の塗布液を用いた場合には、基板上における塗布膜の厚みの均一性を高めることが可能である。しかしながら、その場合には、基板処理のコストが高くなる。

10

【0006】

本発明の目的は、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることが可能な基板処理装置および基板処理方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1)第1の発明に係る基板処理装置は、基板を水平姿勢で保持して回転させる回転保持部と、回転保持部により回転する基板の一面の中心部に塗布液を吐出する塗布液吐出系と、第1の期間に、塗布液吐出系から基板の一面の中心部に吐出された塗布液が基板上で拡がるように、塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを第1のレートに調整する第1の吐出レート調整部と、第1の期間の後の第2の期間に、基板の一面の全体に拡がった塗布液の厚みが増加するように、塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを第1のレートよりも高い第2のレートに調整する第2の吐出レート調整部と、第1の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第1の速度に調整する第1の回転速度調整部と、第2の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第1の速度よりも高い第2の速度に調整する第2の回転速度調整部とを備える。

20

【0008】

この基板処理装置においては、第1の期間に、回転する基板の一面の中心部に吐出された塗布液が基板上で拡がるように、塗布液の吐出レートが第1のレートに調整される。第1の期間の後の第2の期間に、回転する基板の一面の全体に拡がった塗布液の厚みが増加するように、塗布液の吐出レートが第1のレートよりも高い第2のレートに調整される。

30

【0009】

この場合、第1の期間に比較的低い第1のレートで塗布液が吐出されるため、塗布液の消費量を抑制しつつ基板の一面上で塗布液を拡げることができる。また、第2の期間に比較的高い第2のレートで塗布液が吐出されるため、塗布液の粘度が高い場合であっても、基板の一面上における塗布液の流動性が確保される。それにより、基板の一面の一部の領域に塗布液が蓄積されることが防止される。そのため、基板の一面上における塗布液の厚みの均一性が高まる。したがって、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

【0011】

40

また、第1の期間に基板が比較的低い第1の速度で回転するため、基板の一面上で塗布液を安定的に拡げることができる。それにより、塗布液の消費量がさらに抑制される。また、第2の期間に基板が比較的高い第2の速度で回転するため、塗布液に働く遠心力が大きくなる。それにより、基板の一面の外縁まで塗布液を適切に拡げることができ、塗布液の厚みの均一性をより高めることができる。

【0012】

(2)第2の発明に係る基板処理装置は、基板を水平姿勢で保持して回転させる回転保持部と、回転保持部により回転する基板の一面の中心部に塗布液を吐出する塗布液吐出系と、第1の期間に、塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを第1のレートに調整する第1の吐出レート調整部と、第1の期間の後の第2の期間に、塗布液吐出系からの塗布液の

50

吐出レートを第1のレートよりも高い第2のレートに調整する第2の吐出レート調整部と、第1の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第1の速度に調整する第1の回転速度調整部と、第2の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第1の速度よりも高い第2の速度に調整する第2の回転速度調整部とを備える。

【0013】

この基板処理装置においては、第1の期間に、基板が第1の速度で回転しつつ基板の一面の中心部に第1のレートで塗布液が吐出される。第1の期間の後の第2の期間に、基板が第1の速度よりも高い第2の速度で回転しつつ基板の一面の中心部に第1のレートよりも高い第2のレートで塗布液が吐出される。

【0014】

この場合、第1の期間に塗布液の消費量を抑制しつつ基板の一面上で塗布液を安定的に拡げることができる。第2の期間には、塗布液の粘度が高い場合であっても、基板の一面上における塗布液の流動性が確保される。それにより、基板の一面の一部の領域に塗布液が蓄積されることが防止される。そのため、基板の一面上における塗布液の厚みの均一性が高まる。したがって、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

【0015】

(3) 基板処理装置は、第2の期間の後の第3の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第1の速度よりも高くかつ第2の速度よりも低い第3の速度に調整する第3の回転速度調整部と、第3の期間に塗布液の吐出を停止させる吐出停止部とをさらに備えてもよい。

【0016】

この場合、基板の回転速度が第2の速度から第3の速度に下降された後に塗布液の吐出が停止されるので、塗布液の吐出が停止される際に塗布液の滴が基板の一面上の塗布液の表面に落下しても、基板の一面上で塗布液が安定的に保持される。それにより、塗布液の膜の厚みの均一性をより高めることができる。

【0017】

(4) 基板処理装置は、第3の期間の後の第4の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第3の速度よりも高くかつ第2の速度よりも低い第4の速度に調整する第4の回転速度調整部をさらに備えてもよい。

【0018】

この場合、第4の期間に基板の一面上の塗布液の膜の厚みを適切に調整することができる。

【0019】

(5) 第3の発明に係る基板処理方法は、第1の期間に、基板の一面上で塗布液が拡がるように、回転保持部により基板を第1の速度で回転させつつ塗布液吐出系により基板の一面の中心部に第1のレートで塗布液を吐出するステップと、第1の期間の後の第2の期間に、基板の一面の全体に広がった塗布液の厚みが増加されるように、回転保持部により基板を第1の速度よりも高い第2の速度で回転させつつ塗布液吐出系により基板の一面の中心部に第1のレートよりも高い第2のレートで塗布液を吐出するステップとを含む。

【0020】

この基板処理方法によれば、第1の期間に、塗布液が基板の一面上で拡がるように、回転する基板の一面の中心部に塗布液が第1のレートで吐出される。第1の期間の後の第2の期間に、基板の一面の全体に広がった塗布液の厚みが増加するように、回転する基板の一面の中心部に塗布液が吐出レートが第1のレートよりも高い第2のレートで吐出される。

【0021】

この場合、第1の期間に比較的低い第1のレートで塗布液が吐出されるため、塗布液の消費量を抑制しつつ基板の一面上で塗布液を拡げることができる。また、第2の期間に比較的高い第2のレートで塗布液が吐出されるため、塗布液の粘度が高い場合であっても、

10

20

30

40

50

基板の一面上における塗布液の流動性が確保される。それにより、基板の一面の一部の領域に塗布液が蓄積されることが防止される。そのため、基板の一面上における塗布液の厚みの均一性が高まる。したがって、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

【 0 0 2 2 】

( 6 ) 第 4 の発明に係る基板処理方法は、第 1 の期間に、回転保持部により基板を第 1 の速度で回転させつつ塗布液吐出系により基板の一面の中心部に第 1 のレートで塗布液を吐出するステップと、第 1 の期間の後の第 2 の期間に、回転保持部により基板を第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で回転させつつ塗布液吐出系により基板の一面の中心部に第 1 のレートよりも高い第 2 のレートで塗布液を吐出するステップとを含んでもよい。

10

【 0 0 2 3 】

この基板処理装置においては、第 1 の期間に、基板が第 1 の速度で回転しつつ基板の一面の中心部に第 1 のレートで塗布液が吐出される。第 1 の期間の後の第 2 の期間に、基板が第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で回転しつつ基板の一面の中心部に第 1 のレートよりも高い第 2 のレートで塗布液が吐出される。

【 0 0 2 4 】

この場合、第 1 の期間に塗布液の消費量を抑制しつつ基板の一面上で塗布液を安定的に拡げることができる。第 2 の期間には、塗布液の粘度が高い場合であっても、基板の一面上における塗布液の流動性が確保される。それにより、基板の一面の一部の領域に塗布液が蓄積されることが防止される。そのため、基板の一面上における塗布液の厚みの均一性が高まる。したがって、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

20

また、第 1 の期間に基板が比較的低い第 1 の速度で回転するため、基板の一面上で塗布液を安定的に拡げることができる。それにより、塗布液の消費量がさらに抑制される。また、第 2 の期間に基板が比較的高い第 2 の速度で回転するため、塗布液に働く遠心力が大きくなる。それにより、基板の一面の外縁まで塗布液を適切に拡げることができ、塗布液の厚みの均一性をより高めることができる。

【発明の効果】

【 0 0 2 5 】

本発明によれば、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】本発明の一実施の形態に係る基板処理装置の概略断面図である。

【図 2】基板処理装置における基板の回転速度の変化、ならびに溶剤およびレジスト液の吐出レートの変化を示す図である。

【図 3】膜形成工程における基板上のレジスト液の状態の変化を示す図である。

【図 4】比較例における基板の回転速度の変化およびレジスト液の吐出レートの変化について説明するための図である。

【図 5】比較例における基板上のレジスト液の状態の変化を示す図である。

40

【図 6】基板処理装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【図 7】基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 7 】

以下、本発明の一実施の形態に係る基板処理装置および基板処理方法について、図面を参照しながら説明する。なお、本実施の形態においては、塗布液としてレジスト液が用いられる。

【 0 0 2 8 】

[ 1 ] 基板処理装置

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る基板処理装置の概略断面図である。図 1 において

50

、基板処理装置 100 は回転式基板処理装置であり、回転保持部 10、飛散防止用のカップ 20、ノズルユニット 30 および制御部 40 を備える。回転保持部 10 は、モータ 11 の回転軸 12 の先端に取り付けられ、基板 W を水平姿勢で保持した状態で鉛直軸の周りで回転駆動される。なお、本実施の形態においては、基板 W の直径は例えば 300 mm である。

【0029】

カップ 20 は、回転保持部 10 に保持された基板 W の周囲を取り囲むように設けられる。カップ 20 の上面側には開口部 21 が形成され、カップ 20 の下部には廃液口 22 および複数の排気口 23 が形成される。排気口 23 は、工場内の排気設備に接続される。回転保持部 10 の下方には、整流板 24 が配置される。この整流板 24 は、外周部に向かって斜め下方に傾斜する傾斜面を有する。

10

【0030】

ノズルユニット 30 は、レジストノズル 31、溶剤ノズル 32、エッジリンスノズル 33 およびバックリンスノズル 34 を含む。レジストノズル 31、溶剤ノズル 32 およびエッジリンスノズル 33 は、上下動可能かつ基板 W の上方位置とカップ 20 外の待機位置との間で移動可能に設けられる。バックリンスノズル 34 は、基板 W の下方に設けられる。図 1 の例では、ノズルユニット 30 は 2 個のバックリンスノズル 34 を含む。

【0031】

基板処理時には、レジストノズル 31 および溶剤ノズル 32 は、基板 W の被処理面における略中心部の上方に位置する。エッジリンスノズル 33 は、基板 W の被処理面における周縁部の上方に位置する。

20

【0032】

レジストノズル 31 は、レジスト液供給管 T1 を介してレジスト液供給源 P1 と接続される。レジスト液供給源 P1 には、レジスト液が貯留される。本実施の形態において、レジスト液の粘度は、例えば 20 cP 以上 500 cP 未満であり、100 cP 以上 200 cP 未満であることが好ましい。レジスト液供給管 T1 には、バルブ V1 およびポンプ 45 が介挿される。レジストノズル 31、レジスト液供給管 T1、バルブ V1 およびポンプ 45 によりレジスト液吐出系 31A が構成される。バルブ V1 が開放されることにより、レジスト液供給源 P1 からレジスト液供給管 T1 を通してレジストノズル 31 にレジスト液が供給される。これにより、レジストノズル 31 から基板 W の被処理面にレジスト液が吐出される。また、ポンプ 45 により、レジストノズル 31 からのレジスト液の吐出レートが調整される。吐出レートとは単位時間当たりの吐出量を表す。

30

【0033】

溶剤ノズル 32 は、溶剤供給管 T2 を介して溶剤供給源 P2 と接続される。溶剤供給源 P2 には、溶剤が貯留される。溶剤は、例えば P G M E A (propyleneglycol monomethyl ether acetate: プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート)、P G M E (propyleneglycol monomethyl ether: プロピレングリコールモノメチルエーテル) またはシクロヘキサノン (cyclohexanone) を含む。溶剤供給管 T2 には、バルブ V2 が介挿される。バルブ V2 が開放されることにより、溶剤供給源 P2 から溶剤供給管 T2 を通して溶剤ノズル 32 に溶剤が供給される。これにより、溶剤ノズル 32 から基板 W の被処理面に溶剤が吐出される。

40

【0034】

エッジリンスノズル 33 は、エッジリンス液供給管 T3 を介してエッジリンス液供給源 P3 と接続される。エッジリンス液供給源 P3 には、溶剤供給源 P2 に貯留された溶剤と同様の溶剤からなるリンス液 (以下、エッジリンス液と呼ぶ。) が貯留される。エッジリンス液供給管 T3 には、バルブ V3 が介挿される。バルブ V3 が開放されることにより、エッジリンス液供給源 P3 からエッジリンス液供給管 T3 を通してエッジリンスノズル 33 にエッジリンス液が供給される。これにより、エッジリンスノズル 33 から基板 W の被処理面の周縁部にレジスト液の膜を除去するためのエッジリンス液が吐出される。

【0035】

50

バックリンスノズル 3 4 は、バックリンス液供給管 T 4 を介してバックリンス液供給源 P 4 と接続されている。バックリンス液供給源 P 4 には、溶剤供給源 P 2 に貯留された溶剤と同様の溶剤からなるリンス液（以下、バックリンス液と呼ぶ。）が貯留される。バックリンス液供給管 T 4 にはバルブ V 4 が介挿される。バルブ V 4 が開放されることにより、バックリンス液供給源 P 4 からバックリンス液供給管 T 4 を通してバックリンスノズル 3 4 にバックリンス液が供給される。これにより、バックリンスノズル 3 4 から基板 W の裏面（被処理面と反対側の面）を洗浄するためのバックリンス液が吐出される。

【 0 0 3 6 】

レジストノズル 3 1 はレジスト液の吐出口が下方を向くように直立した状態で設けられ、溶剤ノズル 3 2 は溶剤の吐出口が下方を向くように直立した状態で設けられる。エッジリンスノズル 3 3 はエッジリンス液の吐出口が斜め下外方を向くように傾斜した状態で設けられる。バックリンスノズル 3 4 はバックリンス液の吐出口が上方を向くように直立した状態で設けられる。

【 0 0 3 7 】

制御部 4 0 は、CPU（中央演算処理装置）、ROM（リードオンリメモリ）、RAM（ランダムアクセスメモリ）および記憶装置等を含む。制御部 4 0 は、モータ 1 1 の回転速度を制御することにより、回転保持部 1 0 により保持された基板 W の回転速度を制御する。また、制御部 4 0 は、バルブ V 1 ~ V 4 を制御することにより、レジスト液、溶剤、エッジリンス液およびバックリンス液の吐出タイミングを制御する。また、制御部 4 0 は、ポンプ 4 5 を制御することにより、レジスト液の吐出レートを制御する。

【 0 0 3 8 】

[ 2 ] 基板処理

図 1 の基板処理装置 1 0 0 における基板 W の処理工程について説明する。図 2 は、基板処理装置 1 0 0 における基板 W の回転速度の変化、ならびに溶剤およびレジスト液の吐出レートの変化を示す図である。図 2 において、横軸は時間を表し、縦軸は、基板 W の回転速度、ならびに溶剤およびレジスト液の吐出レートを表す。

【 0 0 3 9 】

図 2 に示すように、基板 W の処理工程は、プリウエット工程、膜形成工程、洗浄工程および乾燥工程を含む。プリウエット工程においては、基板 W の被処理面が溶剤で湿潤される。膜形成工程においては、基板 W の被処理面上にレジスト液が塗布される。洗浄工程においては、基板 W の被処理面の周縁部および裏面の洗浄が行われる。乾燥工程においては、基板 W の乾燥が行われる。

【 0 0 4 0 】

基板 W は、被処理面が上方に向けられた状態で回転保持部 1 0 により保持される（図 1 参照）。初期状態では、基板 W の回転が停止されるとともに、レジスト液、溶剤、エッジリンス液およびバックリンス液の吐出が停止される。

【 0 0 4 1 】

プリウエット工程は、時点 t 1 から時点 t 2 までの期間に行われる。図 1 の溶剤ノズル 3 2 が基板 W の中心部上方に移動された後、時点 t 1 で溶剤ノズル 3 2 からの溶剤の吐出が開始される。溶剤は、基板 W の被処理面の中心部に吐出される。本例では、溶剤が一定の吐出レート  $r_0$  で吐出される。時点 t 2 で溶剤の吐出が停止される。基板 W の被処理面上に溶剤が供給されることにより、後の膜形成工程において、レジスト液が基板 W の被処理面上で拡がりやすくなる。

【 0 0 4 2 】

膜形成工程は、第 1 の工程、第 2 の工程、第 3 の工程および第 4 の工程を含む。図 2 の例では、時点 t 3 から時点 t 4 までの期間に第 1 の工程が行われ、時点 t 4 から時点 t 5 までの期間に第 2 の工程が行われ、時点 t 5 から時点 t 6 までの期間に第 3 の工程が行われ、時点 t 6 から時点 t 7 までの期間に第 4 の工程が行われる。時点 t 3 から時点 t 4 までの期間が第 1 の期間の例であり、時点 t 4 から時点 t 5 までの期間が第 2 の期間の例であり、時点 t 5 から時点 t 6 までの期間が第 3 の期間の例であり、時点 t 6 から時点 t 7

10

20

30

40

50

までの期間が第4の期間の例である。

【0043】

図1のレジストノズル31が基板Wの中心部上方に移動された後、時点 $t_3$ において、基板Wの回転が開始されるとともにレジストノズル31からのレジスト液の吐出が開始される。レジスト液は、基板Wの被処理面の中心部に吐出される。第1の工程では、基板Wの被処理面の中心部に吐出されたレジスト液が基板Wの一面上で拡がるように、基板Wの回転速度が第1の速度 $A_1$ に調整され、レジスト液の吐出レートが第1のレート $r_1$ に調整される。第1の速度 $A_1$ は、例えば0rpmより大きく500rpm未満であり、第1のレート $r_1$ は、例えば0.2ml/s以上2ml/s未満である。なお、第1の工程において、基板Wの回転が停止された状態で基板Wの被処理面にレジスト液が吐出されてもよい。

10

【0044】

第2の工程では、基板Wの被処理面の全体に拡がったレジスト液の厚みが増加するように、基板Wの回転速度が第2の速度 $A_2$ に調整され、レジスト液の吐出レートが第2のレート $r_2$ に調整される。本例では、時点 $t_{3a}$ から時点 $t_4$ までの期間に基板Wの回転速度が第1の変化率で第1の速度 $A_1$ から中間速度 $A_{1'}$ まで上昇された後、時点 $t_4$ から基板Wの回転速度が第2の変化率で中間速度 $A_{1'}$ から第2の速度 $A_2$ まで上昇される。第2の変化率は第1の変化率よりも高い。

【0045】

20

中間速度 $A_{1'}$ は、第1の速度 $A_1$ よりも高く、第2の速度 $A_2$ よりも低い。中間速度 $A_{1'}$ は、例えば100rpm以上1000rpm未満である。第2の速度 $A_2$ は、第1の速度 $A_1$ よりも高く、例えば500rpm以上4000rpm未満である。第2のレート $r_2$ は、第1のレート $r_1$ よりも高く、例えば0.3ml/s以上3ml/s未満である。

【0046】

時点 $t_5$ で基板Wの回転速度が下降され、時点 $t_{6a}$ でレジスト液の吐出が停止される。第3の工程では、基板Wの回転速度が第3の速度 $A_3$ に調整される。第3の速度 $A_3$ は、例えば、第1の速度 $A_1$ よりも高くかつ第2の速度 $A_2$ よりも低い。第3の速度 $A_3$ は、例えば0rpmより大きく1000rpm未満である。なお、第3の工程において、基板Wの回転が停止されてもよい。

30

【0047】

時点 $t_6$ において、基板Wの回転速度が上昇される。第4の工程では、基板Wの回転速度が第4の速度 $A_4$ に調整される。第4の速度 $A_4$ は、例えば第3の速度 $A_3$ よりも高くかつ第2の速度 $A_2$ よりも低い。第4の速度 $A_4$ は、例えば1000rpm以上2000rpm未満である。

【0048】

第1の工程、第2の工程、第3の工程および第4の工程において、基板Wの被処理面上にレジスト液の膜が形成される。膜形成工程の詳細については後述する。

【0049】

40

洗浄工程は、時点 $t_7$ から時点 $t_8$ の間に行われる。図1のエッジリンスノズル33が基板Wの周縁部の上方に移動した後、エッジリンスノズル33からのエッジリンス液の吐出が開始されるとともに、図1のバックリンスノズル34からのバックリンス液の吐出が開始される。エッジリンス液は、基板Wの被処理面の周縁部に吐出され、バックリンス液は、基板Wの裏面に吐出される。これにより、基板Wの被処理面の周縁部がエッジリンス液により洗浄されるとともに、基板Wの裏面がバックリンス液により洗浄される。

【0050】

本例では、洗浄工程における基板Wの回転速度が、膜形成工程の第4の工程における基板Wの回転速度（第4の速度 $A_4$ ）と等しく設定されるが、洗浄工程における基板Wの回転速度が、膜形成工程の第4の工程における基板Wの回転速度と異なってもよい。

50



## 【 0 0 5 1 】

乾燥工程は、時点  $t_8$  から時点  $t_9$  の期間に行われる。この場合、時点  $t_8$  において、エッジリンス液およびバックリンス液の吐出が停止されるとともに、基板  $W$  の回転速度が上昇される。乾燥工程では、基板  $W$  の回転速度が第 5 の速度  $A_5$  に調整される。第 5 の速度  $A_5$  は、例えば  $2000\text{rpm}$  である。乾燥工程においては、基板  $W$  に付着しているエッジリンス液およびバックリンス液が振り切られ、基板  $W$  から除去される。その後、時点  $t_9$  で基板  $W$  の回転が停止される。これにより、基板処理装置 100 における一連の処理が終了する。

## 【 0 0 5 2 】

図 2 の例では、時点  $t_7$  でエッジリンス液およびバックリンス液が同時に吐出開始されるが、本発明はこれに限定されない。エッジリンス液およびバックリンス液のいずれかの吐出が先に開始されてもよい。また、図 2 の例では、時点  $t_8$  でエッジリンス液およびバックリンス液の吐出が同時に停止されるが、本発明はこれに限定されない。エッジリンス液およびバックリンス液のいずれかの吐出が先に停止されてもよい。

## 【 0 0 5 3 】

## 〔 3 〕膜形成工程

膜形成工程の詳細について説明する。図 3 は、図 2 の膜形成工程における基板  $W$  上のレジスト液の状態の変化を示す図である。

## 【 0 0 5 4 】

上記のように、第 1 の工程では、基板  $W$  が比較的低い第 1 の速度  $A_1$  で回転され、レジスト液が比較的低い第 1 のレート  $r_1$  で吐出される。この場合、図 3 ( a ) に示すように、レジストノズル 31 から基板  $W$  の被処理面の中心部上に吐出されたレジスト液が、基板  $W$  の被処理面の径方向外方に徐々に拡げられる。

## 【 0 0 5 5 】

第 2 の工程において、基板  $W$  の回転速度が第 1 の速度  $A_1$  から第 2 の速度  $A_2$  に上昇される。基板  $W$  の回転速度の上昇時に、基板  $W$  上のレジスト液に大きな遠心力が働き、基板  $W$  の被処理面の全体を覆うようにレジスト液が基板  $W$  の被処理面上の全体に拡がる。それにより、図 3 ( b ) に示すように、基板  $W$  の被処理面上に、レジスト液の膜  $L_1$  が形成される。

## 【 0 0 5 6 】

また、図 2 の例では、基板  $W$  の回転速度が第 1 の変化率で第 1 の速度  $A_1$  から中間速度  $A_{1'}$  まで上昇された後に、第 2 の変化率で中間速度  $A_{1'}$  から第 2 の速度  $A_2$  まで上昇される。この場合、基板  $W$  の回転速度が第 1 の速度  $A_1$  から第 2 の速度  $A_2$  まで一定の変化率（例えば第 2 の変化率）で上昇される場合に比べて、基板  $W$  の被処理面上でレジスト液が安定的に拡がる。具体的には、平面視においてレジスト液が略円形を維持しながら径方向外方に安定的に拡がる。そのため、無駄なレジスト液の消費を抑制することができる。

## 【 0 0 5 7 】

その後、基板  $W$  が比較的高い第 2 の速度  $A_2$  で回転されるとともに、レジスト液が比較的高い第 2 のレート  $r_2$  で吐出される。それにより、図 3 ( c ) に示すように、膜  $L_1$  の厚みが全体的に増加する。この場合、レジスト液の吐出レートが高いため、基板  $W$  の被処理面上におけるレジスト液の流動性が確保される。それにより、基板  $W$  の被処理面上の一部の領域上にレジスト液が蓄積されることが防止され、膜  $L_1$  の厚みの均一性が高まる。

## 【 0 0 5 8 】

第 3 の工程では、基板  $W$  の回転速度が第 3 の速度  $A_3$  に下降された後、レジスト液の吐出が停止される。この場合、基板  $W$  上のレジスト液に働く遠心力が小さくなり、基板  $W$  の被処理面の中心部付近および外縁付近に僅かにレジスト液が蓄積される。これにより、図 3 ( d ) に示すように、膜  $L_1$  の外縁部および中心部が僅かに上方に隆起した状態になる。膜  $L_1$  の外縁部の厚みは、膜  $L_1$  の中心部の厚みよりも小さいことが好ましい。

## 【 0 0 5 9 】

レジスト液の吐出が停止される際には、レジストノズル 31 からレジスト液の滴が落下しやすい。仮に、基板 W が高速で回転される状態でレジスト液の滴が基板 W 上の膜 L1 に落下すると、膜 L1 の表面にレジスト液の落下跡が形成されたり、膜 L1 の状態が不安定になったりする。本例では、基板 W の回転速度が第 2 の速度 A2 から第 3 の速度 A3 に下降された後にレジスト液の吐出が停止される。それにより、レジスト液の滴が基板 W 上の膜 L1 に落下しても、落下跡の形成が防止されるとともに、膜 L1 が安定に保持される。

【0060】

その後の第 4 の工程では、基板 W が比較的高い第 4 の速度 A4 で回転される。この場合、基板 W 上の膜 L1 の全体的な厚みが第 4 の速度 A4 に応じて微調整される。具体的には、第 4 の速度 A4 が高いほど、膜 L1 の全体的な厚みが小さくなり、第 4 の速度 A4 が低いほど、膜 L1 の全体的な厚みが大きくなる。第 4 の工程において、膜 L1 の断面形状は大きく変化せず、図 3 (d) の状態にほぼ維持される。第 4 の工程の終了時点で、膜 L1 が固化している。

【0061】

通常のフォトリソグラフィ工程では、基板 W の外縁から一定幅の範囲内にあるレジスト膜 (レジスト液から形成された膜) の部分には、露光パターンが形成されない。したがって、図 3 (d) の例のような膜 L1 の外縁部の隆起は、露光パターンの形成にほとんど影響しない。

【0062】

次に、膜形成工程の比較例について説明する。図 4 は、膜形成工程の比較例における基板 W の回転速度の変化およびレジスト液の吐出レートの変化について説明するための図である。図 4 の膜形成工程が図 2 の膜形成工程と異なる点は、第 1 の工程において、レジスト液の吐出レートが第 2 のレート  $r_2$  に調整され、第 2 の工程において、レジスト液の吐出レートが第 1 のレート  $r_1$  に調整される点である。第 3 および第 4 の工程については、図 2 の例と同じである。

【0063】

図 5 は、比較例における基板 W 上のレジスト液の状態の変化を示す図である。第 1 の工程においては、基板 W が比較的低い第 1 の速度 A1 で回転され、レジスト液が比較的高い第 2 のレート  $r_2$  で吐出される。この場合、基板 W の被処理面の中心部に比較的多くのレジスト液が供給される一方で、基板 W 上のレジスト液に働く遠心力が比較的小さい。そのため、レジスト液の粘度が高い場合には、図 5 (a) に示すように、基板 W の被処理面の中心部上にレジスト液が蓄積されやすい。

【0064】

この場合、第 2 の工程で基板 W の回転速度が第 2 の速度 A2 に上昇されても、基板 W の被処理面の中心部上に蓄積されたレジスト液が径方向に十分に拡がらない。そのため、図 5 (b) に示すように、基板 W の被処理面上に形成される膜 L1 の中心部が上方に大きく隆起した状態になる。

【0065】

その後、基板 W が比較的高い第 2 の速度 A2 で回転され、レジスト液が比較的低い第 1 のレート  $r_1$  で吐出される。この場合、レジスト液の吐出レートが低いため、基板 W の被処理面の中心部上に吐出されるレジスト液の流動性が低い。そのため、レジスト液が、基板 W の被処理面の外縁まで到達しにくく、基板 W の被処理面の周縁部上に蓄積される。そのため、図 5 (c) に示すように、膜 L1 の周縁部が上方に隆起する。その後の第 3 の工程および第 4 の工程においても、膜 L1 の中心部および周縁部が上方に大きく隆起した状態が維持される。

【0066】

このように、比較例においては、レジスト液の粘度が高い場合に、膜 L1 の中心部および周縁部の厚みが上方に大きく隆起する。したがって、膜 L1 の厚みの均一性が低くなる。

【0067】

10

20

30

40

50

それに対して、本実施の形態では、第１の工程でレジスト液の吐出レートが比較的低く調整されるため、レジスト液の粘度が高い場合でも、レジスト液の消費量を抑制しつつ基板Wの被処理面上でレジスト液を径方向外方に適切に拡げることができる。また、第２の工程でレジスト液の吐出レートが比較的高く調整されるため、レジスト液の粘度が高い場合でも、基板Wの被処理面上におけるレジスト液の流動性が確保される。それにより、基板Wの被処理面の周縁部上にレジスト液が蓄積されることを防止することができ、膜L１の厚みの均一性を高めることができる。

#### 【００６８】

##### [４]動作

図６は、基板処理装置１００の機能的な構成を示すブロック図である。図６に示すように、基板処理装置１００は、保持制御部５１、吐出制御部５３、第１の吐出レート調整部５４、第２の吐出レート調整部５５、第１の回転速度調整部５６、第２の回転速度調整部５７、第３の回転速度調整部５８、第４の回転速度調整部５９、第５の回転速度調整部６０および時間制御部６１を含む。これらの構成要素（５１～６１）の機能は、制御部４０のＣＰＵがＲＯＭまたは記憶装置等の記憶媒体に記憶されたコンピュータプログラムを実行することにより実現される。

#### 【００６９】

保持制御部５１は、回転保持部１０による基板Wの保持を制御する。吐出制御部５３は、バルブV１の開閉を制御することにより、レジストノズル３１（図１）からのレジスト液の吐出の開始および終了のタイミングを制御する。第１の吐出レート調整部５４は、ポンプ４５を制御することにより、レジストノズル３１からのレジスト液の吐出レートを第１のレートr１に調整する。第２の吐出レート調整部５５は、ポンプ４５を制御することにより、レジストノズル３１からのレジスト液の吐出レートを第２のレートr２に調整する。

#### 【００７０】

第１の回転速度調整部５６は、モータ１１を制御することにより、基板Wの回転速度を第１の速度A１に調整する。第２の回転速度調整部５７は、モータ１１を制御することにより、基板Wの回転速度を第２の速度A２に調整する。第３の回転速度調整部５８は、モータ１１を制御することにより、基板Wの回転速度を第３の速度A３に調整する。第４の回転速度調整部５９は、モータ１１を制御することにより、基板Wの回転速度を第４の速度A４に調整する。第５の回転速度調整部６０は、モータ１１を制御することにより、基板Wの回転速度を第５の速度A５に調整する。

#### 【００７１】

時間制御部６１は、保持制御部５１、吐出制御部５３、第１の吐出レート調整部５４、第２の吐出レート調整部５５、第１の回転速度調整部５６、第２の回転速度調整部５７、第３の回転速度調整部５８、第４の回転速度調整部５９および第５の回転速度調整部６０の動作の開始および終了のタイミングを制御する。

#### 【００７２】

図７は、基板処理装置１００の動作を示すフローチャートである。本例では、図２のプリウエット工程、洗浄工程および乾燥工程の時間が、プリウエット時間、洗浄時間および乾燥時間として予め定められる。また、図２の膜形成工程の第１の工程、第２の工程、第３の工程および第４の工程の時間が、低レート処理時間、高レート処理時間、低速回転時間および高速回転時間として予め定められる。

#### 【００７３】

初期状態では、図１のバルブV１～V４は閉じられている。回転保持部１０上に基板Wが載置されると、保持制御部５１が回転保持部１０を制御し、回転保持部１０が基板Wを保持する（ステップS１）。次に、吐出制御部５３がバルブV２を開くことにより、溶剤ノズル３２からの溶剤の吐出を開始する（ステップS２）。ステップS２の処理から予め定められたプリウエット時間が経過すると、吐出制御部５３は、バルブV２を閉じる。

#### 【００７４】

次に、第1の回転速度調整部56が回転保持部10を制御して、基板Wの回転を開始する(ステップS3)。この場合、第1の回転速度調整部56は、基板Wの回転速度を第1の速度A1に調整する。また、吐出制御部53がバルブV1を開くことにより、レジストノズル31からのレジスト液の吐出を開始する(ステップS4)この場合、第1の吐出レート調整部54が、レジスト液の吐出レートを第1のレートr1に調整する。

【0075】

ステップS3、S4の処理から予め定められた低レート処理時間が経過すると、第2の回転速度調整部57が基板Wの回転速度を第2の速度A2に上昇させるとともに(ステップS5)、第2の吐出レート調整部55がレジスト液の吐出レートを第2のレートr2に上昇させる(ステップS6)。ステップS5、S6の処理から予め定められた高レート処理時間が経過すると、第3の回転速度調整部58が、基板Wの回転速度を第3の速度A3に下降させる(ステップS7)。次に、吐出制御部53が、バルブV2を閉じることによりレジストノズル31からのレジスト液の吐出を停止する(ステップS8)。

【0076】

ステップS7の処理から予め定められた低速回転時間が経過すると、第4の回転速度調整部59が、基板Wの回転速度を第4の速度A4に上昇させる(ステップS9)。ステップS9の処理から予め定められた高速回転時間が経過すると、吐出制御部53が、バルブV3、V4を開くことにより、エッジリンスノズル33からのエッジリンス液の吐出およびバックリンスノズル34からのバックリンス液の吐出を開始する(ステップS10)。ステップS10の処理から予め定められた洗浄時間が経過すると、吐出制御部53は、バルブV3、V4を閉じることによりエッジリンス液の吐出およびバックリンス液の吐出を停止する。

【0077】

次に、第5の回転速度調整部60が、基板Wの回転速度を速度A5に上昇させる(ステップS11)。これにより、基板Wからエッジリンス液およびバックリンス液が振り切られる。ステップS11の処理から予め定められた乾燥時間が経過すると、第5の回転速度調整部60が、基板Wの回転を停止する(ステップS12)。また、保持制御部51が、回転保持部10による基板Wの保持を解除する(ステップS13)。その後、回転保持部10上から基板Wが受け取られ、基板処理装置100の一連の動作が終了する。

【0078】

[5] 効果

本実施の形態に係る基板処理装置100においては、膜形成工程の第1の工程において、回転する基板Wの一面(被処理面)の中心部に吐出されたレジスト液が基板Wの一面上で拡がるように、レジスト液の吐出レートが第1のレートr1に調整される。また、膜形成工程の第2の工程において、回転する基板Wの一面の全体に拡がったレジスト液の厚みが増加するように、レジスト液の吐出レートが第1のレートr1よりも高い第2のレートr2に調整される。

【0079】

この場合、第1の工程で比較的低い第1のレートr1でレジスト液が吐出されるため、レジスト液の消費量を抑制しつつ基板Wの一面上でレジスト液を拡げることができる。また、第2の工程で比較的高い第2のレートr2でレジスト液が吐出されるため、レジスト液の粘度が高い場合であっても、基板Wの一面上におけるレジスト液の流動性が確保される。それにより、基板Wの一面の一部の領域にレジスト液が蓄積されることが防止される。そのため、基板Wの一面上におけるレジスト液の厚みの均一性が高まる。したがって、レジスト液の消費量を抑制しつつ基板W上に形成されるレジスト液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

【0080】

また、本実施の形態では、第1の工程で基板Wの回転速度が第1の速度A1に調整され、第2の工程で基板Wの回転速度が第1の速度A1よりも高い第2の速度A2に調整される。この場合、第1の工程で基板Wが比較的低い速度で回転するため、基板Wの一面上で

10

20

30

40

50

レジスト液を安定的に拡げることができる。それにより、レジスト液の消費量をさらに抑制することができる。また、第2の工程で基板Wが比較的高い速度で回転するため、レジスト液に働く遠心力が大きくなる。それにより、基板Wの一面の外縁までレジスト液を適切に拡げることができ、レジスト液の厚みの均一性をより高めることができる。

【0081】

また、本実施の形態では、膜形成工程の第3の工程で、基板Wの回転速度が第3の速度A3に下降された後にレジスト液の吐出が停止される。これにより、レジスト液の吐出が停止される際にレジスト液の滴が基板W上のレジスト液の表面に落下しても、落下跡の形成が防止されるとともに、基板W上のレジスト液が安定に保持される。

【0082】

また、本実施の形態では、膜形成工程の第4の工程で、基板Wの回転速度が第3の速度A3よりも高い第4の速度A4に調整される。これにより、第4の工程で基板Wの一面上のレジスト液の膜の厚みを適切に調整することができる。

【0083】

[6] 他の実施の形態

(a) 上記実施の形態においては、第1の工程でレジスト液の吐出レートが第1のレートr1に調整され、第2の工程でレジスト液の吐出レートが第2のレートr2に調整されるが、第1の工程でレジスト液の吐出レートが第1のレートr1を含む複数段階に調整されてもよく、第2の工程でレジスト液の吐出レートが第2のレートr2を含む複数段階に調整されてもよい。また、第1の工程および第2の工程の少なくとも一方において、レジスト液の吐出レートが連続的に変化するように調整されてもよい。

【0084】

(b) 上記実施の形態においては、第1の工程で基板Wの回転速度が第1の速度A1に調整され、第2の工程で基板Wの回転速度が第2の速度A2に調整されるが、第1の工程で基板Wの回転速度が第1の速度A1を含む複数段階に調整されてもよく、第2の工程で基板Wの回転速度が第2の速度A2を含む複数段階に調整されてもよい。また、第1の工程および第2の工程の少なくとも一方において、基板Wの回転速度が連続的に変化するように調整されてもよい。

【0085】

(c) 上記実施の形態においては、基板Wの回転速度が第1の速度A1に調整されるタイミングとレジスト液の吐出レートが第1のレートr1に調整されるタイミングとが同じであるが、これらのタイミングが互いにずれていてもよい。同様に、上記実施の形態においては、基板Wの回転速度が第2の速度A2に調整されるタイミングとレジスト液の吐出レートが第2のレートr2に調整されるタイミングとが同じであるが、これらのタイミングが互いにずれていてもよい。

【0086】

(d) 上記実施の形態においては、基板Wの回転速度が第2の速度A2から第3の速度A3に下降された後にレジスト液の吐出が停止されるが、基板Wが第2の速度A2で回転されている状態でレジスト液の吐出が停止されてもよい。

【0087】

(e) 上記実施の形態においては、基板Wの回転速度が第2の速度A2から第3の速度A3に下降された後に基板Wの回転速度が第3の速度A3から第4の速度A4に上昇されるが、基板Wの回転速度が第2の速度A2から第4の速度A4に直接的に変化されてもよい。

【0088】

(f) 上記実施の形態では、塗布液としてレジスト液が用いられるが、レジスト液に代えて、下層膜用塗布液または層間絶縁膜用塗布液等の他の塗布液が用いられてもよい。

[7] 参考形態

(1) 第1の参考形態に係る基板処理装置は、基板を水平姿勢で保持して回転させる回転保持部と、回転保持部により回転する基板の一面の中心部に塗布液を吐出する塗布液吐

10

20

30

40

50

出系と、第 1 の期間に、塗布液吐出系から基板の一面の中心部に吐出された塗布液が基板の一面上で拡がるように、塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを第 1 のレートに調整する第 1 の吐出レート調整部と、第 1 の期間の後の第 2 の期間に、基板の一面の全体に拡がった塗布液の厚みが増加するように、塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを第 1 のレートよりも高い第 2 のレートに調整する第 2 の吐出レート調整部とを備える。

この基板処理装置においては、第 1 の期間に、回転する基板の一面の中心部に吐出された塗布液が基板の一面上で拡がるように、塗布液の吐出レートが第 1 のレートに調整される。第 1 の期間の後の第 2 の期間に、回転する基板の一面の全体に拡がった塗布液の厚みが増加するように、塗布液の吐出レートが第 1 のレートよりも高い第 2 のレートに調整される。

10

この場合、第 1 の期間に比較的低い第 1 のレートで塗布液が吐出されるため、塗布液の消費量を抑制しつつ基板の一面上で塗布液を拡げることができる。また、第 2 の期間に比較的高い第 2 のレートで塗布液が吐出されるため、塗布液の粘度が高い場合であっても、基板の一面上における塗布液の流動性が確保される。それにより、基板の一面の一部の領域に塗布液が蓄積されることが防止される。そのため、基板の一面上における塗布液の厚みの均一性が高まる。したがって、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

( 2 ) 基板処理装置は、第 1 の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第 1 の速度に調整する第 1 の回転速度調整部と、第 2 の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第 1 の速度よりも高い第 2 の速度に調整する第 2 の回転速度調整部とをさらに備えてもよい。

20

この場合、第 1 の期間に基板が比較的低い第 1 の速度で回転するため、基板の一面上で塗布液を安定的に拡げることができる。それにより、塗布液の消費量がさらに抑制される。また、第 2 の期間に基板が比較的高い第 2 の速度で回転するため、塗布液に働く遠心力が大きくなる。それにより、基板の一面の外縁まで塗布液を適切に拡げることができ、塗布液の厚みの均一性をより高めることができる。

( 3 ) 第 2 の参考形態に係る基板処理装置は、基板を水平姿勢で保持して回転させる回転保持部と、回転保持部により回転する基板の一面の中心部に塗布液を吐出する塗布液吐出系と、第 1 の期間に、塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを第 1 のレートに調整する第 1 の吐出レート調整部と、第 1 の期間の後の第 2 の期間に、塗布液吐出系からの塗布液の吐出レートを第 1 のレートよりも高い第 2 のレートに調整する第 2 の吐出レート調整部と、第 1 の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第 1 の速度に調整する第 1 の回転速度調整部と、第 2 の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第 1 の速度よりも高い第 2 の速度に調整する第 2 の回転速度調整部とを備える。

30

この基板処理装置においては、第 1 の期間に、基板が第 1 の速度で回転しつつ基板の一面の中心部に第 1 のレートで塗布液が吐出される。第 1 の期間の後の第 2 の期間に、基板が第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で回転しつつ基板の一面の中心部に第 1 のレートよりも高い第 2 のレートで塗布液が吐出される。

この場合、第 1 の期間に塗布液の消費量を抑制しつつ基板の一面上で塗布液を安定的に拡げることができる。第 2 の期間には、塗布液の粘度が高い場合であっても、基板の一面上における塗布液の流動性が確保される。それにより、基板の一面の一部の領域に塗布液が蓄積されることが防止される。そのため、基板の一面上における塗布液の厚みの均一性が高まる。したがって、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

40

( 4 ) 基板処理装置は、第 2 の期間の後の第 3 の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第 1 の速度よりも高くかつ第 2 の速度よりも低い第 3 の速度に調整する第 3 の回転速度調整部と、第 3 の期間に塗布液の吐出を停止させる吐出停止部とをさらに備えてもよい。

この場合、基板の回転速度が第 2 の速度から第 3 の速度に下降された後に塗布液の吐出が停止されるので、塗布液の吐出が停止される際に塗布液の滴が基板の一面上の塗布液の

50

表面に落下しても、基板の一面上で塗布液が安定的に保持される。それにより、塗布液の膜の厚みの均一性をより高めることができる。

(5) 基板処理装置は、第3の期間の後の第4の期間に、回転保持部による基板の回転速度を第3の速度よりも高くかつ第2の速度よりも低い第4の速度に調整する第4の回転速度調整部をさらに備えてもよい。

この場合、第4の期間に基板の一面上の塗布液の膜の厚みを適切に調整することができる。

(6) 第3の参考形態に係る基板処理方法は、第1の期間に、基板の一面上で塗布液が拡がるように、回転保持部により基板を回転させつつ塗布液吐出系により基板の一面の中心部に第1のレートで塗布液を吐出するステップと、第1の期間の後の第2の期間に、基板の一面の全体に広がった塗布液の厚みが増加されるように、回転保持部により基板を回転させつつ塗布液吐出系により基板の一面の中心部に第1のレートよりも高い第2のレートで塗布液を吐出するステップとを含む。

この基板処理方法によれば、第1の期間に、塗布液が基板の一面上で拡がるように、回転する基板の一面の中心部に塗布液が第1のレートで吐出される。第1の期間の後の第2の期間に、基板の一面の全体に広がった塗布液の厚みが増加するように、回転する基板の一面の中心部に塗布液が吐出レートが第1のレートよりも高い第2のレートで吐出される。

この場合、第1の期間に比較的低い第1のレートで塗布液が吐出されるため、塗布液の消費量を抑制しつつ基板の一面上で塗布液を拡げることができる。また、第2の期間に比較的高い第2のレートで塗布液が吐出されるため、塗布液の粘度が高い場合であっても、基板の一面上における塗布液の流動性が確保される。それにより、基板の一面の一部の領域に塗布液が蓄積されることが防止される。そのため、基板の一面上における塗布液の厚みの均一性が高まる。したがって、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

(7) 第4の参考形態に係る基板処理方法は、第1の期間に、回転保持部により基板を第1の速度で回転させつつ塗布液吐出系により基板の一面の中心部に第1のレートで塗布液を吐出するステップと、第1の期間の後の第2の期間に、回転保持部により基板を第1の速度よりも高い第2の速度で回転させつつ塗布液吐出系により基板の一面の中心部に第1のレートよりも高い第2のレートで塗布液を吐出するステップとを含んでもよい。

この基板処理装置においては、第1の期間に、基板が第1の速度で回転しつつ基板の一面の中心部に第1のレートで塗布液が吐出される。第1の期間の後の第2の期間に、基板が第1の速度よりも高い第2の速度で回転しつつ基板の一面の中心部に第1のレートよりも高い第2のレートで塗布液が吐出される。

この場合、第1の期間に塗布液の消費量を抑制しつつ基板の一面上で塗布液を安定的に拡げることができる。第2の期間には、塗布液の粘度が高い場合であっても、基板の一面上における塗布液の流動性が確保される。それにより、基板の一面の一部の領域に塗布液が蓄積されることが防止される。そのため、基板の一面上における塗布液の厚みの均一性が高まる。したがって、塗布液の消費量を抑制しつつ基板上に形成される塗布液の膜の厚みの均一性を高めることができる。

【符号の説明】

【0089】

10...回転保持部, 11...モータ, 12...回転軸, 20...カップ, 30...ノズルユニット, 31...レジストノズル, 31A...レジスト液吐出系, 32...溶剤ノズル, 33...エッジリンスノズル, 34...バックリンスノズル, 40...制御部, 45...ポンプ, 100...基板処理装置, T1...供給管, T2...レジスト液溶剤供給管, T3...エッジリンス液供給管, T4...バックリンス液供給管, P1...レジスト液供給源, P2...溶剤供給源, P3...エッジリンス液供給源, P4...バックリンス液供給源

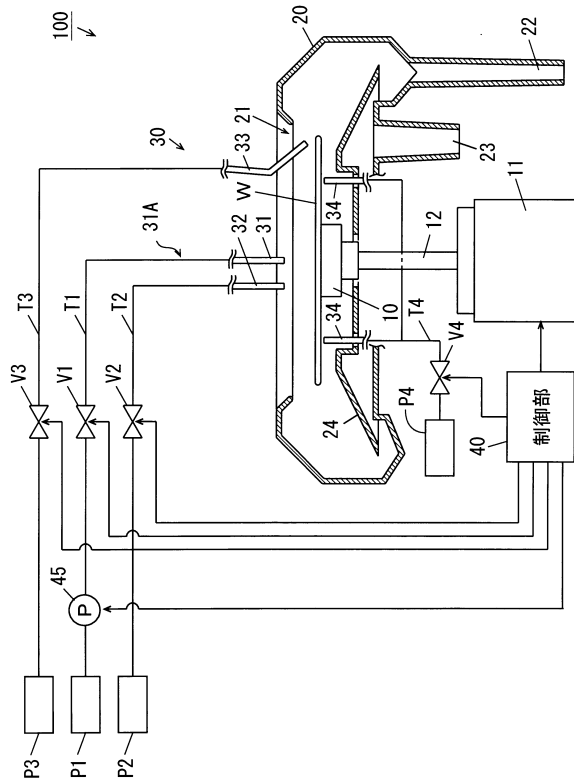
10

20

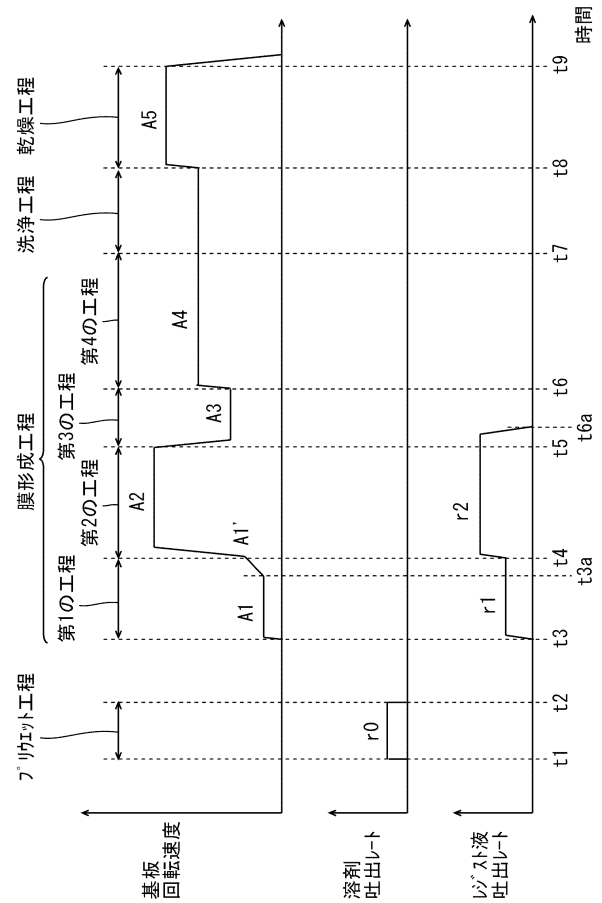
30

40

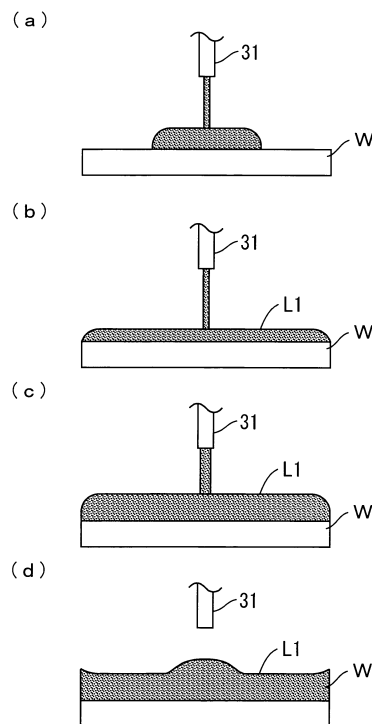
【図1】



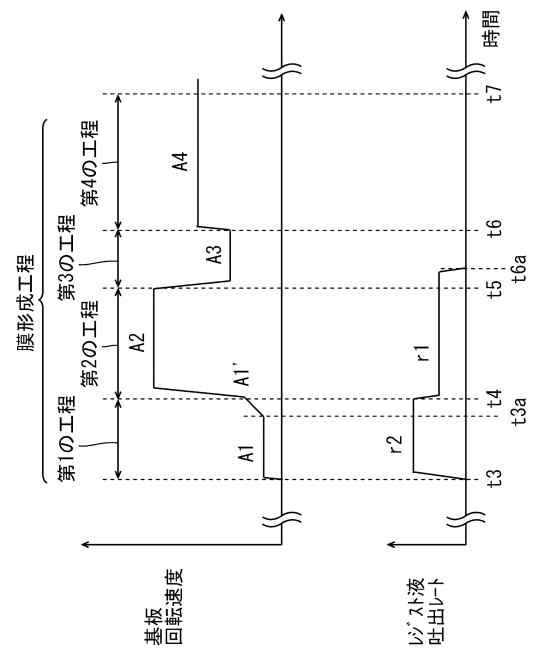
【図2】



【図3】

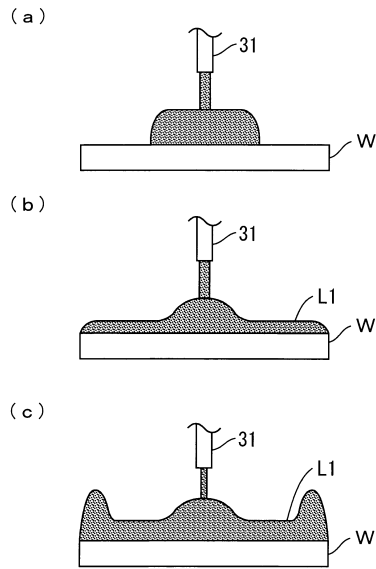


【図4】

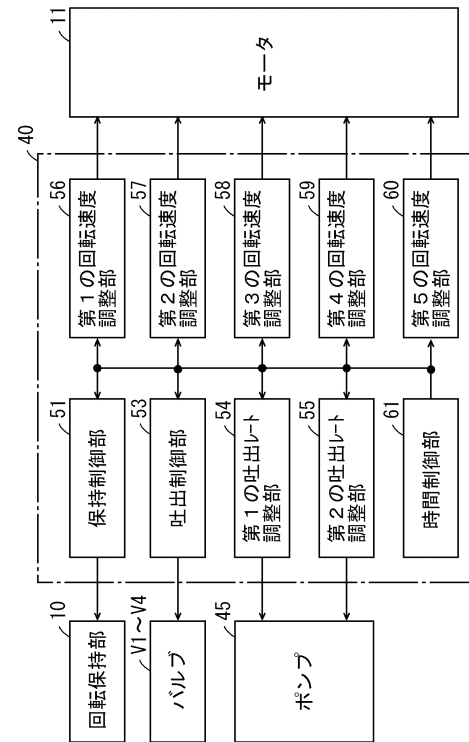




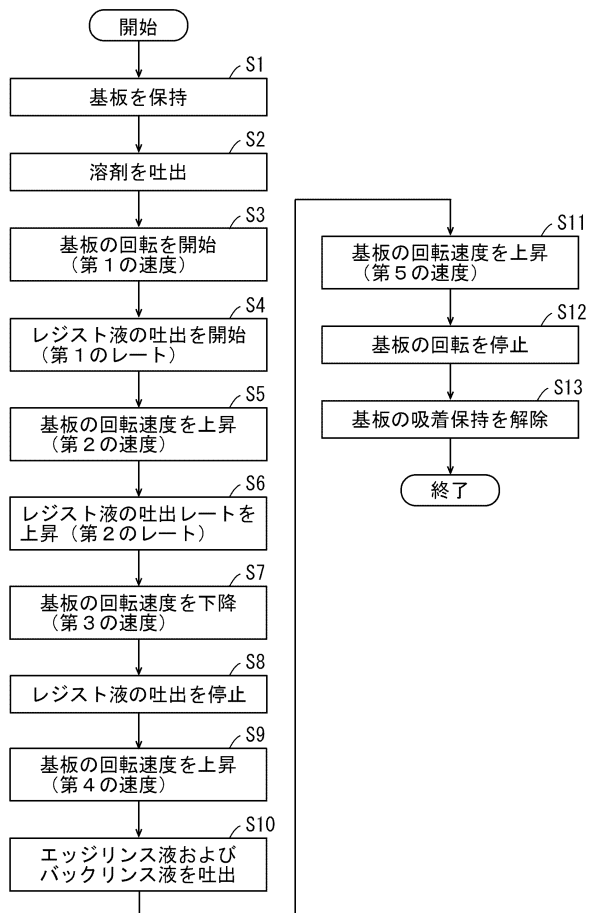
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 0 5 C 11/08

(72)発明者 佐川 栄寿  
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENセミコンダクターソリューションズ内

審査官 右 高 孝幸

(56)参考文献 特開2016-096345(JP,A)  
特開2009-207984(JP,A)  
特開2009-207997(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7  
B 0 5 C 1 1 / 0 8  
B 0 5 C 1 1 / 1 0  
B 0 5 D 1 / 4 0  
B 0 5 D 3 / 0 0