

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6223839号
(P6223839)

(45) 発行日 平成29年11月1日(2017.11.1)

(24) 登録日 平成29年10月13日(2017.10.13)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 21/304 (2006.01) HO 1 L 21/304 6 4 3 A
 HO 1 L 21/306 (2006.01) HO 1 L 21/304 6 5 1 B
 HO 1 L 21/306 R

請求項の数 21 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-8085 (P2014-8085)	(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	平成26年1月20日(2014.1.20)	(74) 代理人	100091982 弁理士 永井 浩之
(65) 公開番号	特開2014-199917 (P2014-199917A)	(74) 代理人	100117787 弁理士 勝沼 宏仁
(43) 公開日	平成26年10月23日(2014.10.23)	(74) 代理人	100106655 弁理士 森 秀行
審査請求日	平成28年1月14日(2016.1.14)	(72) 発明者	折 居 武 彦 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
(31) 優先権主張番号	特願2013-53579 (P2013-53579)	(72) 発明者	新 藤 尚 樹 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 最終頁に続く
(32) 優先日	平成25年3月15日(2013.3.15)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 基板液処理方法、基板液処理装置および記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の表面の中心部に第1ノズルから処理液を供給して、前記基板の直径よりも小さい直径の前記処理液の液膜を前記基板の表面に形成する工程と、

前記第1ノズルにより前記基板の表面に形成された前記処理液の液膜の周縁部に、前記第1ノズルから供給されている前記処理液と同じ処理液を第2ノズルから供給する工程と、

その後、前記基板の表面への前記第2ノズルからの前記処理液の供給位置を前記基板の周縁部に向けて半径方向外側に移動させ、これによって前記第2ノズルから供給された処理液により前記処理液の円形の液膜を半径方向外側に引っ張って前記基板の周縁部に向けて拡げてゆく工程と、

を備え、

前記第2ノズルからの前記処理液の吐出流量は、前記第1ノズルからの前記処理液の吐出流量より小さい、基板液処理方法。

【請求項2】

平面視において、前記第2ノズルからの処理液の吐出方向が、前記第2ノズルから供給された処理液が前記基板の表面に到達する位置における前記第1ノズルから吐出された処理液により前記基板の表面上に形成される渦巻き状の流れの方向に沿っている、請求項1記載の基板液処理方法。

【請求項 3】

前記処理液の液膜を前記基板の表面に形成する工程の前に、前記基板の中心部に薬液を供給することにより前記基板の表面に液膜を形成して前記基板に薬液処理を施す工程をさらに備え、前記処理液は純水からなるリンス液である、請求項 1 または 2 記載の基板液処理方法。

【請求項 4】

前記薬液処理は、前記薬液処理の後における前記基板の表面の疎水性を前記薬液処理の前における前記基板の表面の疎水性よりも増大させる処理である、請求項 3 記載の基板液処理方法。

【請求項 5】

前記第 2 ノズルの移動速度は、前記処理液の遠心力による広がり速度と等しい、請求項 1 ~ 4 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理方法。

【請求項 6】

前記第 2 ノズルを半径方向外側に移動させて前記処理液の液膜を半径方向外側に拡げてゆくときに、前記第 2 ノズルの半径方向外側への移動速度を、前記基板の表面上にある処理液が遠心力により半径方向外側に広がる速度以下とする、請求項 1 ~ 4 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理方法。

【請求項 7】

前記基板の表面の全域が処理液の連続する液膜に覆われるようになったら、前記第 2 ノズルの半径方向外側への移動を停止し、前記第 1 ノズル及び前記第 2 ノズルからの処理液の供給量をそのまま維持する、請求項 1 ~ 6 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理方法。

【請求項 8】

前記液膜を前記基板の表面に形成する工程において、前記処理液が連続した液流の形態で前記第 1 ノズルから前記基板に向けて吐出される、請求項 1 ~ 7 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理方法。

【請求項 9】

前記液膜を前記基板の表面に形成する工程において、前記処理液が液滴の形態で前記第 1 ノズルから前記基板に向けて吐出される、請求項 1 ~ 7 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理方法。

【請求項 10】

前記液膜を前記基板の表面に形成する工程において、前記処理液が蒸気の形態で前記第 1 ノズルから前記基板に向けて吐出され、前記蒸気は前記基板上で凝縮して液体となる、請求項 1 ~ 7 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理方法。

【請求項 11】

前記蒸気の凝縮を促進するため、前記基板の裏面に冷却液が供給される、請求項 10 記載の基板液処理方法。

【請求項 12】

基板液処理装置において、
 基板を水平姿勢で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駆動部と、
 前記基板保持部により保持された基板に向けて処理液を吐出する第 1 ノズルと、
 前記基板保持部により保持された基板に向けて処理液を吐出する第 2 ノズルと、
 前記第 2 ノズルを移動させるノズル駆動機構と、
 制御部と、を備え、
 前記制御部は、前記基板液処理装置の動作を制御して、
 前記基板保持部により保持された基板を鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の表面の中心部に第 1 ノズルから処理液を供給して、前記基板の直径よりも小さい直径の前記処理液の液膜を前記基板の表面に形成する工程と、

前記第 1 ノズルにより前記基板の表面に形成された前記処理液の液膜の周縁部に、前記

10

20

30

40

50

第 1 ノズルから供給されている前記処理液と同じ処理液を第 2 ノズルから供給する工程と、

その後、前記基板の表面への前記第 2 ノズルからの前記処理液の供給位置を前記基板の周縁部に向けて半径方向外側に移動させ、これによって前記第 2 ノズルから供給された処理液により前記処理液の円形の液膜を半径方向外側に引っ張って前記基板の周縁部に向けて拡げてゆく工程と、
を実行させ、

前記第 2 ノズルからの前記処理液の吐出流量は、前記第 1 ノズルからの前記処理液の吐出流量より小さい、
ことを特徴とする基板液処理装置。

10

【請求項 13】

平面視において、前記第 2 ノズルからの処理液の吐出方向が、前記第 2 ノズルから供給された処理液が前記基板の表面に到達する位置における前記第 1 ノズルから吐出された処理液により前記基板の表面上に形成される渦巻き状の流れの方向に沿っている、請求項 12 記載の基板液処理装置。

【請求項 14】

前記基板保持部により保持された基板に向けて薬液を吐出する第 3 ノズルをさらに備え、
前記第 1 および第 2 ノズルから吐出される前記処理液は純水からなるリンス液であり、
前記制御部は、前記処理液の液膜を前記基板の表面に形成する工程の前に、前記基板の中心部に薬液を供給することにより前記基板の表面に液膜を形成して前記基板に薬液処理を施す工程をさらに実行させる、
請求項 12 または 13 記載の基板液処理装置。

20

【請求項 15】

前記制御部は、前記第 2 ノズルを半径方向外側に移動させて前記処理液の液膜を半径方向外側に拡げてゆくときに、前記第 2 ノズルの半径方向外側への移動速度を、前記基板の表面上にある処理液が遠心力により半径方向外側に広がる速度以下とする、請求項 12 ~ 14 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理装置。

【請求項 16】

前記制御部は、前記基板の表面の全域が処理液の連続する液膜に覆われるようになったら、前記第 2 ノズルの半径方向外側への移動を停止し、前記第 1 ノズル及び前記第 2 ノズルからの処理液の供給量をそのまま維持する、請求項 12 ~ 14 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理装置。

30

【請求項 17】

前記第 1 ノズルは、前記処理液を連続した液流の形態で吐出するように構成されている、請求項 12 ~ 16 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理装置。

【請求項 18】

前記第 1 ノズルは、前記処理液を液滴の形態で吐出するように構成されている、請求項 12 ~ 16 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理装置。

【請求項 19】

前記第 1 ノズルは、前記処理液を蒸気の形態で吐出するように構成されており、前記蒸気は前記基板上で凝縮して液体となる、請求項 12 ~ 16 のうちのいずれか一項に記載の基板液処理装置。

40

【請求項 20】

前記蒸気の凝縮を促進するため、前記基板の裏面に冷却液を供給する冷却液ノズルを更に備えた、請求項 19 記載の基板液処理装置。

【請求項 21】

基板液処理装置の制御コンピュータにより実行することが可能なプログラムが記憶された記憶媒体であって、当該プログラムを実行することにより、前記制御コンピュータが前記基板液処理装置を制御して基板液処理方法を実行させるものにおいて、

50

前記基板液処理方法が、

基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の表面の中心部に第1ノズルから処理液を供給して、前記基板の直径よりも小さい直径の前記処理液の液膜を前記基板の表面に形成する工程と、

前記第1ノズルにより前記基板の表面に形成された前記処理液の液膜の周縁部に、前記第1ノズルから供給されている前記処理液と同じ処理液を第2ノズルから供給する工程と、

その後、前記基板の表面への前記第2ノズルからの前記処理液の供給位置を前記基板の周縁部に向けて半径方向外側に移動させ、これによって前記第2ノズルから供給された処理液により前記処理液の円形の液膜を半径方向外側に引っ張って前記基板の周縁部に向けて拡げてゆく工程と、

を備え、

前記第2ノズルからの前記処理液の吐出流量は、前記第1ノズルからの前記処理液の吐出流量より小さい、

ことを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板を回転させながら基板に処理液を供給することによって基板を処理する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体ウエハ等の基板に薬液処理、リンス処理等の液処理を施す際に採用される最も一般的な手法は、基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させた状態で基板の中心部に処理液を供給することである。この場合、基板の中心部に供給された処理液は遠心力により拡散し、基板の表面全体が処理液の液膜により覆われる。

【0003】

処理液に覆われていない部位が基板の表面に存在すると、例えば薬液処理の場合には処理が不均一になる。また、パターンが形成された基板をDIW(純水)リンス処理する場合には、例えばパターン内に前工程の処理液(例えば薬液)が残留したり、リンス処理不十分によりパーティクルが発生するおそれがある。

【0004】

処理液による基板表面の被覆性は、基板の回転速度と処理液の流量に影響を受ける。基板回転速度が高いほど、処理液の液膜は広がりやすいが、処理液の好ましくない飛散(例えばカップの外側への飛散)の問題がある。また、処理液流量が大きいほど、基板の表面全体に処理液の液膜は広がりやすいが、処理液の使用量の増加の問題がある。特に、基板表面の撥水性が高い場合には、基板周縁部にDIWの液膜を形成することが困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-59895号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、基板の表面全体を処理液で覆う工程において、処理液の供給量を低減し、パーティクルを減らすことができる技術を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、基板液処理方法において、基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の表面の中心部に第1ノズルから処理液を供給して、前記基板の直径よ

10

20

30

40

50

りも小さい直径の前記処理液の液膜を前記基板の表面に形成する工程と、前記第1ノズルにより前記基板の表面に形成された前記処理液の液膜の周縁部に、前記第1ノズルから供給されている前記処理液と同じ処理液を第2ノズルから供給する工程と、その後、前記基板の表面への前記第2ノズルからの前記処理液の供給位置を前記基板の周縁部に向けて移動させ、これによって前記処理液の液膜を前記基板の周縁部に向けて広げてゆく工程と、を備えた基板液処理方法が提供される。

【0008】

また、本発明によれば、基板液処理装置において、基板を水平姿勢で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駆動部と、前記基板保持部により保持された基板に向けて処理液を吐出する第1ノズルと、前記基板保持部により保持された基板に向けて処理液を吐出する第2ノズルと、前記第2ノズルを移動させるノズル駆動機構と、制御部と、を備え、前記制御部は、前記基板液処理装置の動作を制御して、前記基板保持部により保持された基板を鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の表面の中心部に第1ノズルから処理液を供給して、前記基板の直径よりも小さい直径の前記処理液の液膜を前記基板の表面に形成する工程と、前記第1ノズルにより前記基板の表面に形成された前記処理液の液膜の周縁部に、前記第1ノズルから供給されている前記処理液と同じ処理液を第2ノズルから供給する工程と、その後、前記基板の表面への前記第2ノズルからの前記処理液の供給位置を前記基板の周縁部に向けて移動させ、前記処理液の液膜を前記基板の周縁部に向けて広げてゆく工程と、を実行させることを特徴とする基板液処理装置が提供される。

【0009】

さらに、本発明によれば、基板液処理装置の制御コンピュータにより実行することが可能なプログラムが記憶された記憶媒体であって、当該プログラムを実行することにより、前記制御コンピュータが前記基板液処理装置を制御して基板液処理方法を実行させるものにおいて、前記基板液処理方法が、基板を水平姿勢で鉛直軸線周りに回転させながら、前記基板の表面の中心部に第1ノズルから処理液を供給して、前記基板の直径よりも小さい直径の前記処理液の液膜を前記基板の表面に形成する工程と、前記第1ノズルにより前記基板の表面に形成された前記処理液の液膜の周縁部に、前記第1ノズルから供給されている前記処理液と同じ処理液を第2ノズルから供給する工程と、その後、前記基板の表面への前記第2ノズルからの前記処理液の供給位置を前記基板の周縁部に向けて移動させ、これによって前記処理液の液膜を前記基板の周縁部に向けて広げてゆく工程と、を備えていることを特徴とする記憶媒体が提供される。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、第2ノズルからの処理液が、第1ノズルから供給された処理液の液膜を基板の周縁部に向けて引っ張ってゆくの、少ない処理液の総供給量で、基板の表面全体を処理液の液膜で覆うことができる。また、基板の表面全体を処理液の液膜で覆うことができるので、パーティクルを減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態に係る基板液処理装置の構成を概略的に示す縦断面図である。

【図2】図1に示す基板液処理装置の水平断面図である。

【図3】リンス処理工程について説明するための概略斜視図である。

【図4】リンス処理工程における第2ノズルからのリンス液の供給について説明するための平面図である。

【図5】リンス処理工程において基板の中心部にDIWの液滴を供給する実施形態について説明する概略側面図である。

【図6】リンス処理工程において基板の中心部にDIWの蒸気を供給する実施形態について説明する概略側断面図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に図面を参照して発明の実施形態について説明する。まず、図1及び図2により、基板液処理装置の全体構成について説明する。基板液処理装置は、半導体ウエハ（以下、単に「ウエハW」と呼ぶ）等の基板を水平姿勢で保持するとともに鉛直軸線周りに回転自在なスピンチャック（基板保持部）20を有している。スピンチャック20は、円盤状のベース21と、ベース21の周縁部に設けられ、ウエハWを保持及び解放するために可動となっている複数の保持部材22とを有している。スピンチャック20は、モータを有する回転駆動部24によって、鉛直軸線周りに回転駆動される。スピンチャック20の周囲には、ウエハWから外方に飛散する処理流体を受け止めるカップ26が設けられている。スピンチャック20及びカップ26等の基板液処理装置の構成部材は、ハウジング10内に収容されている。ハウジング10の一側壁面には、ウエハWの搬出入のためにシャッタ12付きの搬入出口11が設けられている。

10

【0013】

基板液処理装置は、ウエハWに薬液または純水を供給する洗浄液ノズル30と、ウエハWに乾燥液を供給する乾燥液ノズル31と、ウエハWに不活性ガスを供給するガスノズル32とを備えており、これらのノズル30～32は、エアシリンダ等からなる第1昇降機構35Aを介して、第1ノズルアーム34Aに取り付けられている。第1ノズルアーム34Aは、第1アーム駆動機構36Aにより、水平方向に延びる第1ガイドレール37Aに沿って移動可能である。従って、洗浄液ノズル30、乾燥液ノズル31及びガスノズル32は、ウエハの中心部の上方の位置からウエハの周縁部の上方の位置までウエハの半径方向に直線運動することができ、また、平面視でカップ26の外方に位置する退避位置に位置することができ、さらに昇降も可能である。洗浄液ノズル30、乾燥液ノズル31、及びガスノズル32は、第1ノズルアーム34Aの運動方向に沿って並んでおり、各ノズル30～32は、スピンチャック20に保持されたウエハWの中心部の真上に位置することができる。

20

【0014】

洗浄液ノズル30には、薬液供給機構40が接続されている。薬液供給機構40は、薬液として希フッ酸（DHF）を供給するDHF供給源41と、DHF供給源41を洗浄液ノズル30に接続するDHF供給ライン42と、DHF供給ライン42に設けられた開閉弁及び流量調整弁等からなる弁装置43とを有している。従って、薬液供給機構40は、洗浄液ノズル30に弁装置43によって制御された流量でDHFを供給することができる。

30

【0015】

洗浄液ノズル30には、第1リンス液供給機構50も接続されている。第1リンス液供給機構50は、リンス液として純水（DIW）を供給するDIW供給源51と、DIW供給源51を洗浄液ノズル30に接続するDIW供給ライン52と、DIW供給ライン52に設けられた開閉弁及び流量調整弁等からなる弁装置53とを有している。従って、第1リンス液供給機構50は、洗浄液ノズル30に制御された流量でDIWを供給することができる。

40

【0016】

乾燥液ノズル31には、乾燥液供給機構60が接続されている。乾燥液供給機構60は、イソプロピルアルコール（IPA）を供給するIPA供給源61と、IPA供給源61を乾燥液ノズル31に接続するIPA供給ライン62と、IPA供給ライン62に設けられた開閉弁及び流量調整弁等からなる弁装置63とを有している。従って、乾燥液供給機構60は、乾燥液ノズル31に制御された流量で乾燥液としてのIPAを供給することができる。IPAは、DIWと混和性があるのでDIWを容易に置換することができ、DIWより揮発性が高いため容易に乾燥させることができるので、乾燥液として好適に用いることができる。さらに、IPAはDIWより表面張力が低いため、高アスペクト比の微細パターンの倒壊を抑制することもできる。乾燥液はIPAに限定されるものではなく、上

50

記の特徴を有する他の有機溶剤を乾燥液として用いることもできる。

【 0 0 1 7 】

ガスノズル 3 2 には、乾燥ガス供給機構 7 0 が連結されている。乾燥ガス供給機構 7 0 は、乾燥ガスとしての窒素ガスを供給する窒素ガス供給源 7 1 と、窒素ガス供給源 7 1 をガスノズル 3 2 に接続する窒素ガス供給ライン 7 2 と、窒素ガス供給ライン 7 2 に設けられた開閉弁及び流量調整弁等からなる弁装置 7 3 とを有している。乾燥ガスとしては、低酸素濃度、低湿度のガスを用いることができ、窒素ガス以外の不活性ガスを用いることもできる。

【 0 0 1 8 】

さらに、基板液処理装置は、ウエハ W にリンス液としての D I W を供給するリンス液ノズル 3 3 を備えている。このリンス液ノズル 3 3 は、エアシリンダ等からなる第 2 昇降機構 3 5 B を介して、第 2 ノズルアーム 3 4 B に取り付けられている。第 2 ノズルアーム 3 4 B は、第 2 アーム駆動機構 3 6 B により、水平方向に延びる第 2 ガイドレール 3 7 B に沿って移動可能である。従って、リンス液ノズル 3 3 は、ウエハの中心部の上方の位置からウエハの周縁部の上方の位置までウエハの半径方向に直線運動することができ、また、平面視でカップ 2 6 の外方に位置する退避位置に位置することができ、さらに昇降も可能である。なお、相互干渉防止のため、第 1 ノズルアーム 3 4 A はウエハ W の中心からそれよりも図中右側の領域を移動し、第 2 ノズルアーム 3 4 B はウエハ W の中心よりも図中左側の領域を移動する。

【 0 0 1 9 】

リンス液ノズル 3 3 には、第 2 リンス液供給機構 8 0 が接続されている。第 2 リンス液供給機構 8 0 は、純水 (D I W) を供給する D I W 供給源 8 1 と、D I W 供給源 8 1 をリンス液ノズル 3 3 に接続する D I W 供給ライン 8 2 と、D I W 供給ライン 8 2 に設けられた開閉弁及び流量調整弁等からなる弁装置 8 3 とを有している。従って、第 2 リンス液供給機構 8 0 は、リンス液ノズル 3 3 に制御された流量でリンス液としての D I W を供給することができる。

【 0 0 2 0 】

回転駆動部 2 4、アーム駆動機構 3 6 A、3 6 B、薬液供給機構 4 0、第 1 リンス液供給機構 5 0、乾燥液供給機構 6 0、乾燥ガス供給機構 7 0 及び第 2 リンス液供給機構 8 0 などの動作は、コンピュータからなる制御部 9 0 により制御される。図 1 に示すように、制御部 9 0 には、工程管理者等が基板液処理装置を管理するために、コマンドの入力操作等を行うキーボードや、基板液処理装置の稼働状況等を可視化して表示するディスプレイ等からなる入出力装置 9 1 が接続されている。制御部 9 0 は、基板液処理装置で実行される処理を実現するためのプログラムなどが記録された記憶媒体 9 2 にアクセス可能である。記憶媒体 9 2 は、ROM 及び RAM 等のメモリ、ハードディスク、CD-ROM、DVD-ROM、及びフレキシブルディスク等のディスク状記憶媒体等、既知の記憶媒体から構成することができる。制御部 9 0 が、記憶媒体 9 2 に予め記録されたプログラムを実行することによって、基板液処理装置においてウエハ W の処理が行われる。

【 0 0 2 1 】

次に、上記の基板液処理装置の動作について説明する。なお、下記の動作は、記憶媒体 9 2 に記録されたプログラムを実行することによって制御部 9 0 が発生する制御信号によって制御される。

【 0 0 2 2 】

まず、シャッタ 1 2 が開けられて、図示しない搬送アームに保持されたウエハ W が、搬入出口 1 1 を通ってハウジング 1 0 内に搬入される。次に、ウエハ W が、搬送アームからスピンチャック 2 0 に受け渡され、スピンチャック 2 0 の保持部材 2 2 に保持される。

【 0 0 2 3 】

[薬液処理工程]

次に、第 1 アーム駆動機構 3 6 A により、退避位置に位置していた洗浄液ノズル 3 0 がスピンチャック 2 0 に保持されたウエハ W の中心部の真上の位置に移動する。また、回転

10

20

30

40

50

駆動部 24 により、ウエハ W を保持したスピンチャック 20 が回転駆動される。この状態で、薬液供給機構 40 により洗浄液ノズル 30 を介して D H F がウエハ W の表面の中心部に吐出され、ウエハ W に薬液処理（薬液洗浄）が施される。吐出された D H F は、遠心力によりウエハ W の表面全体に拡散され、ウエハ W の表面に D H F の液膜が形成される。この際、ウエハ W の回転速度は、例えば、10 ~ 500 r p m 程度とされる。ウエハ W は、乾燥工程が完了するまでの間、継続的に回転させられる。

【 0 0 2 4 】

[リンス処理工程]

所定時間薬液処理を行った後、リンス処理工程が行われる。このリンス処理工程について、図 3 及び図 4 も参照して、詳細に説明する。所定時間薬液処理を行った後、薬液供給機構 40 からの D H F 液の供給を停止し、代わりに、第 1 リンス液供給機構 50 によりウエハの中心部の真上に位置する洗浄液ノズル 30 を介して D I W がウエハ W の表面の中心部（図 4 の点 P 1 の位置）に向けて吐出される。洗浄液ノズル 30 から D I W を吐出する直前の時点では、ウエハ W の表面は D H F の液膜により覆われている。このリンス処理工程において、ウエハ W の回転速度は、例えば 200 ~ 400 r p m 程度、本動作においては 300 r p m に調整される。回転速度は、処理液がウエハから外方に飛散しても問題にならない回転速度である。洗浄液ノズル 30 からの D I W の吐出流量は、例えば 2 . 5 L / min（リットル / 分）とする。ウエハ W の回転速度及び洗浄液ノズル 30 からの D I W の吐出流量は、リンス処理工程の間同じ値に維持される。しかしながら、ウエハ W の回転速度及び洗浄液ノズル 30 からの D I W の吐出流量を、リンス処理工程の間に変動させても構わない。

【 0 0 2 5 】

回転するウエハ W の表面に到達（落下）した D I W には遠心力及び摩擦力（ウエハ回転方向に引きずられる力）が作用し、従って D I W は図 4 に示すように渦巻き状に外方に向かって広がりながら流れ、これによりウエハの中心から所定距離の円形の領域が連続する D I W の液膜 L に覆われる。D I W の液膜 L に覆われた領域では、D H F が D I W に置換されてゆく。液膜 L が形成される円形の領域の大きさは、ウエハ W の親水性（疎水性）の度合い、洗浄液ノズル 30 からの D I W の吐出流量、ウエハ W の回転速度に応じて変化する。ウエハ W の表面は前工程の D H F 洗浄工程により疎水性となっているため、上記の D I W 吐出流量及びウエハ W 回転速度という条件下では、12 インチ（300 mm）ウエハ W の直径の概ね半分の直径（例えば 80 mm 程度）の円形の領域が、D I W の液膜 L に覆われる（図 3（a）を参照）。ウエハ W の表面のうち液膜 L が形成されている領域よりも外側では、D H F の液膜は残っているが、D I W は連続した液膜を形成することができず、筋状になって外方に流れている。この筋状の D I W の流れは図示していない。なお、D I W の液膜 L により覆われる領域の大きさ（直径）は、洗浄液ノズル 30 からの D I W の吐出流量を大きくすることにより、また、ウエハ W の回転速度を高くすることにより大きくすることができるのであるが、そうすると D I W 使用量の増加及び D I W の好ましくない飛散をもたらすことは、「背景技術」の項に記載した通りである。上記のようにウエハ W の中央部の領域のみが D I W の液膜に覆われている状態が続くと、D I W の液膜に覆われていない領域では、筋状に流れる D I W による D H F の部分的置換が生じたりあるいは D H F が振り切られることによって、ウエハ W の表面が露出する。このような状況が生じるとパーティクルが発生する。

【 0 0 2 6 】

そこで、本実施形態では、図 3（a）に示すように、洗浄液ノズル 30 から D I W をウエハ W の中心部に向けて吐出し、ウエハ W の直径よりも小さい円形の領域が D I W の液膜に覆われるのとほぼ同時に、洗浄液ノズル 30 からの D I W の吐出流量を維持したまま、図 3（b）に示すようにリンス液ノズル 33 から円形の D I W の液膜 L の周縁部分（周縁のやや内側の図 4 の点 P 2 の位置）に向けて D I W の吐出を開始する。リンス液ノズル 33 からの D I W の吐出流量は、例えば 0 . 5 L / min とする。なお、リンス液ノズル 33 からの D I W の吐出に先立ち、第 2 アーム駆動機構 36 B によって、退避位置に位置して

いたリンス液ノズル33を、図4の点P2に向けてDIWを吐出する吐出開始位置に移動させておく。この吐出開始位置は、洗浄液ノズル30からDIWをウエハWの中心部に向けて吐出して実際に液膜を作る試験を行って、予め決めておく。

【0027】

リンス液ノズル33からDIWの吐出を開始した後、図3(c)、(d)に示すように、洗浄液ノズル30及びリンス液ノズル33からのDIWの吐出流量を維持したまま、リンス液ノズル33を半径方向外側に移動して、リンス液ノズル33から吐出されたDIWのウエハW表面上の到達位置を半径方向外側に向けて移動させてゆく。すると、リンス液ノズル33の半径方向外側への移動に引っ張られて円形のDIWの液膜Lは広がってゆく。このときも、DIWの液膜Lが形成されている領域よりも外側では、DHFの液膜は残っており、DIWは筋状になって外方に流れている。リンス液ノズル33の半径方向外側への移動速度は、例えば約8mm/secで一定であるが、変動させても構わない。なお、リンス液ノズル33の半径方向外側への移動速度を高くしすぎると、遠心力によるDIWの液膜Lの拡張がリンス液ノズル33の移動に追従しきれなくなり、洗浄液ノズル30とリンス液ノズル33との間で液膜Lの破断が生じる。従って、リンス液ノズル33の半径方向外側への移動速度は、遠心力による半径方向外側へのDIWの広がり速度以下であることが望ましい。

【0028】

リンス液ノズル33からのDIWのウエハW表面への到達位置がウエハの周縁部領域(ウエハWの周縁のやや内側)に到達すると、図3(d)に示すように、ウエハWの表面の全域がDIWの連続する液膜Lに覆われるようになる。この状態になったら、リンス液ノズル33の移動を停止し、洗浄液ノズル30及びリンス液ノズル33からのDIW吐出量をそのまま維持することにより、ウエハWの表面の全域が引き続き連続的なDIWの液膜に覆われる。この状態を所定時間継続することにより、ウエハW表面の全域においてDHFがDIWに置換される。すなわち、上記のように、洗浄液ノズル30からウエハW表面の全域を覆うには不十分な流量でDIWをウエハWの中心部に吐出してウエハWの表面の中心側円形領域がDIWの液膜に覆われたら直ちに、洗浄液ノズル30から供給されたDIWにより形成されたDIWの液膜の周縁部にリンス液ノズル33によりDIWを吐出し、その後リンス液ノズル33からのウエハW上へのDIWの吐出位置をウエハW周縁部に向けて移動させてゆくことにより、ウエハWの外側領域が周辺雰囲気により露出することを回避することができる。これにより、薬液により濡れた表面が周辺雰囲気により露出することにより生じるパーティクルの発生を、少ないDIW総吐出量で、防止することができる。

【0029】

図3(b)の状態から図3(d)の状態に至るまでの全期間において、液膜Lを形成するDIWの流れを乱さないように、リンス液ノズル33からDIWの液膜Lに向けてDIWを吐出することが好ましい。図4に示すように、洗浄液ノズル30からウエハWの中心部P1に吐出されたDIWは、ウエハWの中心部から渦巻き状に外方に向かって流れている。ここで、平面視において、リンス液ノズル33から吐出されたDIWの向きが、リンス液ノズル33から吐出されたDIWがウエハWの表面上(液膜Lの表面上)に到達する位置P2における渦巻き状の流れの向きに沿うように、リンス液ノズル33から斜め下方にDIWを吐出することが好ましい。こうすることにより、図3(b)~(d)に示したリンス液ノズル33を半径方向外側に移動させるに伴う液膜L形成領域の拡張作用をスムーズに発現させることができる。なお、位置P2における渦巻き状の流れの向きと、リンス液ノズル33から吐出されたDIWの向きは完全に一致している必要はなく、平面視で、両者の成す角度が±45度以下程度までならばずれなくてもよい。

【0030】

なお、液膜Lの周縁部分(すなわちリンス液ノズル33から吐出されるDIWの到達位置)における液膜Lを形成するDIWの流れの方向は、液膜Lを広げてゆく過程であまり変化しない。すなわち液膜Lの周縁部分では、液膜Lを形成するDIWの流れの方向が円

10

20

30

40

50

形の液膜Lの周縁の円周方向と成す角度は比較的小さく、しかも、この角度は液膜Lを広げていってもあまり変化しない。このため、図1及び図2に示した直線運動型のノズルアーム(第2ノズルアーム34B)を用い、この第2ノズルアーム34Bにリンス液ノズル33が吐出角度調整不能に取り付けてあったとしても、上記作用を発現させる上で、実用上何ら差し支えない。また、旋回運動型のノズルアームを用い、このノズルアームにリンス液ノズルが吐出角度調整不能に取り付けてあったとしても、ノズルアームが極端に短い場合を除き、上記作用を発現させる上で、実用上何ら差し支えない。しかしながら、ノズルアームにリンス液ノズルを吐出角度調整可能に取り付けて、リンス液ノズルからのDIWの吐出方向と前記渦巻き状のDIWの流れの向きとの関係が最適となるように、液膜Lを広げてゆく過程でリンス液ノズルの向きを変化させても構わない。

10

【0031】

〔乾燥工程〕

リンス処理を所定時間行った後、洗浄液ノズル30及びリンス液ノズル33からのDIWの吐出が停止される。また、リンス液ノズル33は退避位置に移動する。次に、ウエハWの回転速度を100~500rpm程度に調整し、ウエハWの中心部の真上に乾燥液ノズル31を位置させて、乾燥液供給機構60により乾燥液ノズル31を介してIPAがウエハWの表面の中心部に吐出される。乾燥液ノズル31は、IPAを吐出したままウエハWの中心の上方の位置と、ウエハWの周縁の上方の位置との間で往復運動(スキャン動作)する。これによりウエハWの表面に残存しているDIWが、IPA液に置換される。

【0032】

20

続いて、ウエハWの回転速度を500~800rpm程度に調整し、乾燥液ノズル31からIPAを吐出するとともにガスノズル32から窒素ガスを吐出し、乾燥液ノズル31及びガスノズル32をウエハWの中心部から周縁部に対応する位置まで移動(スキャン)させる。このとき、乾燥液ノズル31は、ガスノズル32よりも移動方向前方に位置する。これにより、ウエハWが乾燥する。

【0033】

ウエハWが乾燥したら、ウエハWの回転を停止し、その後、搬入時と逆の手順でウエハを基板液処理装置から搬出する。

【0034】

次に、上記実施形態の効果を確認するための試験結果について説明する。試験には、概ね図1及び図2に示す構成を有する基板液処理装置を用いた。300mmベアSiウエハを、スピンチャックに保持して回転させ、洗浄液ノズル30からLAL5000(ステラケミファ株式会社により提供されるパフアードフッ酸系薬剤の商品名)をウエハに供給して、ウエハ表面の自然酸化膜を除去し、撥水性の表面を得た。表面のDIWに対する接触角は77度であった。

30

【0035】

この撥水性表面を有するウエハに対して、従来方法及び上記実施形態の方法によりDIWリンス処理を行った。従来方法では、スピンチャックに保持され回転するウエハの中心部にだけ洗浄液ノズル30のみからDIWを吐出し、DIW吐出流量を変化させてウエハ表面の全体に確実に液膜Lが形成されるDIW吐出流量を調べた。実施形態の方法では、リンス液ノズル33からは0.5L/minでDIWを供給し、洗浄液ノズル30からのウエハ中心部へのDIW吐出流量を変化させてウエハ表面の全体に確実に液膜Lが形成されるDIW総吐出流量(リンス液ノズル33からの吐出流量と洗浄液ノズル30からの吐出流量との総和)を調べた。ウエハ回転数は300rpmとした。

40

【0036】

ウエハ表面の全体に確実に液膜Lを形成するのに必要なDIWの総吐出流量は、従来方法では4.0L/minであったのに対して、実施形態の方法では3.0L/minと大きく減少した。

【0037】

この試験結果より、上記実施形態に係る方法を用いることにより、リンス処理に必要な

50

D I Wの総量を削減することができることがわかった。また、ウエハWの中心部にD I Wを吐出する洗浄液ノズル30からの吐出流量を少なくすることができるので、ウエハWからのD I Wの跳ね返りを抑制することができることも明らかである。

【0038】

上記実施形態に係るリンス処理工程は、フッ酸系の薬液により自然酸化膜が除去されたことにより表面が疎水化されたウエハに対して行ったが、これに限定されるものではない。上記実施形態に係るリンス処理工程は、ウエハ等の基板の表面を積極的に疎水化する目的で行う疎水化処理の後に行われる場合に特に有効である。このような疎水化処理に用いられる疎水化処理液としては、ジメチルアミノトリメチルシラン(TMSDMA)、ジメチル(ジメチルアミノ)シラン(DMSDMA)、1,1,3,3-テトラメチルジシラン(TMDS)、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)などのシリル化剤や、フッ素ポリマー薬液等が例示される。

10

【0039】

また、上記実施形態では、薬液処理(DHF洗浄処理)の後に連続的にD I Wをリンス液として用いるリンス処理を行ったが、これに限定されるものではない。例えば、単独のD I W洗浄処理だけ(連続する前工程無し)を行ってもよい。この場合にも、少ないD I W吐出量でウエハWの表面全体にD I Wの液膜を形成することができ、D I W消費量を削減することができる。また、パーティクルを減少させることもできる。

【0040】

また、上記実施形態では、リンス処理工程において、継続的にウエハ中心部に第1の処理液ノズル(洗浄液ノズル30)から処理液としてのD I Wを吐出するとともに、第2の処理液ノズル(リンス液ノズル33)をウエハの周縁に向けて移動させながら処理液としてのD I Wを吐出した。しかしながら、このような2つの処理液ノズル(30, 33)から吐出される処理液は、D I Wリンス液に限定されるものではなく、他の処理液例えば酸性薬液、アルカリ性薬液、有機溶剤、現像液等であってもよい。この場合も、処理液消費量の削減、液はね防止、パーティクル減少の効果が期待できる。またこの場合、濡れた状態のウエハWの表面に処理液を供給することに限らず、乾いた状態のウエハWに、酸性薬液、アルカリ性薬液、有機溶剤、現像液等の処理液を2つの処理液ノズルを用いて供給してもよい。

20

【0041】

また、被処理基板は、半導体ウエハに限定されるものではなく、ガラス基板、セラミック基板等であってもよい。

30

【0042】

なお、上記実施形態では、リンス処理工程において、図5(a)に示すように、洗浄液ノズル30が連続的な水流(液流)LCの形態でD I WをウエハWの中心部に向けて吐出することによって図3(a)に示すようにウエハWの中心部領域に円形の液膜を形成したが、これには限定されない。別の実施形態として、例えば図5(b)に示すように、洗浄液ノズル30に代えて二流体ノズルとして構成された洗浄液ノズル130を設け、この洗浄液ノズル130から液滴LDの形態でD I WをウエハWの中心部に向けて吐出することにより、ウエハWの中心部領域に円形の液膜を形成してもよい。

40

【0043】

このような洗浄液ノズル130の内部には、例えば図5(b)に示すように、ガスが流れる流路131が設けられ、さらに、この流路131に合流するD I Wの流路132が設けられている。流路131には、D I Wを霧化ないし液滴化するためのガスここでは窒素ガスを供給するガス供給機構140が接続されている。ガス供給機構140は、ガス供給源141と、ガス供給源141を流路131に接続するガス供給ライン142と、ガス供給ライン142に設けられた開閉弁及び流量調整弁等からなる弁装置143とを有している。従って、ガス供給機構140は、洗浄液ノズル130の流路131に制御された流量でガスを供給することができる。流路132には、図1に示したものと同一リンス液供給機構50が接続されている。

50

【 0 0 4 4 】

ガスが流れている流路 1 3 1 に流路 1 3 2 から D I W を流入させると、流入した D I W は霧化されて、吐出口 1 3 3 から例えば 5 0 μ m 程度のサイズの液滴の形態でウエハ W の表面に向けて吐出される。ウエハ W の表面に衝突した液滴は互いに連結し、図 3 (a) に示すような液膜 L がウエハ W の中心部領域に形成される。液膜 L が形成されたら図 3 (b) ~ (d) を参照して先に説明した手順でリンス液ノズル 3 3 から D I W を吐出するとともにリンス液ノズル 3 3 を外側に動かしてゆくことにより、ウエハ W の表面の全域に D I W の液膜 L を形成することができる。

【 0 0 4 5 】

洗浄液ノズル 1 3 0 を用いた場合の作用は、図 3 における洗浄液ノズル 3 0 を洗浄液ノズル 1 3 0 とみなすことにより理解することができる。洗浄液ノズル 1 3 0 を用いた場合でもリンス液ノズル 3 3 には同様の動作をさせればよい。

10

【 0 0 4 6 】

液滴 L D の形態で D I W を吐出するときの D I W の吐出流量は、連続した水流 L C の形態で D I W を吐出するときの D I W の吐出流量と比較して、大幅に少なくすることができる。例えば、後者が前述したように 1 L / min である場合、前者は 0 . 1 L / min と約 1 / 1 0 程度に減少させることができる。

【 0 0 4 7 】

ただしこの場合、図 5 (a) に示すように連続した水流 L C をウエハ W に供給する場合と比較して、ウエハ W の表面に形成される液膜 L の厚さは薄くなるため、液膜 L が形成される領域も狭くなる傾向にある。これにあわせて、最初にリンス液ノズル 3 3 からウエハ W に D I W を供給する半径方向位置 (図 3 (b) に示した位置) を内側にずらし、リンス液ノズル 3 3 からの D I W の吐出流量を増大させる必要がある。

20

【 0 0 4 8 】

しかしながら、洗浄液ノズル 1 3 0 からの D I W の吐出流量を 0 . 1 L / min 程度としたときに、ウエハ W の表面全体を完全に D I W の液膜 L で覆うために必要なリンス液ノズル 3 3 は例えば 1 L / min 程度である。すなわち、D I W の合計供給流量は 1 . 1 L / min 程度である。この値は、洗浄液ノズル 3 0 を用いた場合の合計吐出流量 3 . 0 L / min (前述したように洗浄液ノズル 3 0 が 2 . 5 L / min 、リンス液ノズル 3 3 が 0 . 5 L / min) と比較して大幅に小さく、約 1 / 3 である。すなわち、ウエハ W の中心部に D I W の液滴 L D を供給してウエハ W の中心部領域に液膜 L を形成することにより、トータルの D I W の消費量を減少させることができる。

30

【 0 0 4 9 】

さらに別の実施形態として、図 5 (a) に示す連続的な水流 L C の形態でウエハ W に供給する洗浄液ノズル 3 0 に代えて、図 6 に示すように蒸気 V の形態で D I W をウエハ W の中心部に吐出する洗浄液ノズル (蒸気ノズル) 2 3 0 を設けることもできる。洗浄液ノズル 2 3 0 には、蒸気供給機構 2 4 0 が接続されている。蒸気供給機構 2 4 0 は、蒸気として純水 (D I W) の蒸気 (水蒸気) V を供給する蒸気供給源 2 4 1 と、蒸気供給源 2 4 1 を蒸気ノズル 2 3 0 に接続する蒸気供給ライン 2 4 2 と、蒸気供給ライン 2 4 2 に設けられた開閉弁及び流量調整弁等からなる弁装置 2 4 3 とを有している。従って、蒸気供給機構 2 4 0 は、洗浄液ノズル 2 3 0 に制御された流量で D I W の蒸気を供給することができる。

40

【 0 0 5 0 】

ウエハ W の表面上での蒸気 V の凝縮を促進するため、ウエハ W の裏面に冷却液 C を供給する冷却液ノズル 2 5 0 が、ウエハ W の下面中央部の下方に設けられている。図示例では、冷却液ノズル 2 5 0 は、スピンチャック 2 0 のベース 2 1 及び回転軸を貫通して延びる冷却液流路 2 5 1 の上端開口により形成されている。冷却液流路 2 5 1 には、冷却液供給機構 2 6 0 が接続されている。冷却液供給機構 2 6 0 は、冷却液 C として例えば常温の D I W を供給する冷却液供給源 2 6 1 と、冷却液供給源 2 6 1 を洗浄液ノズル 2 3 0 に接続する冷却液供給ライン 2 6 2 と、冷却液供給ライン 2 6 2 に設けられた開閉弁及び流量調

50

整弁等からなる弁装置 263 とを有している。従って、冷却液供給機構 260 は、洗浄液ノズル 230 に制御された流量で冷却液を供給することができる。

【0051】

ウエハ W 表面の中心部に洗浄液ノズル 230 から DIW の蒸気 V を供給すると、その蒸気 V はウエハ W に熱を奪われてウエハ W の表面上で結露（凝縮）して液滴となりこの液滴が相互に連結して、図 3（a）に示すような液膜 L がウエハ W の中心部領域に形成される。液膜 L が形成されたら図 3（b）～（d）を参照して先に説明した手順でリンス液ノズル 33 から DIW を吐出するとともにリンス液ノズル 33 を外側に動かしてゆくことにより、ウエハ W の表面の全域に DIW の液膜 L を形成することができる。この場合も、洗浄液ノズル 230 からの DIW の吐出流量（液体換算の吐出流量）を大幅に低減することができる。但し、リンス液ノズル 33 からの DIW の吐出流量を増大させなければならないことと、リンス液ノズル 33 からの DIW の吐出開始位置を半径方向内側にずらさなければならない点については、図 5（b）の実施形態の場合と同様である。

10

【0052】

図 5（b）及び図 6 においては、図面の簡略化のため図 1 の構成に対する変更部分を主として図示している。基板液処理装置の構成のうち、図 1 において図示され図 5（b）及び図 6 において図示されていない部分は、図 1 と同様の構成を採用することができることは勿論である。なお、図 1 の実施形態では、洗浄液ノズル 30 が薬液供給機構 40 に接続されることにより薬液供給機能を有していたが、図 5（b）に示す洗浄液ノズル 130 も同様に薬液供給機能を有していてもよい。あるいは、図 5（b）に示す洗浄液ノズル 130 を設ける場合には、別の薬液供給専用のノズルを設けてもよい。図 6 に示す洗浄液ノズル 230 を用いる場合には、別の薬液供給専用のノズルを設けることが望ましい。

20

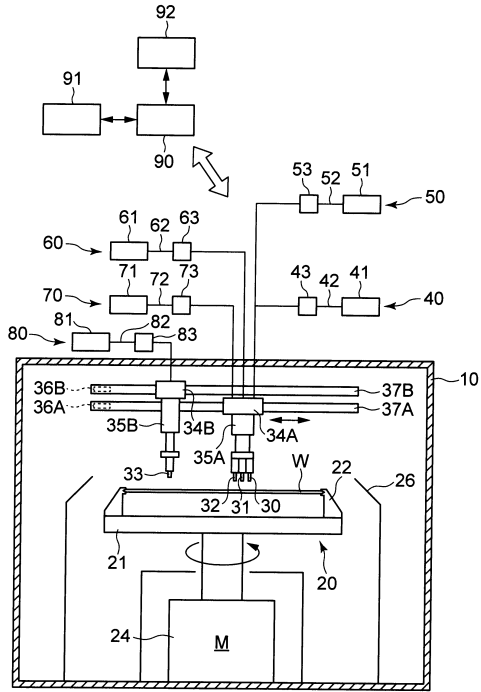
【符号の説明】

【0053】

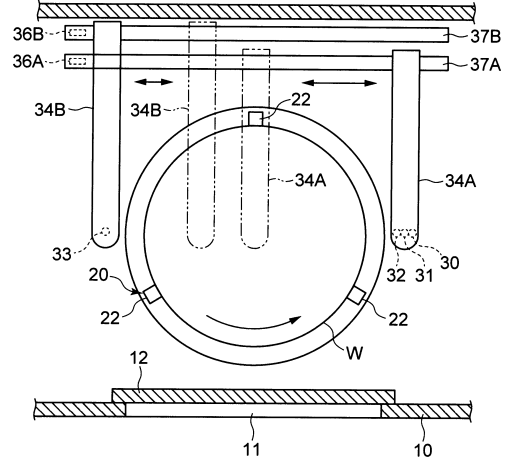
- 20 基板保持部（スピンチャック）
- 24 回転駆動部
- 30, 130, 230 第 1 ノズル（洗浄液ノズル）
- 33 第 2 ノズル（リンス液ノズル）
- 36A, 36B ノズル駆動機構（ノズルアームの駆動機構）
- 90 制御部、制御コンピュータ
- 92 記憶媒体

30

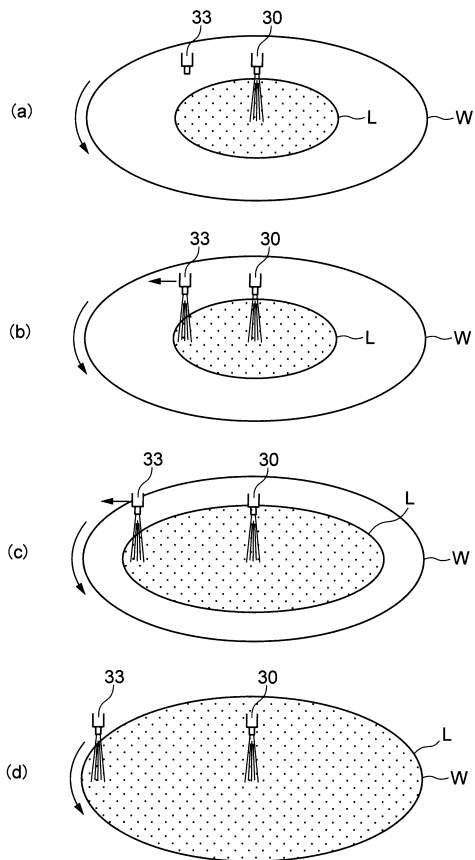
【 図 1 】



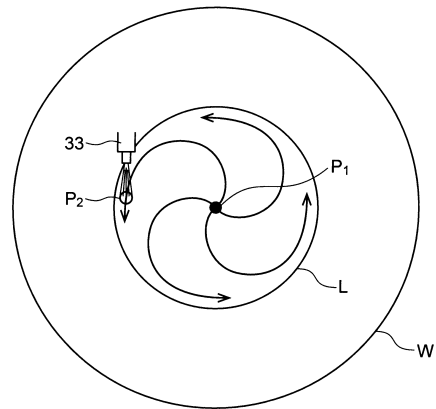
【 図 2 】



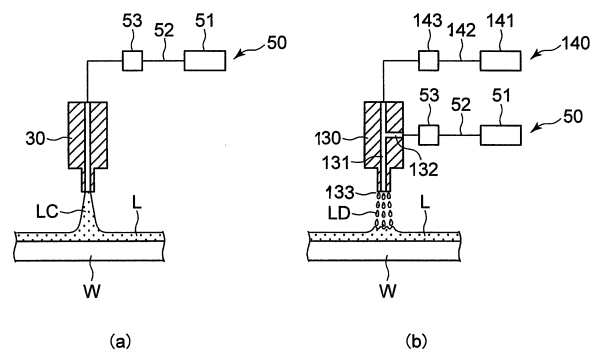
【 図 3 】



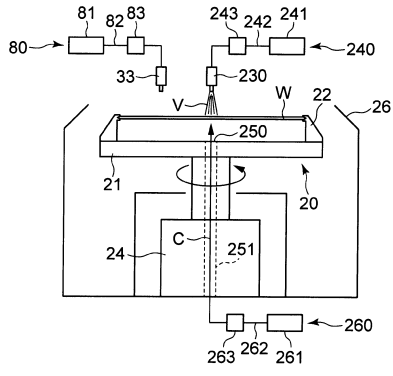
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

審査官 戸次 一夫

- (56)参考文献 特開平05 - 251417 (JP, A)
特開2004 - 335923 (JP, A)
特開2006 - 080315 (JP, A)
特開2010 - 056420 (JP, A)
特開2003 - 209087 (JP, A)
特開2004 - 014646 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/00 - 21/98