

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-523463

(P2007-523463A)

(43) 公表日 平成19年8月16日(2007.8.16)

(51) Int.CI.	F 1	テーマコード (参考)
H01L 21/304 (2006.01)	H01L 21/304	643A 3L113
B05C 13/02 (2006.01)	B05C 13/02	4D075
B05C 11/08 (2006.01)	B05C 11/08	4F042
B05D 1/40 (2006.01)	B05D 1/40	A 5F043
B05D 3/10 (2006.01)	B05D 3/10	F 5F046

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁) 最終頁に続く

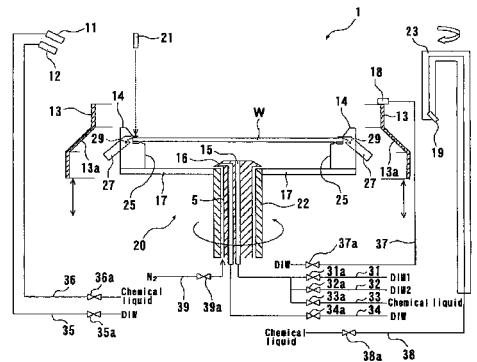
(21) 出願番号	特願2006-523459 (P2006-523459)	(71) 出願人	000000239 株式会社荏原製作所 東京都大田区羽田旭町11番1号
(86) (22) 出願日	平成17年2月23日 (2005.2.23)	(74) 代理人	100091498 弁理士 渡邊 勇
(85) 翻訳文提出日	平成18年7月25日 (2006.7.25)	(74) 代理人	100092406 弁理士 堀田 信太郎
(86) 國際出願番号	PCT/JP2005/003423	(74) 代理人	100093942 弁理士 小杉 良二
(87) 國際公開番号	W02005/080007	(74) 代理人	100109896 弁理士 森 友宏
(87) 國際公開日	平成17年9月1日 (2005.9.1)	(74) 代理人	100118500 弁理士 廣澤 哲也
(31) 優先権主張番号	特願2004-47358 (P2004-47358)		
(32) 優先日	平成16年2月24日 (2004.2.24)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2004-143379 (P2004-143379)		
(32) 優先日	平成16年5月13日 (2004.5.13)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2004-190474 (P2004-190474)		
(32) 優先日	平成16年6月28日 (2004.6.28)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板処理装置及び方法

(57) 【要約】

基板処理装置は、基板保持機構(14)の回転速度に応じて変化する保持力で基板(W)を保持する基板保持機構(14)と、基板保持機構(14)を回転させて基板保持機構(14)により保持された基板(W)を回転させる基板回転機構(22)と、基板保持機構(14)により保持された基板(W)の任意の位置に処理液を供給する処理液供給機構(12, 15, 19)とを備えている。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板を保持する基板保持力をその回転速度に応じて変化させつつ該基板を保持する基板保持機構と、

前記基板保持機構を回転させて前記基板保持機構により保持された基板を回転させる基板回転機構と、

前記基板保持機構により保持された基板の任意の位置に処理液を供給する処理液供給機構と、

を備えた、基板処理装置。

【請求項 2】

前記基板回転機構の回転速度と該基板保持機構に保持された前記基板の回転速度とを相対的に変化させる駆動機構を更に備えた、請求項 1 に記載の基板処理装置。 10

【請求項 3】

基板の外周部を保持する基板保持機構と、

前記基板保持機構が取り付けられ、前記基板の少なくとも一面に対向するベース部と、前記ベース部の中央部に設けられた回転軸と、

前記基板に薬液と第 1 の洗浄液とを選択的に供給可能な第 1 の液供給ノズルと、

前記第 1 のノズルに供給する薬液と第 1 の洗浄液とを切り替える切替機構と、

前記基板保持機構の内壁面と前記ベース部の上面に第 2 の洗浄液を供給可能な第 2 の液供給ノズルと、 20

前記基板と前記ベース部との間にガスを供給可能なガス供給ノズルと、

前記第 1 の液供給ノズル、前記第 2 の液供給ノズル、及び前記ガス供給ノズルを有し、前記回転軸の内部に配置されたノズル構成体と、

を備えた、基板処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 の液供給ノズルは、前記第 1 の洗浄液により前記第 1 の液供給ノズルと前記ノズル構成体の外表面及びその近傍を洗浄できるように構成されている、請求項 3 に記載の基板処理装置。 30

【請求項 5】

前記第 1 の液供給ノズルに接続された第 1 のラインと、

前記第 2 の液供給ノズルに接続された第 2 のラインと、

前記第 1 のラインと前記第 2 のラインの内部に残留する液を排出する液排出機構と、を更に備えた、請求項 3 に記載の基板処理装置。 40

【請求項 6】

前記回転軸とノズル構成体との間の間隙にバージガスを供給可能なバージガス供給ラインを更に備えた、請求項 3 記載の基板処理装置。

【請求項 7】

前記基板保持機構の外壁面に第 3 の洗浄液を供給する第 3 の液供給ノズルを更に備えた、請求項 3 記載の基板処理装置。

【請求項 8】

前記基板保持機構の外周部に設けられ、該基板保持機構を囲む上下動可能な飛散防止力アップを更に備えた、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置。 50

【請求項 9】

基板保持機構により基板を保持し、

前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、

前記基板保持機構の回転速度と前記基板の回転速度とを相対的に変化させつつ、回転する基板の任意の位置に基板処理液を供給して基板を処理する、基板処理方法。

【請求項 10】

前記基板保持機構の回転速度と前記基板の回転速度とを相対的に変化させる工程では、

前記基板保持機構の回転速度を加速又は減速して該基板保持機構の回転速度と前記基板

の回転速度とを相対的に変化させる、請求項 9 に記載の基板処理方法。

【請求項 11】

前記基板保持機構の回転速度と前記基板の回転速度とを相対的に変化させる工程では、前記基板保持機構の回転速度を加速又は減速すると同時に又はそれ以降に前記基板処理液の供給を停止する、請求項 10 に記載の基板処理方法。

【請求項 12】

前記基板保持機構の回転速度と前記基板の回転速度とを相対的に変化させる工程では、該基板保持機構の回転速度を第 1 の回転速度から第 2 の回転速度へと変化させ、該基板保持機構の回転速度を第 2 の回転速度から第 1 の回転速度に戻す、請求項 9 に記載の基板処理方法。

10

【請求項 13】

基板保持機構により基板を保持し、前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、前記処理液の供給後に、前記基板を第 1 の高回転速度で回転させ、第 1 の高回転速度で回転する基板の少なくとも一面に洗浄液を供給し、該基板に付着した前記処理液を洗浄し、前記基板の少なくとも一面を前記洗浄液で覆った状態で前記基板保持機構及び前記基板回転機構の少なくとも 1 つに付着した薬液を除去する、基板処理方法。

20

【請求項 14】

前記第 1 の高回転速度は 1 0 0 0 ~ 3 0 0 0 r p m の範囲である、請求項 13 に記載の基板処理方法。

【請求項 15】

更に、前記基板を第 2 の高回転速度で回転させて前記洗浄液を除去し前記基板を乾燥させる、請求項 13 に記載の基板処理方法。

【請求項 16】

前記基板を第 2 の高回転速度で回転させる工程では、任意の時間前記基板を前記第 1 の高回転速度と略同一の高回転速度で回転させる、請求項 15 に記載の基板処理方法。

30

【請求項 17】

基板保持機構により基板を保持し、前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、回転する基板に洗浄液を供給して前記基板保持機構を洗浄する、基板処理方法。

【請求項 18】

前記基板保持機構を回転させる工程では、前記洗浄液を供給しながら前記基板保持機構を 3 0 0 r p m よりも低い回転速度で回転させる、請求項 17 に記載の基板処理方法。

40

【請求項 19】

基板保持機構により基板を保持し、前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、前記処理液の供給後に、前記基板を第 1 の高回転速度で回転させ、第 1 の高回転速度で回転する基板の少なくとも一面に洗浄液を供給し、該基板に付着した前記処理液を洗浄し、前記基板の少なくとも一面を前記洗浄液で覆った状態で前記基板保持機構及び前記基板回転機構の少なくとも 1 つに付着した薬液を除去し、回転する基板に洗浄液を供給して前記基板保持機構を洗浄し、任意の時間前記基板を第 1 の高回転速度と略同一の第 2 の回転速度で回転させ、前記洗浄液を除去し前記基板を回転させる、基板処理方法。

【請求項 20】

前記洗浄液として、純水、脱気水、ガス溶存水を用いる、請求項 13 乃至請求項 19 の

50

いずれか 1 項に記載の基板処理方法。

【請求項 2 1】

前記処理液の供給工程では、前記処理液を基板の外周部に供給することで、該基板の外周部に形成された膜を除去する、請求項 9 乃至請求項 2 0 のいずれか 1 項に記載の基板処理方法。

【請求項 2 2】

前記除去される膜は、Cu、Co、Co 合金、Ta、Ta-N、W、W-N、Ti、Ti-N、Ni、Ru、P、B、Mo のうちのいずれか一つを含む膜、又は Cu、Co、Co 合金、Ta、Ta-N、W、W-N、Ti、Ti-N、Ni、Ru、P、B、Mo のうちのいずれか一つを含む膜を複数積層した膜である、請求項 2 1 に記載の基板処理方法。

【請求項 2 3】

基板保持機構により基板を保持し、
前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、
回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、
第 1 の液供給ノズルから薬液を前記基板に供給し、
前記第 1 の液供給ノズルから供給される液体を洗浄液に切替え、
前記洗浄液を前記基板に供給し、
前記第 1 の液供給ノズル及びその近傍に洗浄液を供給して該第 1 の液供給ノズル及びその近傍を洗浄し、
前記基板保持機構を回転させ前記基板に付着する液を除去して乾燥する、基板処理方法
。

【請求項 2 4】

更に、前記洗浄液の供給を停止し、
前記停止後、前記基板の乾燥前に前記第 1 の液供給ノズルと該第 1 の液供給ノズルに接続されたライン内に残留する液を排出する、請求項 2 3 に記載の基板処理方法。

【請求項 2 5】

更に、前記基板の乾燥前に第 2 の液供給ノズルから洗浄液を供給し、前記基板保持機構の内壁面と、該基板保持機構が取り付けられたベース部の上面とを洗浄する、請求項 2 3 に記載の基板処理方法。

【請求項 2 6】

更に、前記基板の乾燥の際に、前記基板と、該基板保持機構が取り付けられたベース部との間の空間にガス供給ノズルからガスを供給する、請求項 2 3 に記載の基板処理方法。

【請求項 2 7】

更に、前記第 1 の液供給ノズル及びその近傍の洗浄において、前記ガス供給ノズルから前記基板と前記ベース部との間の空間にガスを供給する、請求項 2 6 に記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、基板処理装置及び方法に関し、特に、基板に処理液を供給しながら半導体ウエハ等の回転している基板を処理する基板処理装置及び基板処理方法に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、基板を基板保持回転機構で保持した状態で回転させ、該基板（半導体ウエハ等）の表裏面や端面に洗浄液やエッティング液等の薬液（以下、「基板処理液」という。）を供給する基板処理装置がある。この基板処理装置の基板保持回転機構は複数個の基板保持機構を有し、基板の外周部を把持することで基板を保持している。ところが、このような基板保持回転機構で保持され回転している基板に基板処理液を供給しても、基板保持機構が基板に当接する部分、即ち、基板保持機構で保持された部分には基板処理液が供給されない。

10

20

30

40

50

い。従って、従来の基板処理装置は、基板のその部分が基板処理液で処理（洗浄又はエッティング）されないという問題があった。

【0003】

そのため、従来、複数の基板保持機構で基板を保持し、処理工程の途中で基板を交替で保持することで、基板保持機構による保持部分に処理残りが生じないようにした基板処理装置があった。すなわち、複数の基板保持機構で該基板を保持する一方で、他の基板保持機構が交替で該基板を離脱する。しかしながら、この基板処理装置は、機構が複雑で、基板処理の工程で煩雑な処理が必要となる。

【0004】

また、従来、例えは基板の裏面を吸着等することによって基板を保持し、該基板を回転させながら基板の端面に基板処理液を供給する工程を含む第1処理工程と、基板の端面を保持し、該基板を回転させながら基板の裏面に基板処理液を供給する工程を含む第2処理工程とを行う基板処理装置があった。

【0005】

一方、従来の基板処理装置では、基板の薬液処理工程、洗浄液による洗浄工程、乾燥工程といった一連の工程を経る処理を行っていたが、薬液処理工程において基板や基板保持回転機構等に付着した薬液が、基板の表面に跳ね返って付着したり、該薬液がミスト状になつて基板上の膜に付着したりすることで、基板が薬液によって汚染されてしまうおそれがある。そのため、薬液処理工程を行う装置と洗浄工程や乾燥工程を行う装置とを分けてそのような汚染を防ぐ必要があった。すなわち、従来、枚葉式基板処理装置で薬液処理、純水洗浄、乾燥といった一連の処理を行う場合、基板乾燥時に薬液が基板上への跳ね返つたり、基板乾燥時に薬液がミストとなつて基板上の膜に悪影響を与えないように、基板処理を行う装置と基板の乾燥を行う装置を分けていた。

【0006】

しかしながら、基板の端面を処理するための機構と基板の裏面を処理するための機構とを基板処理装置内で分けたり、薬液処理工程を行う装置と洗浄工程、乾燥工程を行う装置を基板処理装置内で分けたりすると、基板処理装置のフットプリントが増加するという問題や、基板処理のスループットが低下するという問題があった。従って、搬送時間増加によるフットプリント増加やスループット低下を防ぐため、上記処理を1つの装置で実施することが望まれている。

【0007】

また、薬液処理、純水洗浄、乾燥といった一連の処理を1つの装置で実施するものもあるが、この基板処理装置は構造が複雑である上、基板乾燥時に薬液が基板上への跳ね返ることを十分に防止することができない。また、該装置は薬液がミストとなつて基板上の膜に悪影響を及ぼすことを充分に防止することができない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、基板の基板保持部分に処理残りが発生することがなく、洗浄工程や乾燥工程で基板に薬液が付着して汚染されることがない基板処理装置及び方法を提供することを第1の目的とする。

【0009】

また、薬液処理、純水洗浄、乾燥といった一連の処理を1つの装置で行い、基板処理液の跳ね返りや薬液の霧囲気、ミストによる基板の汚染を防止することができる基板処理装置及び方法を提供することを第2の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の第1の態様によれば、基板を保持する基板保持力をその回転速度に応じて変化させつつ該基板を保持する基板保持機構と、上記基板保持機構を回転させて上記基板保持機構により保持された基板を回転させる基板回転機構と、上記基板保持機構により保持さ

10

20

30

40

50

れた基板の任意の位置に処理液を供給する処理液供給機構とを備えた基板処理装置が提供される。

【0011】

上記基板処理装置は、基板を保持する基板保持力をその回転速度に応じて変化させる基板保持機構を具備するので、基板保持機構の回転速度を設定することで任意の基板保持力を得ることができ、目的とする保持力で基板を保持できる。

【0012】

上記基板処理装置は、上記基板回転機構の回転速度と該基板保持機構に保持された上記基板の回転速度とを相対的に変化させる駆動機構を更に備えていてもよい。これにより、基板の基板保持機構で保持される保持位置を変えることができ、基板に処理残りの部分が発生することを防げる。また、基板を回転させた状態で基板の保持位置を移動させることができるので、基板処理の工程が増えることなく保持部分に処理残りが発生することを防げる。

10

【0013】

本発明の第2の態様によれば、基板の外周部を保持する基板保持機構と、上記基板保持機構が取り付けられ、上記基板の少なくとも一面に対向するベース部と、上記ベース部の中央部に設けられた回転軸と、上記基板に薬液と第1の洗浄液とを選択的に供給可能な第1の液供給ノズルと、上記第1のノズルに供給する薬液と第1の洗浄液とを切り替える切替機構と、上記基板保持機構の内壁面と上記ベース部の上面に第2の洗浄液を供給可能な第2の液供給ノズルと、上記基板と上記ベース部との間の空間にガスを供給可能なガス供給ノズルと、上記第1の液供給ノズル、上記第2の液供給ノズル、及び上記ガス供給ノズルを有し、上記回転軸の内部に配置されたノズル構成体とを備えた基板処理装置が提供される。

20

【0014】

これらのノズルを適宜操作して、薬液、洗浄液、ガスの供給又は停止を行うことにより、基板乾燥時に薬液が基板上に跳ね返ったり、ミストとなって基板上の膜に悪影響を与えることがない。

【0015】

上記第1の液供給ノズルは、上記第1の洗浄液により上記第1の液供給ノズルと上記ノズル構成体の外表面及びその近傍を洗浄できるように構成されていてもよい。これにより、上記第1の液供給ノズルと上記ノズル構成体の外表面及びその近傍を洗浄できるので、この部分から付着する薬液が飛散し、基板上の膜に悪影響を与えることを防止できる。

30

【0016】

上記基板処理装置は、上記第1の液供給ノズルに接続された第1のラインと、上記第2の液供給ノズルに接続された第2のラインと、上記第1のラインと上記第2のラインの内部に残留する液を排出する液排出機構とを更に備えていてもよい。これにより、乾燥時に基板とベース部との間に負圧が形成されても、液排出機構により、ノズルや該ノズルに接続されたライン内の液がノズルから飛出することが防止される。従って、基板上に液やミストが付着し基板の膜に悪影響を与えることがない。

40

【0017】

上記基板処理装置は、上記回転軸とノズル構成体との間の隙間にバージガスを供給可能なバージガス供給ラインを更に備えていてもよい。これにより、回転軸内に液やミストが進入することができない。

【0018】

上記基板処理装置は、上記基板保持機構の外壁面に第3の洗浄液を供給する第3の液供給ノズルを更に備えていてもよい。第3の液供給ノズルは、上述した効果をより効果的に発揮することができる。

【0019】

上記基板処理装置は、上記基板保持機構の外周部に設けられ、該基板保持機構を囲む上下動可能な飛散防止カップを更に備えていてもよい。これにより、飛散防止カップの内壁

50

面もノズル構成体のノズルから供給され基板上面を伝わって流れる洗浄液で洗浄することができるから、飛散防止カップで跳ね返った洗浄液やミストにより基板が汚染されることがない。

【0020】

本発明の第3の態様によれば、基板保持機構により基板を保持し、上記基板保持機構を基板回転機構により回転させて上記基板を回転させ、上記基板保持機構の回転速度と上記基板の回転速度とを相対的に変化させつつ、回転する基板の任意の位置に基板処理液を供給して基板を処理する基板処理方法が提供される。基板保持機構の回転速度を加速又は減速して該基板保持機構の回転速度と上記基板の回転速度とを相対的に変化させてもよい。

【0021】

これにより、基板保持機構が基板を保持する部分を変えることができる。従って、基板保持機構が基板を保持する部分では基板が処理されないことが防止される。また、基板を処理液で処理しつつ基板保持機構が基板を保持する部分を変えることができる。従って、付加的な工程なしに、保持部分で基板が処理されないことが防止される。

【0022】

上記基板保持機構の回転速度を第1の回転速度から第2の回転速度へと変化させ、該基板保持機構の回転速度を第2の回転速度から第1の回転速度に戻してもよい。これにより、速やかに基板を基板保持回転機構と同じ回転速度に戻すことができる。

【0023】

上記基板保持機構の回転速度を加速又は減速すると同時に又はそれ以降に上記基板処理液の供給を停止してもよい。これにより、基板保持機構が基板を保持する部分における摩擦力を大きくできる。従って、基板の回転速度を基板保持機構と同じ回転速度により速やかに戻すことができる。

【0024】

本発明の第4の態様によれば、基板保持機構により基板を保持し、上記基板保持機構を基板回転機構により回転させて上記基板を回転させ、回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、上記処理液の供給後に、上記基板を第1の高回転速度で回転させ、第1の高回転速度で回転する基板の少なくとも一面に洗浄液を供給し、該基板に付着した上記処理液を洗浄し、上記基板の少なくとも一面を上記洗浄液で覆った状態で上記基板保持機構及び上記基板回転機構の少なくとも1つに付着した薬液を除去する基板処理方法が提供される。上記第1の高回転速度は1000～3000 rpmの範囲とすることができる。

【0025】

この場合には、基板保持機構から薬液が飛散しても、該薬液が基板に付着することが防止される。また、基板保持機構から薬液が飛散し跳ねた際にミストになってこれが基板の表面や裏面に悪影響を及ぼすことを防止できる。

【0026】

上記基板を第2の高回転速度で回転させて上記洗浄液を除去し上記基板を乾燥させてもよい。この場合において、任意の時間上記基板を上記第1の高回転速度と略同一の高回転速度で回転させてもよい。洗浄工程で基板保持機構が高速で回転するので、該基板保持機構に付着した薬液が確実に除去される。また、洗浄工程で基板保持機構に付着した薬液を確実に除去できるので、該薬液が乾燥工程で基板に付着して基板の汚染を引き起こすことが防止される。

【0027】

本発明の第5の態様によれば、基板保持機構により基板を保持し、上記基板保持機構を基板回転機構により回転させて上記基板を回転させ、回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、回転する基板に洗浄液を供給して上記基板保持機構を洗浄する基板処理方法が提供される。上記洗浄液を供給しながら上記基板保持機構を300 rpmよりも低い回転速度で回転させてもよい。これにより、基板を洗浄するときに基板保持機構に付着した薬液を洗浄することができる。

【0028】

10

20

30

40

50

本発明の第6の態様によれば、基板保持機構により基板を保持し、上記基板保持機構を基板回転機構により回転させて上記基板を回転させ、回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、上記処理液の供給後に、上記基板を第1の高回転速度で回転させ、第1の高回転速度で回転する基板の少なくとも一面に洗浄液を供給し、該基板に付着した上記処理液を洗浄し、上記基板の少なくとも一面を上記洗浄液で覆った状態で上記基板保持機構及び上記基板回転機構の少なくとも1つに付着した薬液を除去し、回転する基板に洗浄液を供給して上記基板保持機構を洗浄し、任意の時間上記基板を第1の高回転速度と略同一の第2の回転速度で回転させ、上記洗浄液を除去し上記基板を回転させる基板処理方法が提供される。上記洗浄液として、純水、脱気水、ガス溶存水を用いてもよい。

【0029】

これにより、基板保持機構が高速で回転されるので、基板保持機構に付着した薬液を基板の洗浄工程で確実に除去することができる。薬液が基板保持機構から基板上に飛散しても、薬液が基板に付着することが防止される。また、基板保持機構から飛散した薬液が跳ねた際にミストになってこれが基板の表面や裏面に悪影響を及ぼすことが防止される。また、基板保持機構の洗浄工程によって、基板保持機構に付着した薬液を確実に除去することができる。それに加えて、基板の洗浄工程及び基板保持機構の洗浄工程において基板保持機構に付着した薬液が確実に除去される。従って、乾燥工程において基板に薬液が付着することが防止され、基板の汚染が防止される。

【0030】

上記処理液を基板の外周部に供給することで、該基板の外周部に形成された膜を除去してもよい。上記除去される膜を、Cu、Co、Co合金、Ta、Ta-N、W、W-N、Ti、Ti-N、Ni、Ru、P、B、Moのうちのいずれか一つを含む膜、又はCu、Co、Co合金、Ta、Ta-N、W、W-N、Ti、Ti-N、Ni、Ru、P、B、Moのうちのいずれか一つを含む膜を複数積層した膜としてもよい。これにより、基板の膜を処理する途中で、基板保持機構が基板を保持する部分を移動させることができる。従って、基板の外周部に形成された膜を、処理残りの部分を生じさせずに除去することができる。また、膜を除去する処理の途中で基板の保持部を移動させることができるので、附加的な工程なしに、保持部分で基板が処理されないことが防止される。

【0031】

本発明の第7の態様によれば、基板保持機構により基板を保持し、上記基板保持機構を基板回転機構により回転させて上記基板を回転させ、回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、第1の液供給ノズルから薬液を上記基板に供給し、上記第1の液供給ノズルから供給される液体を洗浄液に切替え、上記洗浄液を上記基板に供給し、上記第1の液供給ノズル及びその近傍に洗浄液を供給して該第1の液供給ノズル及びその近傍を洗浄し、上記基板保持機構を回転させ上記基板に付着する液を除去して乾燥する基板処理方法が提供される。

【0032】

これにより、乾燥工程において薬液が基板上へ跳ね返ることが防止される。また、薬液のミストが基板上の膜上に悪影響を与えることが防止される。また、第1の液供給ノズル及び第1の液供給ノズルの近傍を洗浄することができるので、第1の液供給ノズル及び第1の液供給ノズルの近傍に残留する液やそのミストにより基板上の膜に悪影響を与えることがない。

【0033】

上記洗浄液の供給を停止し、上記停止後、上記基板の乾燥前に上記第1の液供給ノズルと該第1の液供給ノズルに接続されたライン内に残留する液を排出してもよい。これにより、乾燥工程において基板とベース部との間に負圧が形成されても、液排出機構により、ノズルや該ノズルに接続されたライン内の液がノズルから飛出することが防止される。従って、基板上に液やミストが付着し基板の膜に悪影響を与えることがない。

【0034】

また、上記基板の乾燥前に第2の液供給ノズルから洗浄液を供給し、上記基板保持機構

10

20

30

40

50

の内壁面と、該基板保持機構が取り付けられたベース部の上面とを洗浄してもよい。これにより、基板保持機構の内面とベース部の上面とを洗浄することができるので、基板の膜への悪影響をより効果的に防止することができる。

【0035】

上記基板の乾燥の際に、上記基板と、該基板保持機構が取り付けられたベース部との間の空間にガス供給ノズルからガスを供給してもよい。これにより、ミスト等が該空間に進入できなくなり、ミストが悪影響を与えることが防止される。このガスにより基板の下面中央部にある液を吹き飛ばすことができる。従って、ガスは、スピンドル乾燥時に振りきりにくい基板の下面中央を乾燥する補助の作用を奏する。

【0036】

上記第1の液供給ノズル及びその近傍の洗浄において、上記ガス供給ノズルから上記基板と上記ベース部との間の空間にガスを供給してもよい。ガスにより液が該空間に侵入することが防止されるので、乾燥工程においてガスを効果的に供給することができる。

【0037】

本発明の上述した目的ならびにその他の目的及び効果は、本発明の好ましい実施形態を一例として図示した添付図面と照らし合わせれば、以下に述べる説明から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

以下、本発明に係る基板処理装置の実施形態について、図1から図16を参照して詳細に説明する。なお、図1から図16において、同一又は相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

【0039】

図1に本発明の第1の実施形態に係る基板処理装置1の概略構成を示す。図1に示すように、この基板処理装置1は、処理対象である半導体ウエハ等の基板Wを回転させる基板回転機構としての回転軸22と、回転軸22の上端部から水平方向外側に放射状に延伸して設けられた複数個のベース部17と、ベース部17の先端部に設けられた基板保持機構14とで構成される基板保持回転機構20を具備している。ベース部17及び基板保持機構14は、複数組（少なくとも3組）設けられており、複数個の基板保持機構14の中央部に基板Wが保持される。

【0040】

基板処理装置1は、回転軸22に取り付けられた駆動装置を有している。基板保持回転機構20は、基板保持機構14により基板Wを保持した状態で回転軸22を中心に基板Wを回転させる。駆動装置は、基板保持回転機構20を任意の加速度で加速／減速させ、目的とする回転速度で回転軸22を回転させる。例えば、Si基板に積層された熱酸化膜、Cuスパッタ膜及び熱酸化膜上に積層されたCuめっき膜を有するSi基板を用いてもよい。熱酸化膜は1000の厚さでもよい。Ta-N膜は300の厚さでもよい。Cuスパッタ膜は1500の厚さでもよい。なお、熱酸化膜はSi基板の表面と裏面の両面に積層され、それ以外の膜は、Si基板の表面にのみ積層されている。

【0041】

基板処理装置1は、基板保持回転機構20の内側中央部付近に配置されたノズル構造体5を備えている。ノズル構造体5は、基板保持機構14に保持された基板Wの裏面側に向かって開口したノズル15と、略水平方向に向かって開口したノズル16とを有する。ノズル構造体5は、回転軸22とは別に構成されており、回転軸22が回転しても回転することはない。ノズル15は基板Wの裏面に基板処理液を供給し、ノズル16は、略扇形状に基板処理液を噴出しベース部17の上面や基板保持機構14の内側（回転軸22側）の面に基板処理液を供給する。

【0042】

また、ノズル15には、基板洗浄液を供給する薬液ライン31, 32と、他の薬液を供給する薬液ライン33とが接続されており、これら薬液ライン31, 32, 33に設けた

10

20

30

40

50

バルブ 31a, 32a, 33a をそれぞれ開閉することで、ノズル 15 から供給される基板処理液の種類を切り替えることができる。このようにして、バルブ 31a, 32a, 33a は、ノズル 15 に供給される基板処理液を切り替えるための切替装置として作用する。また、ノズル 16 には基板洗浄液を供給する液供給ライン 34 が接続されており、この液供給ライン 34 にはバルブ 34a が設けられている。ここで、基板洗浄液としては、一般に DIW (純水) 又はガス溶存水が使用されるが、他の薬液を使用して洗浄を行う場合もある。

【0043】

基板処理装置 1 はまた、基板保持回転機構 20 を洗浄液で洗浄する基板保持回転機構 20 の外側に設置されたノズル 18 を備えている。このノズル 18 は、その先端部から略扇形状に噴射された洗浄液を、基板保持機構 14 の外側 (回転軸 22 と反対側) の面とベース部 17 の外側の面に供給することでこれらの面を洗浄する。なお、ノズル 18 には、バルブ 37a を取り付けた洗浄液ライン 37 が接続されている。

【0044】

基板処理装置 1 は更に、基板保持回転機構 20 の上方に設置されたノズル 11 及び 12 を備えている。ノズル 11 は基板 W の表面に洗浄液を供給し、ノズル 12 は基板 W の表面に薬液を供給する。ノズル 11 はバルブ 35a が設けられた液供給ライン 35 に接続されている。ノズル 12 はバルブ 36a が設けられた液供給ライン 36 に接続されている。これらノズル 11 と 12 とから供給される洗浄液及び薬液の流量はそれぞれ、バルブ 35a と 36a の開度を調整することで多段階に切り替えることができる。

【0045】

基板処理装置 1 には、基板 W に供給された基板処理液が飛散するのを防止する飛散防止カップ 13 が設置されている。飛散防止カップ 13 は基板保持回転機構 20 を囲むように設置されている。飛散防止カップ 13 は上下方向に移動し、図 1 に示す位置、即ち基板保持機構 14 と略同じ高さの位置にあるときは、主にその傾斜部 13a で基板保持回転機構 20 及び基板 W から飛散する基板処理液を受け止める。

【0046】

図 1 に示すように、基板処理装置 1 は、飛散防止カップ 13 の外側に設置されたアーム部 23 を備えている。アーム部 23 は揺動及び上下動自在に構成されている。このアーム部 23 の先端部に、基板 W に基板処理液を供給するエッジノズル 19 が取り付けられている。アーム部 23 は、エッジノズル 19 を所望の位置に移動させることができ、例えば、エッジノズル 19 を基板 W の上部に位置させて基板 W の任意の場所に基板処理液を供給したり、エッジノズル 19 を飛散防止カップ 13 の外側に待避させたりすることができる。なお、エッジノズル 19 には、バルブ 38a を取り付けた液供給ライン 38 が接続されている。

【0047】

また、回転軸 22 は N₂ バルブ 39a が設けられた N₂ ガス供給ライン 39 に接続されている。基板 W の処理中は、N₂ バルブ 39a を開いて N₂ ガス供給ライン 39 から N₂ ガスを供給することで、基板 W の処理中に、基板洗浄液や薬液等の基板処理液が回転軸 22 内に入り込むのを防いでいる。

【0048】

以下、基板保持機構 14 の構成について詳細に説明する。図 2A 及び図 2B は基板保持機構 14 の 1 つを示す部分拡大図で、図 2A は基板保持機構 14 の平面図であり、図 2B は図 2A の A-A 部分概略断面図である。図 2A 及び図 2B に示すように基板保持機構 14 は、本体部 25 上部の回転軸 22 側に形成された水平面 25a 及び、基板 W を載置する水平面 25a 上に設置された凸部 25c を有する本体部 25 を備えている。また、本体部 25 には、互いに所定の間隔をおいて対面する一対の側板部 25b, 25b が形成され、これら側板部 25b, 25b の間に支軸 29 が水平に掛け渡され、この支軸 29 が爪部 27 に挿通されており、爪部 27 は支軸 29 を中心として回動自在に取り付けられている。

【0049】

10

20

30

40

50

爪部 27 の支軸 29 が挿通された位置は、爪部 27 の支軸 29 よりも下側に位置する下部 27a の質量が、爪部 27 の支軸 29 よりも上側に位置する上部 27b の質量よりも大きくなる位置となっている。基板保持回転機構 20 が回転する際、基板保持機構 14 が図 2A に示す B 方向に回転し、この回転速度が加速していくと、爪部 27 に遠心力が働き、爪部 27 は支軸 29 を中心として図 3A に示す方向、即ち、爪部 27 の上部 27b に設けられた押え部 28 が基板 W の上面に当接する方向に回動する。そして、図 3B に示すように、凸部 25c に載置された基板 W を、押え部 28 が凸部 25c の上側から挟み込んでこれを保持する。

【0050】

押え部 28 が基板 W を押え込む力、即ち基板保持機構 14 が基板 W を保持する保持力は、基板保持回転機構 20 の回転速度によって決まり、基板保持回転機構 20 の回転速度が大きくなるほど基板保持機構 14 の保持力が大きくなる。従って、基板保持回転機構 20 の回転速度を加速するに従って、押え部 28 及び凸部 25c と基板 W との当接部分に生じる静止摩擦力又は最大摩擦力又は動摩擦力等の摩擦力が増加することとなる。

【0051】

次に、基板保持機構 14 で保持された基板 W を保持する保持位置を移動させる方法について説明する。まず、図 2A 及び図 2B に示すように、基板保持機構 14 の凸部 25c に基板 W を載置し、その状態で基板保持機構 14 を回転させる。基板保持機構 14 の回転速度を上げていくと、爪部 27 は次第に図 3A の矢印 C に示した方向に回動し始め、図 3B に示すように、押え部 28 が基板 W を基板 W の上側から押え込むことで、押え部 28 と凸部 25c とで基板 W が保持される。このとき基板保持機構 14 で保持された基板 W は、基板保持機構 14 と一緒に回転する。更に基板保持機構 14 の回転速度を上げていくと、基板保持機構 14 が基板 W を保持する保持力が増加する。ここで、所望の保持力になるまで基板保持機構 14 の回転速度を上げた後、基板保持機構 14 の回転速度（これを、以下「初期回転速度」という）を一定に保つ。

【0052】

初期回転速度からの基板保持機構 14 の回転速度の変化の例を図 4A から図 4C、図 5A 及び図 5B に示す。まず、図 4A に示すように、初期回転速度 N_0 （図 4A の場合、350 rpm）で回転する基板保持機構 14 の回転速度を、基板 W に生じる慣性力が、押え部 28 及び凸部 25c と基板 W との当接部分に生じる静止摩擦力（最大摩擦力）よりも大きな値となるような加速度 a_1 （図 4A では 1000 rpm/s）で加速させて、基板保持機構 14 の回転速度 N_1 （図 4A では 400 rpm）に加速することで、押え部 28 及び凸部 25c と基板 W との当接部分にすべりを生じさせて、押え部 28 が基板 W を保持している保持位置を移動させる。このとき、基板保持機構 14 に対する基板 W の相対回転速度が変化し、基板 W は、基板保持機構 14 に対して相対的に移動を始める。その後、押え部 28 及び凸部 25c と基板 W との当接部分に生じる動摩擦力によって、次第に基板 W の基板保持機構 14 に対する相対回転速度が減速してゆき、所定時間経過後には、再び基板 W の回転速度と基板保持機構 14 の回転速度は同じ回転速度 N_1 になり、基板 W は当初の保持位置と異なる位置で保持された状態で、基板保持機構 14 と一緒に回転する。

【0053】

また、一方で図 5A に示すように、初期回転速度 n_0 （図 5A の場合 400 rpm）で回転する基板保持機構 14 の回転速度を、基板 W に生じる慣性力が、押え部 28 及び凸部 25c と基板 W との当接部分に生じる静止摩擦力（最大摩擦力）よりも大きな値となるような加速度 a_1 （図 5A では -1000 rpm/s）で減速させて、回転速度 n_1 （図 5A では 350 rpm）にすることで、押え部 28 及び凸部 25c と基板 W との当接部分にすべりが生じて、押え部 28 が基板 W を保持している保持位置が、前記した加速度 a_1 で回転速度を加速させた場合とは逆の方向に移動する。この場合も、基板保持機構 14 に対して相対的に移動を始めた基板 W は、その後、押え部 28 及び凸部 25c と基板 W との当接部分に生じる動摩擦力によって、次第に基板保持機構 14 に対する相対速度が減速していく。所定時間経過後には、基板 W と基板保持機構 14 の回転速度は同じ回転速度 n_1 に

10

20

30

40

50

なり、基板Wは当初の保持位置と異なる位置で保持された状態で、基板保持機構14と一緒に回転する。

【0054】

また、基板保持機構14の回転速度を変化させた後、基板Wの回転速度が基板保持機構14と同じ回転速度に達するのに時間がかかる場合は、基板保持機構14の回転速度は次のように制御してもよい。図4B、図5Bに示すように、加速度₁及び加速度₁で基板保持機構14の回転速度を回転速度N₁又は回転速度n₁に加速又は減速させる。回転速度N₁又は回転速度n₁を一定に保って所定の時間(保持時間T₁とする)回転させた後、再び基板保持機構14の回転速度を加速度₂(図4Bの場合-100 rpm/s)又は加速度₂(図5Bの場合100 rpm/s)で減速又は加速させて、初期回転速度N₀又はn₀に等しい回転速度N₂又はn₂にする。このように、一度、加速又は減速させた基板保持機構14の回転速度を、その後、減速又は加速させて初期回転速度に一致させ、あるいは近づけることで、より早く基板Wの回転速度を基板保持機構14と同じ回転速度にすることができる。

【0055】

また、特に基板保持機構14の回転速度を加速させた際には、基板Wに押え部28と凸部25cとの当接部分に生じる摩擦力(動摩擦力)がかからっても、基板Wの相対回転速度が減速していく場合もある。このときには、図4Cに示すように、基板保持機構14の回転速度を初期回転速度N₀から加速度₁で加速させた後、すぐに加速度₂で減速させて、初期回転速度N₀以下の回転速度N₁で一定に保つことで、速やかに基板Wの回転速度を基板保持機構14の回転速度と同じ回転速度にすることができる。

【0056】

また、基板Wの回転速度と基板保持機構14の回転速度とが異なることで、基板保持機構14による保持位置がずれているときに、基板保持機構14の凸部25cや押え部28と基板Wとの接触部分に基板処理液が入り込むと、押え部28や凸部25cと基板Wとの当接部分に生じる摩擦力が小さくなってしまう場合がある。そこで、速やかに基板Wを基板保持機構14と同じ回転速度にするためには、所定のタイミングにおいて、ノズル15, 16, 11, 12等からの基板処理液の供給を停止すればよい。例えば、基板保持機構14の回転速度を加速させると同時に、ノズル15から基板Wの裏面への基板処理液の供給を停止すれば、基板保持機構14の回転速度に対する基板Wの回転速度が変化するときに凸部25cや押え部28と基板Wとの接触部分に基板処理液が入り込まないので、この接触部分における摩擦力を大きくすることができる。その結果、基板保持機構14の回転速度と基板Wの回転速度を速やかに同じ回転速度にすることができる。基板処理液の供給の停止は、必ずしも基板保持機構14の回転速度を加速させるのと同時にないともよい。基板保持機構14の回転速度を加速させた後、それ以後においてノズル15から基板Wの裏面への基板処理液の供給を停止してもよい。

【0057】

なお、基板保持機構14の回転速度に対する基板Wの相対回転速度を変化させる方法は上記に限られるのではなく、例えば、基板保持回転機構20の初期回転速度が低い場合は、押え部28が基板Wに当接せずに、基板Wが押え部28で保持されていない状態で回転するが、この場合には、基板Wの裏面に、ノズル15から基板処理液を供給することで、供給された処理液が基板Wに対する抵抗となり、基板保持機構14の回転速度に対する基板Wの相対回転速度を変化させることができる。また、ノズル15から基板Wの裏面に供給する基板処理液の流量及び流速を大きくして、基板Wを持ち上げて、凸部25cと基板Wの間に隙間を作ることで、基板保持機構14の回転速度に対する基板Wの相対回転速度を低くすることもできる。

【0058】

以上のような、初期回転速度N₀又はn₀、初期回転速度N₀又はn₀から加速度₁又は₁で変化させた後の回転速度N₁又はn₁、回転速度N₁又はn₁の保持時間である保持時間T₁や、回転速度N₁又はn₁から加速度₂又は₂で変化させた後の回転

10

20

30

40

50

速度 N_2 又は n_2 、回転速度 N_2 又は n_2 の保持時間である保持時間 T_2 等の条件により定まる基板保持機構 14 の回転動作や、基板処理液の供給を停止させるタイミングや、基板 W に形成される膜種や、基板 W の処理条件等に応じて、基板保持機構 14 で基板 W を保持する保持位置が移動する移動量についてのデータベースを構築すれば、このデータベースを用いることで、所望の移動量を得るために必要な回転動作を割り出すことができ、その条件で基板保持機構 14 を回転させて基板 W を処理することができる。

【0059】

また、図 1 に示すように、基板処理装置 1 はノッチ / オリエンテーションフラットセンサー 21 を備えてもよい。ノッチ / オリエンテーションフラットセンサー 21 は、基板 W の処理中に、基板 W のノッチ / オリエンテーションフラット位置の移動有無、及びその移動量を計測することもできる。また、基板処理の工程中に、基板保持位置の所望の移動量が得られなかった場合には、予め設定された回数だけ上記した基板保持機構 14 の回転速度を変化させる動作を繰り返し、その後、所望の移動量が得られたかどうかの判定をする作業を繰り返すこともできる。更に、警報機（図示せず）を設けて、上記判定の結果所望の移動量が得られなかった場合には、警報を発するように構成することもできる。

【0060】

上述したように、基板保持機構 14 の回転速度に対する基板 W の相対的な回転速度を変化させることで、基板保持機構 14 が基板 W を保持する保持位置を移動させ、またその保持位置の移動量を所望の移動量に設定することができる。

【0061】

次に、上述した基板処理装置 1 を用いた基板処理の工程例を説明する。この例では、基板 W の洗浄とベベル部分（エッジ部及びその近傍）のエッチングを行う場合について、図 6 に示すフローチャートと、図 1 、図 6 乃至図 9 とを用いて説明する。

【0062】

まず、基板処理装置 1 の飛散防止カップ 13 を、図 7 に示す位置まで下降させて、その状態で、ロボットハンド（図示せず）等で基板 W を搬送して基板保持機構 14 の中央部に落とし込む。これにより基板 W を凸部 25c 上に載置する（STEP1）。

【0063】

飛散防止カップ 13 を上昇させて、図 1 に示す位置に移動する（STEP2）。

【0064】

基板保持回転機構 20 を回転させて、基板保持機構 14 及びその上に載置された基板 W を初期速度 350 rpm で回転させる。このとき、初期速度に達するまでの基板保持回転機構 20 の加速度を、400 rpm / s に設定する。この加速度では、基板 W の自重により基板 W と凸部 25c との間に生じる静止摩擦力（最大摩擦力）の方が、基板 W に生じる慣性力よりも大きいので、基板保持機構 14 による基板 W の保持部分が基板保持機構 14 からすべることはなく、基板 W の回転速度は基板保持機構 14 の回転速度に対して相対的に変化しない。そして、基板 W が回転速度 350 rpm で回転している状態で、ノズル 12 から基板 W の表面に薬液として硫酸を供給し、また、ノズル 15 から基板 W の裏面に薬液として硫酸と過酸化水素水の混合液を供給して、基板処理を行う（STEP3）。

【0065】

同じく基板 W が回転速度 350 rpm で回転している状態で、アーム部 23 を上方に移動し、エッジノズル 19 を飛散防止カップ 13 よりも高い位置に移動させた後、アーム部 23 の軸を回転させて基板 W の上部にエッジノズル 19 を移動させる。更に、エッジノズル 19 を基板 W の上面から 2 cm 程度の高さに移動させ、図 8 に示す状態にする。この位置で、エッジノズル 19 から薬液として過酸化水素水を基板 W の外周部に供給する。詳細にはその供給位置は、基板 W の端部（外周端部）から内側に 3 mm 以内の位置とし、これにより、基板 W の端部より内側 3 mm までの部分を、ノズル 12 から供給される硫酸と、エッジノズル 19 から供給される過酸化水素水との混合液で処理することで、この部分に形成された Cu 膜をエッチングする（STEP4）。なお、この状態では、基板 W の、基板保持機構 14 で保持された保持部分には処理液が供給されないため、この保持部分の工

10

20

30

40

50

ツチング処理は行われない。

【0066】

ノズル12で供給する硫酸と、エッジノズル19で供給する過酸化水素水との混合液を所定の時間供給した後、基板保持機構14による基板Wの保持位置を移動させるため、これら薬液を供給し続けた状態で、基板保持機構14の回転速度を400rpmに上げる。このとき、基板保持機構14の回転速度の加速度は1000rpm/sとする。この動作によって基板保持機構14が基板Wを保持する保持部分にすべりが生じて、当初に基板保持機構14で基板Wを保持していた保持位置が移動するので、基板処理液は基板Wの全表面及び全側面に供給されることとなる。なお、基板Wの回転速度は、所定時間経過後に基板保持機構14の回転速度と同じ回転速度である400rpmまで上昇し、再び基板Wは基板保持機構14と一緒に回転する(STEP5)。

10

【0067】

更に基板Wに所定の時間薬液を供給した後、ノズル12からの薬液の供給を停止し、ノズル11から洗浄液であるDIWを基板Wに供給すると共に、ノズル15から、硫酸と過酸化水素水の混合液に代えて、洗浄液であるDIWを供給する。また、アーム部23を上下動及び揺動させることにより、エッジノズル19を飛散防止カップ13の外部まで移動させ、図1に示す位置に待避させる(STEP6)。

【0068】

そして、飛散防止カップ13を下降させて、図9に示す位置に移動させる(STEP7)。このとき、基板Wや基板保持機構14に付着した基板処理液が、飛散防止カップ13に飛んでその内壁部で跳ねが生じることを少なくするために、基板保持回転機構20の回転速度は100rpm~300rpm程度とすることが望ましい。

20

【0069】

飛散防止カップ13の移動が完了した後、ノズル18からDIWを供給し、基板保持機構14の外側面、及びベース部17の外側面を洗浄する。また、ノズル16からDIWを供給し、ベース部17の上面、及び基板保持機構14の回転軸22側の面(内側面)を洗浄する。また、ノズル15に接続された薬液ライン31からのDIWの供給を停止し、薬液ライン32からDIWの供給を行う。薬液ライン32からDIWを供給する流量及び流速は、DIWが基板Wの裏面に到達しない程度の流量、流速とし、これによりノズル15、ノズル16自体をDIWで洗浄する(STEP8)。

30

【0070】

上記の洗浄処理を所定時間行った後、飛散防止カップ13を再び図1に示す位置まで上昇させる(STEP9)。

【0071】

そして、ノズル11, 15, 16, 18からのDIWの供給を停止し、基板保持回転機構20の回転速度を2000rpmに上げて基板Wのスピンドル乾燥を行う。このとき、回転速度が2000rpmに達するまでの基板保持機構14の回転速度の加速度を400rpm/sとし、この加速度では基板保持機構14による基板Wの保持部分に基板保持機構14からのすべりが生じないので、基板Wの回転速度は、基板保持機構14の回転速度に対して相対的に変化することはない。また、STEP8で供給したDIWにより、飛散防止カップ13の内壁や、基板保持回転機構20はすでに洗浄されているため、基板Wは、薬液の影響のない状態でスピンドル乾燥される(STEP10)。

40

【0072】

所定の時間スピンドル乾燥を行った後、基板保持回転機構20の回転を止めて基板Wの回転を停止させ、基板Wの処理を終了する。このとき、基板保持回転機構20を停止させるまでの基板保持回転機構20の加速度は-400rpm/sとし、この加速度では基板保持機構14による基板Wの保持部分に基板保持機構14からのすべりが生じないので、基板Wの回転速度は、基板保持機構14の回転速度に対して相対的に変化することはない。基板Wの回転が停止したら、飛散防止カップ13を図7に示す位置まで下降させ、ロボットハンドで基板Wを取り出す(STEP11)。

50

【0073】

上記一連の工程により、基板W上面の外周端部から内側3mmまでの部分と、基板Wの側面とに形成されたCu膜のエッティングと、基板Wの裏面の洗浄とを行うことができる。また、基板Wの表面に供給した硫酸により、基板Wの表面に形成されたCu膜の表面に薄く存在するCu酸化膜を除去することができる。なお、このCu酸化膜の除去が不要な場合は、STEP3で、ノズル12から硫酸を供給する工程に代えて、ノズル11からDIWを供給し、STEP4で、エッジノズル19から過酸化水素水を供給する代わりに硫酸と過酸化水素水の混合液を供給してもよい。

【0074】

なお、上記した基板Wの外周部に形成された除去される不必要な膜はCu膜に限定されない。例えば本発明では、Co、Co-W-PやCo-W-B等のCo合金、Ta、Ta-N、W、W-N、Ti、Ti-N、Ni、Ru、P、B及びMoのうちのいずれか1つを含む膜、又はこれらのうちのいずれか1つを含む複数積層した膜であってもよい。

【0075】

次に、基板処理装置1を用いた基板処理の他の工程を説明する。ここでは、基板Wの洗浄とペベル部分（エッジ部及びその近傍）のエッティングを行う場合について、図10に示すフローチャートと、図1、図7乃至図9とを用いて説明する。

【0076】

まず、基板処理装置1の飛散防止カップ13を図7に示す位置まで下降させて、その状態で、ロボットハンド（図示せず）等で基板Wを搬送して基板保持機構14の中央部に落とし込む。これにより基板Wを基板保持機構14の凸部25c上に載置する（STEP1）。

【0077】

飛散防止カップ13を上昇させて、図1に示す位置に移動する（STEP2）。

【0078】

基板保持回転機構20を回転させて、基板保持機構14及びその上に載置された基板Wを初期速度350rpmで回転させる。このとき、初期速度に達するまでの基板保持回転機構20の加速度を、400rpm/sに設定する。この加速度では、基板Wの自重により基板Wと凸部25cとの間に生じる静止摩擦力（最大摩擦力）の方が、基板Wに生じる慣性力よりも大きいので、基板保持機構14による基板Wの保持部分が基板保持機構14からすべることがなく、基板Wの回転速度は、基板保持機構14の回転速度に対して相対的に変化することはない。そして、基板Wが回転速度350rpmで回転している状態で、ノズル12から基板Wの表面に薬液として硫酸を供給し、また、ノズル15から基板Wの裏面に薬液として硫酸と過酸化水素水の混合液を供給して基板処理を行う（STEP3）。

【0079】

基板Wが回転速度350rpmで回転している状態で、アーム部23を上方に移動し、エッジノズル19を飛散防止カップ13よりも高い位置に移動させた後、アーム部23の軸を回転させて基板Wの上部にエッジノズル19を移動させる。更に、エッジノズル19を基板Wの上面から2cm程度の高さに移動させ、図8に示す状態にする。この位置で、エッジノズル19から薬液として過酸化水素水を基板Wの外周部に供給する。その供給位置は、詳細には、基板Wの端部（外周端部）から内側に3mm以内の位置とし、これにより、基板Wの端部より内側3mmまでの部分を、ノズル12から供給される硫酸と、エッジノズル19から供給される過酸化水素水との混合液で処理することで、この部分に形成されたCu膜をエッティングする（STEP4）。なおこの状態では、基板Wの、基板保持機構14で保持された保持部分には処理液が供給されないため、この保持部分のエッティング処理は行われない。

【0080】

ノズル12で供給する硫酸と、エッジノズル19で供給する過酸化水素水との混合液を所定の時間供給した後、基板保持機構14による基板Wの保持位置を移動させるため、こ

10

20

30

40

50

れら薬液を供給し続けた状態で、基板保持機構 14 の回転速度を 400 r p m に上げる。このとき、基板保持機構 14 の回転速度の加速度は 1000 r p m / s とする。この動作によって基板保持機構 14 が基板 W を保持する保持部分にすべりが生じて、当初に基板保持機構 14 で基板 W を保持していた保持位置が移動するので、基板処理液は基板 W の全表面及び全側面に供給されることとなる。なお、基板 W の回転速度は、所定時間経過後に基板保持機構 14 の回転速度と同じ回転速度である 400 r p m まで上昇し、再び基板 W は基板保持機構 14 と一体に回転する (S T E P 5)。

【 0 0 8 1 】

基板 W に所定の時間薬液を供給した後、ノズル 11 から洗浄液である D I W の供給を開始し、その後、ノズル 12 からの薬液の供給を停止する。ここでは、基板 W の表面が露出した状態になることを防止するため、ノズル 11 から洗浄液である D I W の供給を開始した後で、ノズル 12 からの薬液の供給を停止することが望ましい。一方、ノズル 15 から、硫酸と過酸化水素水の混合液に代えて、洗浄液である D I W を供給する。また、アーム部 23 を上下動及び揺動させることにより、エッジノズル 19 を飛散防止カップ 13 の外部まで移動させ、図 1 に示す位置に待避させる (S T E P 6)。

【 0 0 8 2 】

基板 W の表面及び裏面にノズル 11 及び 15 から所定の時間 D I W を供給し、基板 W の表裏面に付着した薬液をそれぞれ洗浄する。また、ノズル 16 から D I W を供給し、ベース部 17 の上面、及び基板保持機構 14 の回転軸 22 側の面（内側面）を洗浄する。更に、ノズル 15 に接続された薬液ライン 31 からの D I W の供給を停止し、薬液ライン 32 から D I W の供給を行う。この薬液ライン 32 から D I W を供給する流量及び流速は、D I W が基板 W の裏面に到達しない程度の流量、流速とし、これによりノズル 15 及び 16 自体を D I W で洗浄する (S T E P 7)。

【 0 0 8 3 】

基板 W の表面及び裏面に D I W を供給している状態で、基板保持回転機構 20 の回転速度を 2000 r p m に上げる (S T E P 8 - 1)。これにより基板保持機構 14 に付着した薬液を振り飛ばして除去することができる。このとき、基板 W の表面及び裏面にはそれぞれノズル 11 及びノズル 15 から D I W が供給されていることで、該基板 W の表裏面は D I W によって覆われており、基板保持機構 14 から基板 W に振り飛ばされた薬液が基板 W に向かって跳ねても、これが基板 W の表面及び裏面に付着することを防止できる。また、基板保持機構 14 から飛散した薬液が飛散防止カップ 13 等に当たって跳ね返った際にこれがミスト状になって基板 W の表面や裏面に悪影響を及ぼすことを防止できる。なおここでは、基板保持回転機構 20 の回転速度は、後述するスピン乾燥工程における基板保持回転機構 20 の回転速度と等しい回転速度である 2000 r p m とした。このように、洗浄工程において、任意の時間スピン乾燥工程と同程度の高い回転速度で基板保持回転機構 20 を回転させることによって、基板保持機構 14 に付着した薬液を確実に振り飛ばして除去することができる。

【 0 0 8 4 】

基板 W の表面及び裏面に D I W を供給している状態で、基板保持回転機構 20 の回転速度を 50 r p m に落とす (S T E P 8 - 2)。この回転速度では、基板 W に供給された D I W が基板保持機構 14 を伝って流れため、基板保持機構 14 に付着した薬液を D I W によって洗浄して落とすことができる。

【 0 0 8 5 】

S T E P 8 - 1 と S T E P 8 - 2 の工程は、いずれか片方のみを行ってもよいし両方を行っても良い。S T E P 8 - 1 と S T E P 8 - 2 の工程の両方を行う場合はその順序は上記に限定されず、S T E P 8 - 2 の工程を S T E P 8 - 1 の工程より先に行ってもよい。

【 0 0 8 6 】

次に、基板保持回転機構 20 の回転速度を 100 r p m と加速し、その後飛散防止カップ 13 を図 9 に示す位置に移動させる (S T E P 9)。このとき、基板 W や基板保持機構 14 に付着した基板処理液が、飛散防止カップ 13 に飛んでその内壁部で跳ねが生じるこ

10

20

30

40

50

とを少なくするために、基板保持回転機構 20 の回転速度は 100 r p m ~ 300 r p m 程度とすることが望ましい。飛散防止カップ 13 が図 9 に示す位置にあると、飛散防止カップ 13 の内壁上部で、基板 W や基板保持機構 14 から飛んだ D I W を飛散防止カップ 13 が受け止める。このとき、適切な基板 W の回転速度や D I W の流量を設定することで、飛散防止カップ 13 の上部内壁で受け止められた D I W が飛散防止カップ 13 の内壁の下方に流れて行き、飛散防止カップ 13 の内壁を洗浄することができる。

【 0 0 8 7 】

所定の時間 D I W による洗浄を行った後、飛散防止カップ 13 を図 1 に示す位置に移動させる (S T E P 1 0) 。

【 0 0 8 8 】

そして、ノズル 11, 15, 16 からの D I W の供給を停止し、基板保持回転機構 20 の回転速度を 2000 r p m に上げてスピン乾燥を行う (S T E P 1 1) 。このとき、 S T E P 6 ~ S T E P 9 で供給した D I W により、飛散防止カップ 13 の内壁や基板保持回転機構 20 はすでに洗浄されているため、基板 W は、薬液の影響のない状態でスピン乾燥される。

【 0 0 8 9 】

所定の時間スピン乾燥を行った後、基板保持回転機構 20 の回転を止めて基板 W の回転を停止させ、基板 W の処理を終了する。基板 W の回転が停止したら、飛散防止カップ 13 を図 7 に示す位置まで下降させ、ロボットハンドで基板 W を取り出す (S T E P 1 2) 。

【 0 0 9 0 】

上記一連の工程により、基板 W 上面の外周端部から内側 3 mmまでの部分と、基板 W の側面とに形成された Cu 膜のエッティングと、基板 W の裏面の洗浄とを行うことができる。また、基板 W の表面に供給した硫酸により、Cu 膜の表面に薄く存在する Cu 酸化膜を除去することができる。なお、この Cu 酸化膜の除去が不要な場合は、 S T E P 3 で、ノズル 12 から硫酸を供給する工程に代えて、ノズル 11 から D I W を供給し、 S T E P 4 で、エッジノズル 19 から過酸化水素水を供給する代わりに硫酸と過酸化水素水の混合液を供給してもよい。

【 0 0 9 1 】

なお、基板 W の外周部に形成された除去される不必要な膜は Cu 膜に限定されない。例えば本発明では、 Co 、 Co - W - P や Co - W - B 等の Co 合金、 Ta 、 Ta - N 、 W 、 W - N 、 Ti 、 Ti - N 、 Ni 、 Ru 、 P 、 B 及び Mo のうちのいずれか 1 つを含む膜、又はこれらのうちのいずれか 1 つを含む膜を複数積層した膜であってもよい。

【 0 0 9 2 】

上記した工程によれば、 S T E P 8 - 1 の洗浄工程において、基板 W の表面及び裏面に D I W を供給してこれを覆いながら基板保持機構 14 を高速で回転させて、基板保持機構 14 に付着した薬液を確実に振り落とすことができ、且つ基板 W の表裏面が薬液で汚染されることを防止できる。これにより、 S T E P 1 1 のスピン乾燥の工程では、基板保持機構 14 に付着した薬液は既に落とされているため、基板 W が薬液で汚染されるおそれがなくなる。よって、基板 W の洗浄工程と乾燥工程とを同一の装置で行うことが可能となり、基板処理装置のフットプリントの増加を防止できると共に、基板処理装置のスループットを増加させることができる。なお、上記した洗浄液としては、純水、脱気水、ガス溶存水等を用いるとよい。

【 0 0 9 3 】

図 1 1 は本発明の第 2 の実施形態における基板処理装置 101 の側面図、図 1 2 は図 1 1 に示す基板処理装置 101 の基板保持機構（基板保持チャック） 114 とベース部（チャック保持ベース） 117 を示す平面図である。基板処理装置 101 には、円板状のベース部 117 、ベース部 117 の外周近傍（ベース部 117 の外周から所定寸法内側）に半導体ウエハ等の基板 W を保持する基板保持機構 114 を 3 個以上（図 1 2 では 4 個）、及びベース部 117 の中央部に設置された回転軸 122 が配置されている。ベース部 117 は、駆動機構（図示せず）により回転軸 122 を中心に基板 W を基板保持機構 114 によ

10

20

30

40

50

って保持した状態で回転できるようになっている。ベース部 117 は、基板 W よりやや大きく該基板 W の下面全面を被うようになっている。これにより、高速回転により基板 W の乾燥を行う際、基板 W から振り切られた液がベース部 117 に跳ね返り基板 W の下面に付着するのを抑制できるようになっている。

【 0 0 9 4 】

基板処理装置 101 は、バルブ V1 が設置された薬液ライン L1 に接続された薬液供給ノズル 112 と、バルブ V2 が設置された純水ライン L2 に接続された洗浄液供給ノズル 111 を備えている。バルブ V1 を開いて薬液供給ノズル 112 に薬液 151 を供給することにより、基板 W の上面に薬液供給ノズル 112 から薬液 151 が供給されるようになっており、バルブ V2 を開いて洗浄液供給ノズル 111 に純水 (D I W) 152 を供給することにより、基板 W の上面に純水 152 が供給されるようになっている。

【 0 0 9 5 】

基板処理装置 101 はまた、回転軸 122 を貫通するノズル構造体 105 を備え、該ノズル構造体 105 は基板 W の下方に位置するベース部 117 の中央部に配置されている。ノズル構造体 105 は、ノズル 115, 116, 170 を具備する。ノズル 115 にはバルブ V3 が設置された薬液ライン L3、バルブ V5 が設置された純水ライン L5、及びバルブ V4 が設置された排水ライン L4 に接続されている。それぞれ薬液 153、純水 154 が薬液ライン L3 及び純水ライン L5 を介してノズル 115 に供給できるようになっている。ノズル 116 はバルブ V6 が設置された純水ライン L6、及びバルブ V7 が設置された排水ライン L7 に接続されている。純水 156 は純水ライン L6 を介してノズル 116 に供給されるようになっている。排水ライン L7 は排水配管 154 に接続されている。ノズル 170 はバルブ V8 が設置されたガスライン L8 に接続されている。N₂ ガス 158 はガスライン L8 を介してノズル 170 に供給されるようになっている。回転軸 122 とノズル構造体 105 の間の隙間 161 はバルブ V9 が設置されたバージガス供給ライン L9 に接続されている。N₂ ガス 159 はバージガス供給ライン L9 を介してバージガスとして隙間 161 に供給されるようになっている。

【 0 0 9 6 】

また、基板保持機構 114 とベース部 117 を囲むように配置された飛散防止カップ 113 が配置され、該飛散防止カップ 113 の上端部にはノズル 118 が取り付けられている。該ノズル 118 は、バルブ V10 が設置された純水ライン L10 に接続されている。該ノズル 118 には純水ライン L10 を介して純水 160 が供給されるようになっている。

【 0 0 9 7 】

ノズル 115 にはバルブ V3 及び V5 により薬液 153 及び純水 154 を切り替えて供給することにより、該ノズル 115 から薬液 153 及び純水 154 を基板 W の下面に切り替えて供給できるようになっている。液体（主に純水 154）は基板 W に到達しない流量でノズル 115 から供給される。また、なお、液が基板 W に到達しない流量とは、該液がノズル 115 から基板 W に直接吹き付けることなく、あるいはノズル 115 から溢れ出される程度の単位時間当りの流量を言う。これにより、液がノズル構造体 105 の上面に伝わって流れることができるように、ノズル構造体 105（ノズル 115 及びその近傍）を洗浄することができる。更に、ノズル 115 はバルブ V4 を介して排水配管 155 とも接続されており、バルブ V3 及び V5 を閉じ、バルブ V4 のみを開くことで、ノズル 115 及び該ノズル 115 に接続されたライン内に残留する液を排水配管 155 へ排出できる。

【 0 0 9 8 】

本実施形態では、ノズル 115 に接続されたライン（薬液ライン L3、純水ライン L5、排水ライン L4）内とノズル構造体 105 を洗浄することを特徴としている。そのためバルブ V3 を開いて薬液ライン L3 を通して薬液 153 をノズル 115 に供給し、該ノズル 115 から薬液 153 を基板 W に供給し、次にノズル 115 に接続されたライン内の液を抜くためバルブ V3 を閉じ、バルブ V4 を開とする。これによりノズル 115 に接

10

20

30

40

50

続されたライン内の薬液 153 は速やかに排水配管 155 に排出できる。次にバルブ V4 を開いたままバルブ V5 を聞く。これにより、純水ライン L5 と薬液ライン L3 の分岐点 P から排水ライン L4 へと純水 154 が流すことができ、ライン内を洗浄することができる。更にバルブ V5 を開いたままバルブ V4 を閉じることで、純水ライン L5 と薬液ライン L3 の分岐点 P からノズル 115 へ純水 154 を流すことができ、該ライン内を洗浄することができる。

【0099】

ここで、ノズル 115 から出る純水 154 を基板 W の下面に到達しない流量で供給することで、ノズル 115, 116, 170 を具備するノズル構造体 105 を洗浄することができる。先に純水ライン L5 と薬液ライン L3 の分岐点 P を洗浄しておくことが重要であり、分岐点 P の洗浄を行わない場合、ノズル 115 からは僅かな薬液 153 を含む純水 154 が供給され続けることになる。

10

【0100】

また、基板 W をスピンドル乾燥させる前に、ノズル 115 につながるバルブ V4 のみを開いておくことで、ノズル 115 及びそれに接続されるライン内の液を排水配管 155 を通して排出できる。スピンドル乾燥などの高速回転時に基板 W とベース部 117 の間が負圧になって、ノズル 115 及びそれに接続されているライン内の液が飛出することなく、良好に基板 W を乾燥することができる。逆に、ノズル 115, 116, 170 を有するノズル構造体 105 に薬液が残留しているとスピンドル乾燥時に基板 W とベース部 117 の間が負圧になり、薬液が飛散し基板に付着する問題が発生することがある。

20

【0101】

ノズル 116 からは液をスプレー状に供給することができ、バルブ V7 を閉じ、バルブ V6 を聞くことにより、純水ライン L6 を通してノズル 116 に純水 156 を供給する。従って、純水 156 を該ノズル 116 から基板 W の下面、ベース部 117 上面及び基板保持機構 114 内壁面に供給してこれらの面を洗浄することができる。ノズル構造体 105 の洗浄とノズル 116 によるベース部 117 及び基板保持機構 114 内壁面の洗浄により基板 W の下面を被う部材の全てを洗浄することができる。更にスピンドル乾燥前にバルブ V7 のみを開くことでノズル 116 に接続されたラインの液を排水ライン L7 を通して排水配管 157 へ排水することができる。これにより、先にノズル 115 で述べたように、スピンドル乾燥などの処理中に基板 W とベース部 117 の間が負圧にならても、ノズル 115、及びノズル 116 に接続されたライン内の液がノズル 115 から飛出しがなく良好に基板を乾燥することができる。

30

【0102】

ノズル 170 からはガスライン L8 及びバルブ V8 を通して N₂ ガス 158 を供給することができ、これにより基板 W とベース部 117 の間の空間を高圧で好ましくは（スピンドル乾燥時にも）外部より高い圧力に保つように N₂ ガス 158 で満たすことができる。これにより基板 W の下面とベース部 117 との間に薬液やミストが入り込むことを抑制することができる。また、この N₂ ガスにより基板 W の下面中央部にある液を吹き飛ばすことができ、それはスピンドル乾燥時液を振りきりにくい基板 W 下面中央の乾燥補助の効果を持つ。N₂ ガスは主に基板乾燥時に供給することで薬液やミストが入り込むことを抑制したり、基板の乾燥の補助の効果が得られるが、N₂ ガスを供給するノズル 170 を含む部材を洗浄液で洗う際、液がノズル 170 に入り込む可能性がある。そのため、ノズル 115, 116, 170 を具備するノズル構造体 105 を洗浄する際、又はノズル 115 により基板 W の裏面の薬液処理中やノズル 116 により、基板 W の下面を被う部材の全てを純水で洗浄する際等、ノズル 170 に液が入り込まない程度の N₂ ガス流量を供給することで、乾燥時にノズル 170 から入り込んだ液が吹き出して乾燥行程に悪影響を与えることを防ぐ。

40

【0103】

基板 W の洗浄液としては、一般的に純水（D I W）又はガス溶存水が使用されるが、洗浄の目的に応じて薬液の使用もあり得る。基板 W の下面に供給するガスとしては、N₂ ガ

50

スや、乾燥空気などが挙げられるが、これに限定するものではなく、例えば各種不活性ガスでもよい。

【0104】

図11において、飛散防止カップ113は基板Wを処理する薬液が飛散することを防止する受けとなり、図11における位置では主に飛散防止カップ113の傾斜部113aに基板処理液である薬液や洗浄液を受ける。図13は飛散防止カップ113を飛散防止カップ113の内壁洗浄位置に移動した場合を示す。この位置にある飛散防止カップ113は、洗浄液をその上部で受ける。図13における位置で適切な基板回転速度、洗浄液流量を設定することで、飛散防止カップ113の上部内壁に受けた洗浄液が下方に流れて行き、飛散防止カップ113の内壁を洗浄することができる。ノズル118はバルブV10及び純水ラインL10を通して純水160を供給することで、該純水160をスプレー状に噴射するノズルであり、基板保持機構114の外壁と基板Wとベース部117の側面に純水160を供給してこれらの面を洗浄することができる。10

【0105】

図14は基板Wを基板処理装置101に受渡しする時の飛散防止カップ113の位置を示す。図14において、飛散防止カップ113の位置ではロボット等による基板Wの基板処理装置101への出し入れが行なわれる。回転軸122とノズル構造体105の間の隙間161には基板Wの処理中常にバルブV9を開いてバージ用のN₂ガスを供給しており、液やミストが回転軸122内に入り込まないようにしている。20

【0106】

上記構成の基板処理装置において、処理する基板Wとして半導体ウエハを用いる例を下記に説明する。ベアSi表面を上向きにした半導体ウエハ上で以下のステップ1～ステップ9の処理が行われる。20

【0107】

飛散防止カップ113を図14に示す位置、即ち基板保持機構114が飛散防止カップ113の上端部より上方に所定量突出するような位置に移動する。この状態で基板処理装置101がロボットハンド等で搬送された基板Wを受け取り、基板保持機構114で基板Wの外周を保持する(STEP1)。

【0108】

飛散防止カップ113を図11に示す位置、即ち飛散防止カップ113の上端が基板保持機構114の上端より所定量上になるように、飛散防止カップ113を上昇させる(STEP2)。30

【0109】

ベース部117、基板保持機構114及び基板Wを約500rpmで回転させる。バルブV1を開いて薬液ラインL1を通して薬液供給ノズル112に薬液151として弗化水素酸を供給し、該薬液供給ノズル112から基板Wの上面に薬液151を供給する。バルブV3を開いてノズル115に薬液153として弗化水素酸を供給し、該ノズル115から基板Wの下面に薬液153を供給する(STEP3)。

【0110】

薬液供給ノズル112から所定時間薬液151として弗化水素酸を供給した後、バルブV1を閉じて薬液151の供給を停止する。基板Wの面を露出させないため、バルブV1を閉じるよりバルブV2を開くのを早くし、洗浄液供給ノズル111から純水を供給するのを薬液供給ノズル112からの薬液停止より早くし、純水152と薬液151が同時に基板Wの上面に供給されている時間を持たせるとよい。バルブV6を開いてノズル116から純水156を供給する。バルブV3を閉じてノズル115からの薬液153の供給を停止し、バルブV4を開いてノズル115に接続されているライン内の液を排水配管155に排出する(STEP4)。40

【0111】

所定の時間基板Wの上面、下面に洗浄液供給ノズル111から純水152、ノズル116から純水156をそれぞれ供給して、基板Wの上下面に残留する薬液を洗浄する。この50

とき、ノズル 116 から純水 156 を供給して、ベース部 117 の上面及び基板保機構 114 の内壁面を洗浄することも行う。上記基板 W の上下面に残留する薬液を洗浄している際に、バルブ V4 を閉じた後、バルブ V5 を開いてノズル 115 から純水 154 を供給する。ノズル 115 から純水 154 を供給する流量は純水 154 が基板 W の下面に到達しない程度の量とし、これによりノズル 115, 116, 170 を有するノズル構造体 105 を洗浄する。バルブ V8 を開いてノズル 170 に N₂ ガスを供給することにより、乾燥時までガスを吹き付け、ノズル 170 に純水が入り込むのを防ぐ (STEP 5)。

【0112】

ベース部 117、基板保持機構 114 及び基板 W の回転速度を 100 rpm に落とした後、飛散防止カップ 113 を図 13 に示す位置に移動する。この移動により飛散防止カップ 113 の内壁に基板 W を伝わった純水を供給し、飛散防止カップ 113 の内壁は純水によって洗浄することができる。バルブ V10 を開き、基板保持機構 114 の外壁面及びベース部 117 の側面を洗浄する (STEP 6)。ベース部 117 及び基板保持機構 114 の回転速度は飛散防止カップ 113 の内壁での跳ねを少なくするため、100 ~ 300 pm 程度が好ましい。

【0113】

所定の時間洗浄を行った後、飛散防止カップ 113 を図 11 の位置に移動する (STEP 7)。

【0114】

バルブ V2 を閉じ洗浄液供給ノズル 111 への純水 152 の供給を停止し、バルブ V5 及びバルブ V6 を閉じノズル 115 及び 116 への純水の供給を停止した後、1 秒間バルブ V4 及び V7 を開いて、ノズル 115, 116、及びそれに接続されたライン内の液を排水配管 155、排水配管 157 に排出する (STEP 8)。これによりノズル 115, 116, 170 を有するノズル構造体 105 付近の液を最小限にすることができる。

【0115】

バルブ V4 及び V7 を閉じた後、ベース部 117、基板保持機構 114 及び基板 W の回転を加速し 2000 rpm で所定の時間回転させる (STEP 9)。この動作により基板 W に付着した液は遠心力で振りきられ基板 W を好適に乾燥させることができる。

【0116】

特に STEP 9 での基板 W の下面の保護及びミストの進入抑制により、基板 W の下面を好適に処理できる。基板 W の下面是ベース部 117 により保護されているため周囲からの液の跳ね返りを抑えることができる。基板 W とベース部 117 の間の空間は N₂ ガスを供給しているため、周囲からのミストの進入を抑えることができる。基板の下面に相対するベース部 117 やノズル 115, 116, 170 を有するノズル構造体 105 は洗浄されており、ノズル 115 及び 116 とそれに接続された両ライン内の液は排出されているため、基板 W の加速や減速により液が巻きあがることもない。また、STEP 5 ~ 8 においてノズル 170 内に処理液がたまらないようにガスを供給していたため、乾燥時に効果的にガスを供給することができる。

【0117】

基板保持機構 114 の内壁面及び外壁面、飛散防止カップ 113 の内壁面も洗浄されているため、たとえ薬液が飛散防止カップ 113 の内壁に跳ね散っても、薬液のミストが飛散防止カップ 113 の内壁に発生することができない。それらの効果により基板 W の下面にウォータマークや薬液の残留、霧氷による影響なくベア Si 基板 W を処理することができる。

【0118】

図 15 は、本発明にかかる基板処理装置を組み込んだ Cu めっき装置 50 を示す平面図である。この Cu めっき装置 50 は、図 15 に示すように、基板カセット 511, 512, 513, 514 と、基板搬送ロボット 521, 522 と、洗浄槽 531, 532 と、めっき槽 541, 542, 543, 544 と、基板置き台 55 とを備えている。洗浄槽 531, 532 はそれぞれ本発明にかかる基板処理装置を備えている。また、洗浄槽 53 - 1

10

20

30

40

50

, 53-2には洗浄薬液供給装置56が接続され、めっき槽541, 542, 543, 544にはめっき薬液供給装置57が接続されている。また、Cuめっき装置50は、表示部59及び制御部58を備え、制御部58からの制御信号がCuめっき装置50の各部に送られるようになっている。

【0119】

このCuめっき装置50では、制御部58から送られる制御信号に基づいて、基板搬送口ボット521が、基板カセット511～514のいずれかから未処理の基板Wを一枚ずつ取り出して基板置き台55上に載置する。基板置き台55上に載置された基板Wは、基板搬送口ボット522によってめっき槽541～544に順次送られて、めっき槽541～544内で基板Wの表面にCuめっきが施される。その後、基板Wは、基板搬送口ボット522によって、洗浄槽531, 532に送られて、洗浄槽531, 532内で洗浄及びエッチング処理が基板Wの表面に施される。なお、めっき槽541～544で用いられるめっき液は、めっき薬液供給装置57から供給され、洗浄槽531, 532で用いられる洗浄液は、洗浄薬液供給装置56から供給される。

【0120】

このCuめっき装置50は、洗浄薬液供給装置56やめっき薬液供給装置57や、測定装置等の付帯装置(図示せず)を、制御部58から出される制御信号で制御している。制御部58は、入力レシピに従った操作を行うように洗浄薬液供給装置56やめっき薬液供給装置57等の各装置に制御信号を送る。この制御信号により、めっき液供給ライン60や洗浄液供給ライン61等に設けたバルブ(図示せず)類をそれぞれ開閉したり、モータ(図示せず)を駆動する。また、流量計等を設け、この場合、この流量計からの信号を制御部58に入力して、流量検出値が予め設定された設定値と合致するようにフィードバック制御を行うことや、流量検出値が予め設定された許容値の範囲外である場合や流量計から異常信号が出された場合は、装置を停止させることも可能である。なお、洗浄薬液供給装置56、めっき薬液供給装置57、制御部58、表示部59等はCuめっき装置50に組み込んでもよい。

【0121】

図16は、本発明にかかる基板処理装置を組み込んだ無電解めっき装置70を示す平面図である。図16に示すようにこの無電解めっき装置70は、基板カセット711, 712, 713, 714と、基板搬送口ボット721, 722と、洗浄槽73と、ロール洗浄機76と、無電解めっき槽741, 742と、前処理槽77と、シード塗布槽78と、基板置き台75とを備えている。洗浄槽73は本発明にかかる基板処理装置を備えている。また、洗浄槽73、及びロール洗浄機76には洗浄薬液供給装置82が接続され、無電解めっき槽741, 742、前処理槽77、シード塗布槽78には薬液供給装置83が接続されている。また、無電解めっき装置70は表示部79及び制御部84を備え、制御部84からの制御信号が無電解めっき装置70の各部に送られるようになっている。

【0122】

この無電解めっき装置70は、制御部84から送られる制御信号に基づいて、基板搬送口ボット721が、基板カセット711～714のいずれかから未処理の基板Wを一枚ずつ取り出して基板置き台75上に載置する。基板置き台75上に載置された基板Wは、基板搬送口ボット722によって前処理槽77に送られ、前処理槽77で基板Wに前処理が施されると共に、基板Wはシード塗布槽78に送られて基板の表面にシード層が形成され、その後、無電解めっき槽741, 742に搬送されて、基板Wの表面にめっき層が形成される。めっき層が形成された基板Wは、洗浄槽73に送られ、その洗浄及びエッティング処理が基板Wの表面に施される。

【0123】

例えば、洗浄槽73での基板処理装置における処理を図1を参照して説明すると、ノズル12から基板Wの表面に薬液として硫酸が供給され、ノズル15から基板Wの裏面に硫酸と過酸化水素水の混合液が供給される。更に、エッジノズル19から基板Wのエッジ部分に過酸化水素水が供給されることで、この過酸化水素水とノズル12から供給された硫

10

20

30

40

50

酸との混合液により基板Wのエッジ部分がエッチング処理される。また、ノズル11から基板Wの表面にDIWを供給し、ノズル15から基板Wの裏面に硫酸と過酸化水素水の混合液を供給し、エッジノズル19から基板Wのエッジ部分に硫酸と過酸化水素水の混合液を供給してもよい。

【0124】

これらの処理が終了した後、ノズル11及び15から基板Wの表面及び裏面にDIWが供給されて基板Wの洗浄がそれぞれ行われる。その後、基板Wはロール洗浄機76へ送られる。なお、無電解めっき槽741, 742で用いられるめっき液、前処理槽77で用いられる前処理液、シード塗布槽78で用いられるシード塗布液は、薬液供給装置83から供給され、洗浄槽73及びロール洗浄機76で用いられる洗浄液は、洗浄薬液供給装置82から供給される。10

【0125】

この無電解めっき装置70は、洗浄薬液供給装置82や薬液供給装置83や、測定装置等の付帯装置(図示せず)を、制御部84から出される制御信号で制御している。制御部84は、入力レシピに従った操作を行うように洗浄薬液供給装置82や薬液供給装置83等の各装置に制御信号を送る。この制御信号により、薬液供給ライン80や洗浄液供給ライン81等に設けたバルブ類(図示せず)をそれぞれ開閉したり、モータ(図示せず)を駆動する。また、流量計等を設けて、この流量計からの信号を制御部84に入力して、流量検出値が予め設定された設定値と合致するようにフィードバック制御を行うことや、流量検出値が予め設定された許容値の範囲外である場合や流量計から異常信号が出された場合は、装置を停止させることも可能である。なお、洗浄薬液供給装置82、薬液供給装置83、制御部84、表示部79等は無電解めっき装置70に組み込んでもよい。20

【0126】

なお、上記各実施形態で説明した基板処理装置で行われる基板処理は、上述したものに限られるものではなく、例えば、基板処理装置のノズル等の設置位置及び、これらから供給される洗浄液や薬液の種類や供給するタイミング等を変更することで、基板Wの種類に応じた処理を行うように構成することができる。なお直接明細書及び図面に記載のないいずれの形状、構造、材質であっても、上述した本願発明の作用及び効果を奏する以上、本願発明の技術的思想の範囲内である。

【0127】

本発明の好ましい実施形態について図示及び説明したが、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変更及び改変が可能であることは容易に理解できよう。30

【産業上の利用可能性】

【0128】

本発明は、基板に処理液を供給しながら半導体ウエハ等の回転している基板を処理する基板処理装置に好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0129】

【図1】図1は、本発明の第1の実施形態に係る基板処理装置を示す概略図である。

【図2A】図2Aは、図1に示す基板処理装置の基板保持機構を示す部分平面図である。

【図2B】図2Bは、図2AのA-A部分概略断面図である。

【図3】図3A及び図3Bは、図2Bの基板保持機構の動作説明断面図である。

【図4】図4Aから図4Cは、図1に示す基板処理装置の基板保持機構の回転速度の変化の例を示すグラフである。

【図5】図5A及び図5Bは、図1に示す基板処理装置の基板保持機構の回転速度の変化の例を示すグラフである。

【図6】図6は、図1に示す基板処理装置における処理工程の例を示すフローチャートである。

【図7】図7は、図1に示す基板処理装置の動作を示す概略図である。

【図8】図8は、図1に示す基板処理装置の動作を示す概略図である。

10

20

30

40

50

【図9】図9は、図1に示す基板処理装置の動作を示す概略図である。

【図10】図10は、図1に示す基板処理装置における他の処理工程の例を示すフローチャートである。

【図11】図11は、本発明の第2の実施形態に係る基板処理装置の側面図である。

【図12】図12は、図11に示す基板処理装置の基板保持チャックとチャック保持ベースを示す平面図である。

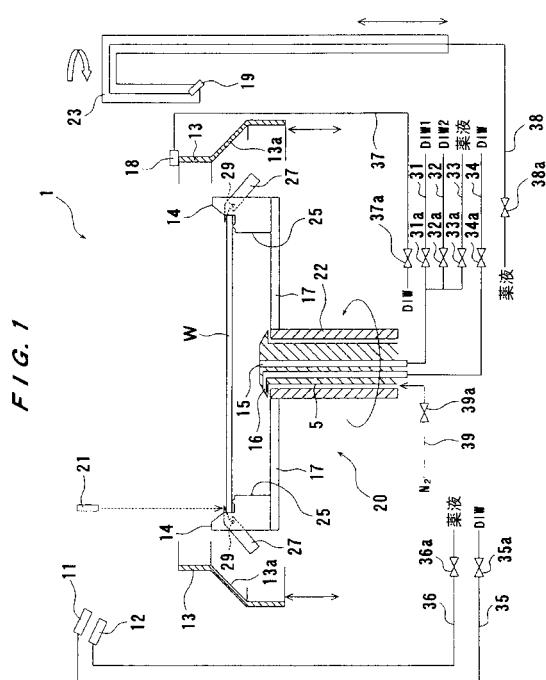
【図13】図13は、図11に示す基板処理装置の動作を示す概略図である。

【図14】図14は、図11に示す基板処理装置の動作を示す概略図である。

【図15】図15は、本発明に係る基板処理装置を組み込んだCuめっき装置を示す平面図である。

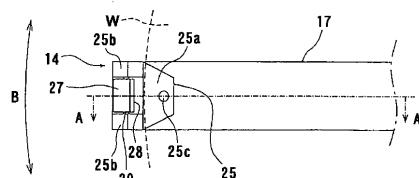
【図16】図16は、本発明に係る基板処理装置を組み込んだ無電解めっき装置を示す平面図である。

【図1】



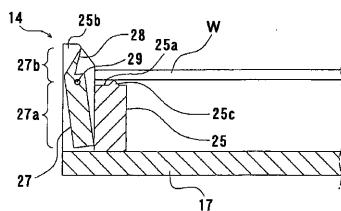
【図2A】

FIG. 2A



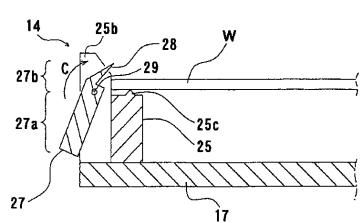
【図2B】

FIG. 2B



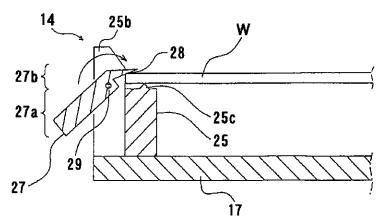
【図3A】

FIG. 3A



【図3B】

FIG. 3B



【図4】

FIG. 4A

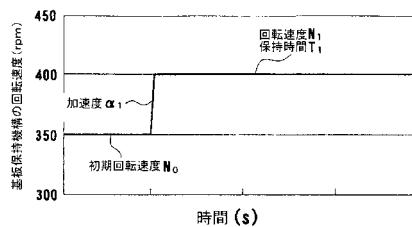


FIG. 4B

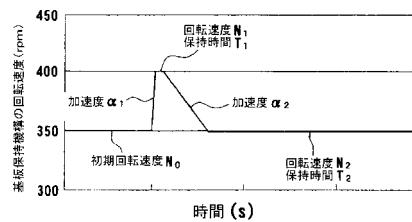
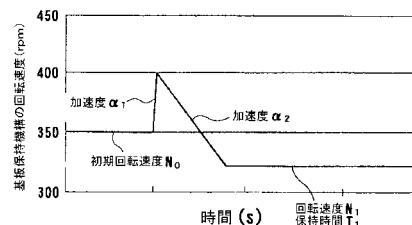


FIG. 4C



【図5】

FIG. 5A

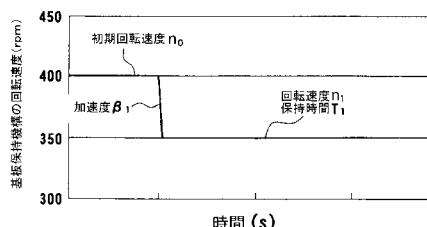
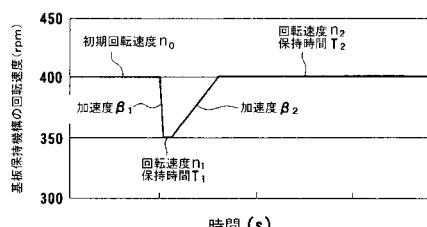
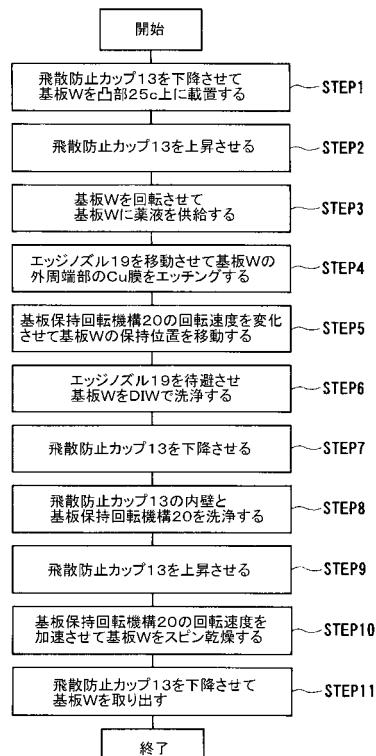


FIG. 5B

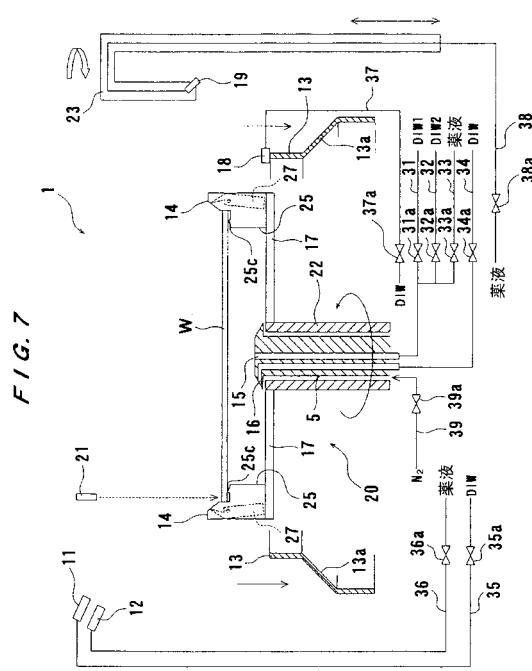


【図6】

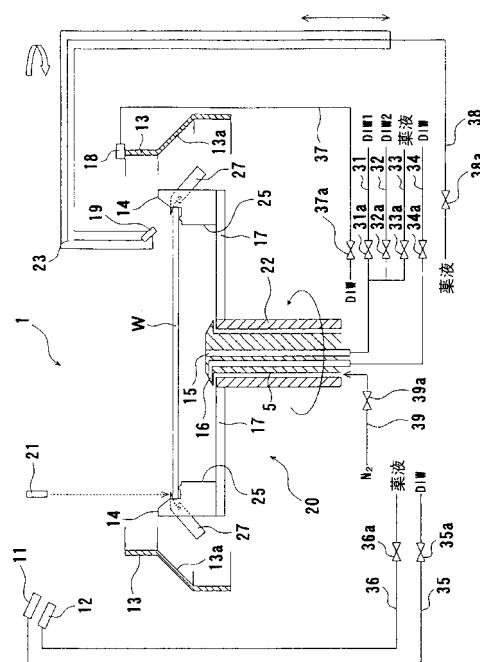
FIG. 6



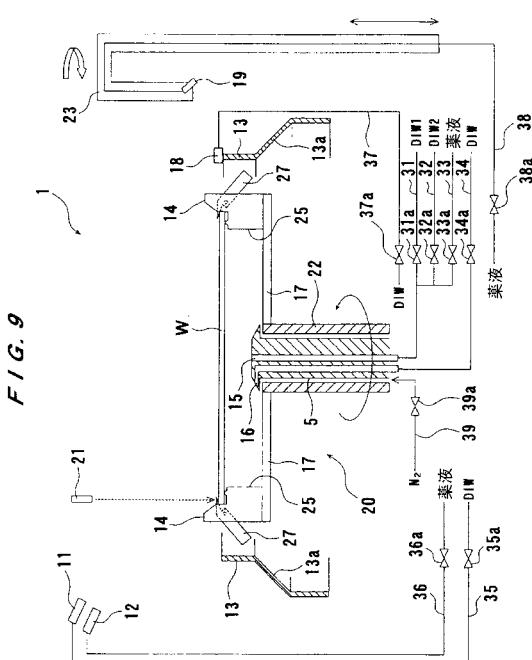
【図7】



【図8】



【図9】

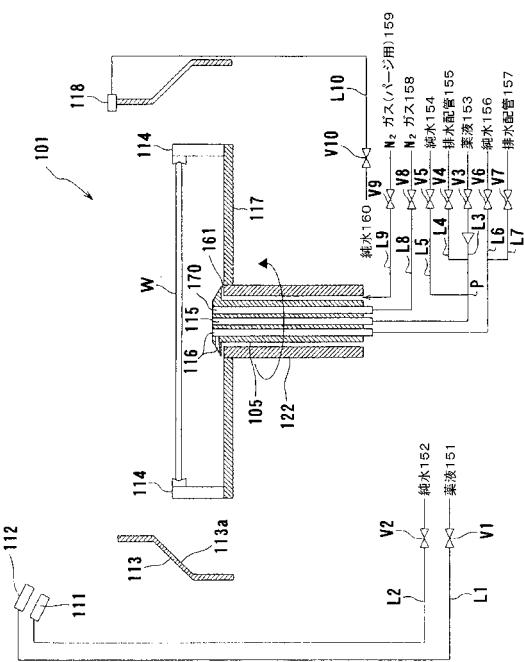


【図10】



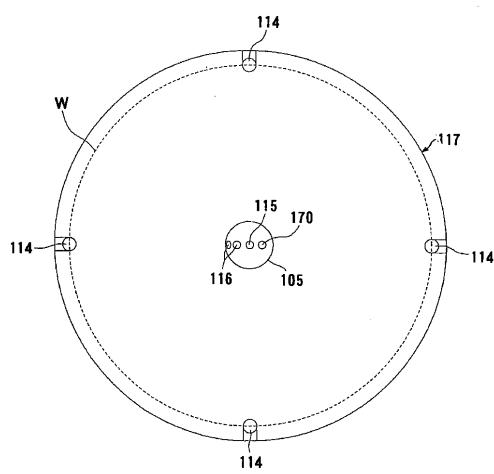
【図 1 1】

FIG. 1 1



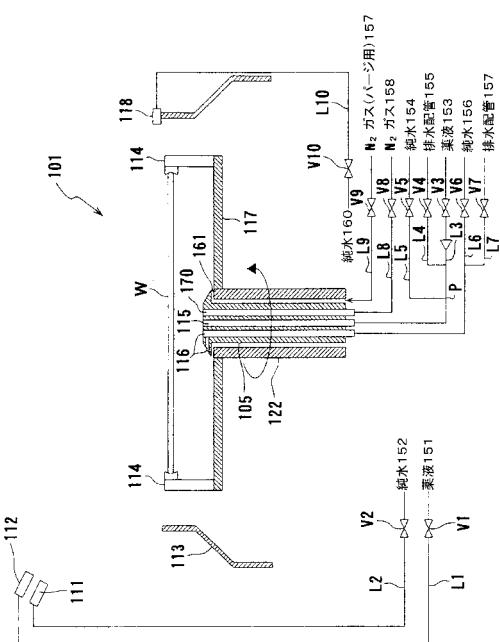
【図 1 2】

FIG. 1 2



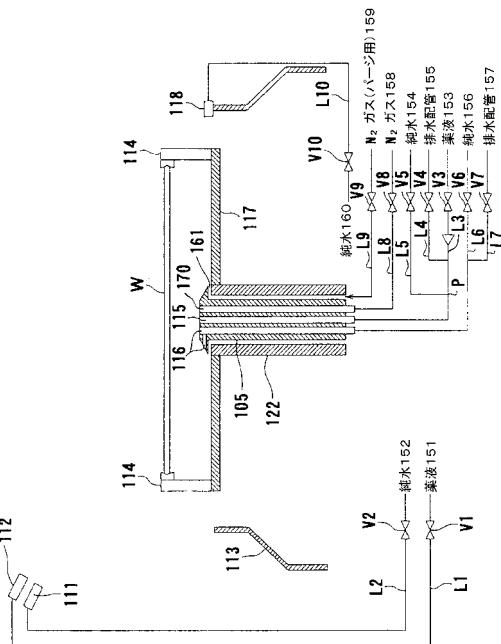
【図 1 3】

FIG. 1 3

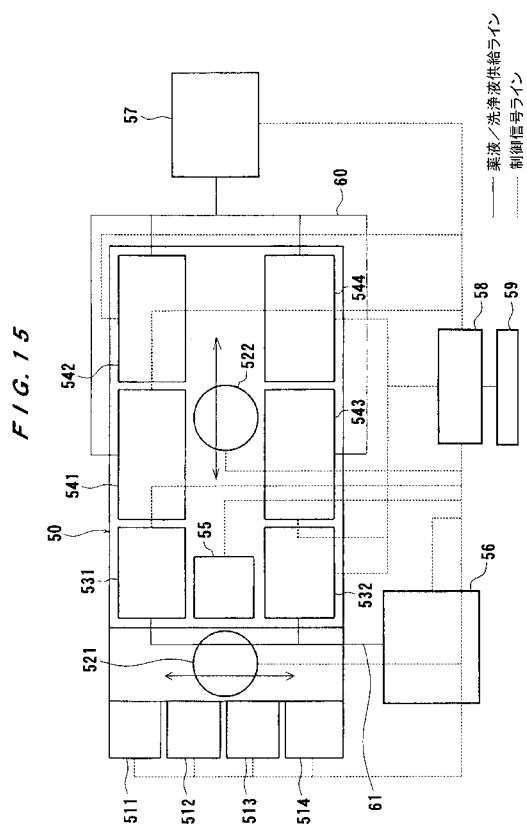


【図 1 4】

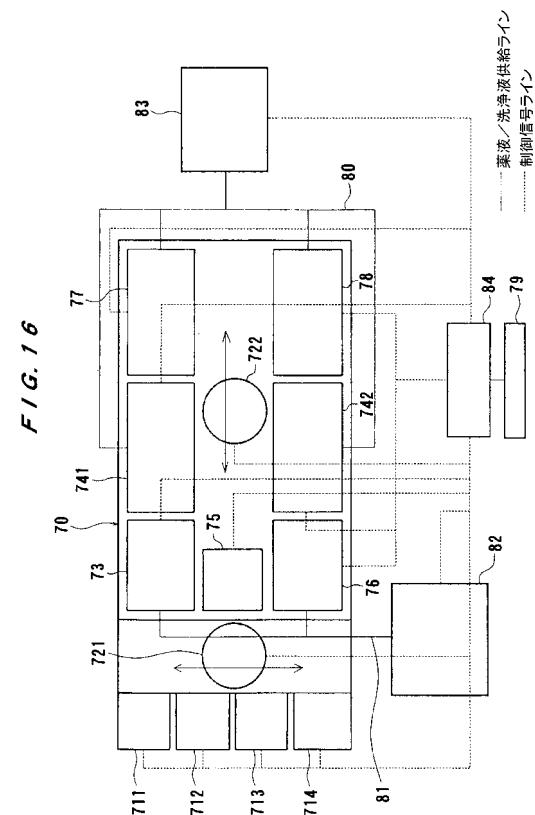
FIG. 1 4



【図15】



【図16】



【手続補正書】

【提出日】平成17年9月6日(2005.9.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

その回転による遠心力により生ずる基板保持力で基板を保持する基板保持機構と、
前記基板保持機構を回転させて前記基板保持機構により保持された基板を回転させる基板回転機構と、

前記基板回転機構の回転速度を変化させて前記基板回転機構によって基板を保持する基板保持力を変化させる駆動機構と、

前記基板保持機構により保持された基板の任意の位置に処理液を供給する処理液供給機構と、

を備えた、基板処理装置。

【請求項2】

基板の外周部を保持する基板保持機構と、
 前記基板保持機構が取り付けられ、前記基板の少なくとも一面に対向するベース部と、
 前記ベース部の中央部に設けられた回転軸と、

前記基板に薬液と第1の洗浄液とを選択的に供給可能な第1の液供給ノズルと、
 前記第1のノズルに供給する薬液と第1の洗浄液とを切り替える切替機構と、

前記基板保持機構の内壁面と前記ベース部の上面に第2の洗浄液を供給可能な第2の液供給ノズルと、

前記基板と前記ベース部との間にガスを供給可能なガス供給ノズルと、
前記第1の液供給ノズル、前記第2の液供給ノズル、及び前記ガス供給ノズルを有し、
前記回転軸の内部に配置されたノズル構成体と、
前記回転軸とノズル構成体との間の隙間にバージガスを供給可能なバージガス供給ライ
ンヒ、

を備えた、基板処理装置。

【請求項3】

前記第1の液供給ノズルは、前記第1の洗浄液により前記第1の液供給ノズルと前記ノズル構成体の外表面及びその近傍を洗浄できるように構成されている、請求項2に記載の基板処理装置。

【請求項4】

前記第1の液供給ノズルに接続された第1のラインと、
前記第2の液供給ノズルに接続された第2のラインと、
前記第1のラインと前記第2のラインの内部に残留する液を排出する液排出機構と、
を更に備えた、請求項2に記載の基板処理装置。

【請求項5】

前記基板保持機構の外壁面に第3の洗浄液を供給する第3の液供給ノズルを更に備えた
、請求項2記載の基板処理装置。

【請求項6】

前記基板保持機構の外周部に設けられ、該基板保持機構を囲む上下動可能な飛散防止力
ップを更に備えた、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の基板処理装置。

【請求項7】

基板保持機構の回転による遠心力により生ずる基板保持力で前記基板保持機構により基
板を保持し、

前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、
前記基板回転機構の回転速度を変化させて前記基板回転機構によって基板を保持する基
板保持力を変化させ、

前記基板回転機構の回転速度を変化させつつ、回転する基板の任意の位置に基板処理液
を供給して基板を処理する、基板処理方法。

【請求項8】

前記基板保持機構の回転速度を変化させる工程では、
前記基板保持機構の回転速度を加速又は減速して該基板保持機構の回転速度と前記基板
の回転速度とを相対的に変化させる、請求項7に記載の基板処理方法。

【請求項9】

前記基板保持機構の回転速度を変化させる工程では、
前記基板保持機構の回転速度を加速又は減速すると同時に又はそれ以後に前記基板処理
液の供給を停止する、請求項8に記載の基板処理方法。

【請求項10】

前記基板保持機構の回転速度を変化させる工程では、
該基板保持機構の回転速度を第1の回転速度から第2の回転速度へと変化させ、
該基板保持機構の回転速度を第2の回転速度から第1の回転速度に戻す、請求項7に記
載の基板処理方法。

【請求項11】

基板保持機構により基板を保持し、
前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、
回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、
前記処理液の供給後に、前記基板を第1の高回転速度で回転させ、
第1の高回転速度で回転する基板の少なくとも一面に洗浄液を供給し、該基板に付着し
た前記処理液を洗浄し、
前記基板の少なくとも一面を前記洗浄液で覆った状態で前記基板保持機構及び前記基板

回転機構の少なくとも 1 つに付着した薬液を除去する、基板処理方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 の高回転速度は 1 0 0 0 ~ 3 0 0 0 r p m の範囲である、請求項 1_1 に記載の基板処理方法。

【請求項 1 3】

更に、前記基板を第 2 の高回転速度で回転させて前記洗浄液を除去し前記基板を乾燥させる、請求項 1_1 に記載の基板処理方法。

【請求項 1 4】

前記基板を第 2 の高回転速度で回転させる工程では、任意の時間前記基板を前記第 1 の高回転速度と略同一の高回転速度で回転させる、請求項 1_3 に記載の基板処理方法。

【請求項 1 5】

基板保持機構により基板を保持し、

前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、

回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、

回転する基板に洗浄液を供給して前記基板保持機構を洗浄する、基板処理方法。

【請求項 1 6】

前記基板保持機構を回転させる工程では、前記洗浄液を供給しながら前記基板保持機構を 3 0 0 r p m よりも低い回転速度で回転させる、請求項 1_5 に記載の基板処理方法。

【請求項 1 7】

基板保持機構により基板を保持し、

前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、

回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、

前記処理液の供給後に、前記基板を第 1 の高回転速度で回転させ、

第 1 の高回転速度で回転する基板の少なくとも一面に洗浄液を供給し、該基板に付着した前記処理液を洗浄し、

前記基板の少なくとも一面を前記洗浄液で覆った状態で前記基板保持機構及び前記基板回転機構の少なくとも 1 つに付着した薬液を除去し、

回転する基板に洗浄液を供給して前記基板保持機構を洗浄し、

任意の時間前記基板を第 1 の高回転速度と略同一の第 2 の回転速度で回転させ、前記洗浄液を除去し前記基板を回転させる、基板処理方法。

【請求項 1 8】

前記洗浄液として、純水、脱気水、ガス溶存水を用いる、請求項 1_1 乃至請求項 1_7 のいずれか 1 項に記載の基板処理方法。

【請求項 1 9】

前記処理液の供給工程では、前記処理液を基板の外周部に供給することで、該基板の外周部に形成された膜を除去する、請求項 7 乃至請求項 1_8 のいずれか 1 項に記載の基板処理方法。

【請求項 2 0】

前記除去される膜は、Cu、Co、Co 合金、Ta、Ta-N、W、W-N、Ti、Ti-N、Ni、Ru、P、B、Mo のうちのいずれか一つを含む膜、又は Cu、Co、Co 合金、Ta、Ta-N、W、W-N、Ti、Ti-N、Ni、Ru、P、B、Mo のうちのいずれか一つを含む膜を複数積層した膜である、請求項 1_9 に記載の基板処理方法。

【請求項 2 1】

基板保持機構により基板を保持し、

前記基板保持機構を基板回転機構により回転させて前記基板を回転させ、

回転する基板に処理液を供給して基板を処理し、

第 1 の液供給ノズルから薬液を前記基板に供給し、

前記第 1 の液供給ノズルから供給される液体を洗浄液に切替え、

前記洗浄液を前記基板に供給し、

前記第 1 の液供給ノズル及びその近傍に洗浄液を供給して該第 1 の液供給ノズル及びそ

の近傍を洗浄し、

前記基板保持機構を回転させ前記基板に付着する液を除去して乾燥し、

前記基板の乾燥の際に、前記基板と、該基板保持機構が取り付けられたベース部との間の空間にガス供給ノズルからガスを供給する、基板処理方法。

【請求項 22】

更に、前記洗浄液の供給を停止し、

前記停止後、前記基板の乾燥前に前記第1の液供給ノズルと該第1の液供給ノズルに接続されたライン内に残留する液を排出する、請求項2_1に記載の基板処理方法。

【請求項 23】

更に、前記基板の乾燥前に第2の液供給ノズルから洗浄液を供給し、前記基板保持機構の内壁面と、該基板保持機構が取り付けられたベース部の上面とを洗浄する、請求項2_1に記載の基板処理方法。

【請求項 24】

更に、前記第1の液供給ノズル及びその近傍の洗浄において、前記ガス供給ノズルから前記基板と前記ベース部との間の空間にガスを供給する、請求項2_1に記載の基板処理方法。

【請求項 25】

前記薬液を除去する工程では、前記基板保持機構を囲むように配置された飛散防止カップに付着した薬液を除去する、請求項1_1に記載の基板処理方法。

【請求項 26】

前記薬液を供給する工程では、前記基板保持機構を囲むように配置された飛散防止カップに付着した薬液を除去する、請求項1_5に記載の基板処理方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International application No. PCT/JP2005/003423
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl.7 B05C11/08, C23F1/00, 1/08, H01L21/304, 21/306, 21/68 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl.7 B05C11/08, C23F1/00, 1/08, H01L21/304, 21/306, 21/68				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <small>Published examined utility model applications of Japan 1992-1998 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2005 Registered utility model specifications of Japan 1996-2003 Published registered utility model applications of Japan 1994-2005</small>				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages			Relevant to claim No.
X	JP2003-117501 A(Dainippon Screen Seizo K.K.) 2003.04.22, claims (Family:none)			1, 2, 9-16, 19, 20
Y	JP2000-156362 A(Dainippon Screen Seizo K.K.) 2000.06.06, claims (Family:none)			21, 22
Y	JP10-144642 A(Dainippon Screen Seizo K.K.) 1998.05.29, claims (Family:none)			3, 8, 17, 18, 23, 25
Y	JP2004-55927 A(Ebara Corporation) 2004.02.19, claims (Family:none)			5, 6, 24, 26, 27
Y	JP2004-96086 A(Tokyo Electron K.K.) 2004.03.25, claims & WO2004/006318 A			5, 24
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.			<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.	
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed				
Date of the actual completion of the international search 01.06.2005		Date of mailing of the international search report 05.7.2005		
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Kuriyama Takuya Telephone No. +81-3-3581-1101 Ext. 3332		
		3K	9628	

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
H 01 L 21/027 (2006.01)	H 01 L 21/304	6 5 1 B
H 01 L 21/306 (2006.01)	H 01 L 21/304	6 5 1 L
F 26 B 5/08 (2006.01)	H 01 L 21/30	5 7 2 B
	H 01 L 21/306	R
	F 26 B 5/08	

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,L,U,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 梶田 真二

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内

(72)発明者 片伯部 一郎

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内

F ターム(参考) 3L113 AA04 AB08 AC28 AC48 BA34 CB19 DA04 DA06 DA24

4D075 AC06 AC64 AC79 AC94 BB20Y BB24Z BB57Y BB65Y CA47 DA06

DA08 DB14 DC22 EA07 EA60

4F042 AA07 AA10 BA05 BA08 DF07 DF11 DF32 EB08

5F043 AA26 DD13 EE08

5F046 MA02 MA05 MA10