

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5013685号
(P5013685)

(45) 発行日 平成24年8月29日 (2012. 8. 29)

(24) 登録日 平成24年6月15日 (2012. 6. 15)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 L 21/304 (2006.01)
 H O 1 L 21/304 6 4 3 C
 H O 1 L 21/304 6 4 7 B
 H O 1 L 21/304 6 2 2 Q

請求項の数 18 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2005-189334 (P2005-189334)	(73) 特許権者	592010081
(22) 出願日	平成17年6月29日 (2005. 6. 29)		ラム リサーチ コーポレーション
(65) 公開番号	特開2006-49858 (P2006-49858A)		LAM RESEARCH CORPOR
(43) 公開日	平成18年2月16日 (2006. 2. 16)		ATION
審査請求日	平成20年6月18日 (2008. 6. 18)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 945
(31) 優先権主張番号	10/883301		38, フレモント, クッシング パークウ
(32) 優先日	平成16年6月30日 (2004. 6. 30)		エイ 4650
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	110000028
(31) 優先権主張番号	10/956799		特許業務法人明成国際特許事務所
(32) 優先日	平成16年9月30日 (2004. 9. 30)	(72) 発明者	ロバート・ジェイ・オドネル
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州945
			38 フリモント, カーティス・ストリー
			ト, 5108
		審査官	長谷井 雅昭
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理においてメニスカスを用いるための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を処理するための装置であって、
 作動時に前記基板の表面に近接するように構成されたプロキシミティヘッドと、
 前記プロキシミティヘッドの表面に設けられ、前記プロキシミティヘッド内に形成され
 た空洞に通じる開口であって、前記空洞は、前記開口を通じて前記基板の前記表面の活性
 領域に活性剤を送る、開口と、
 前記プロキシミティヘッドの前記表面に設けられ、前記活性領域を取り囲む流体メニ
 カスを前記基板の前記表面上に生成するように構成された複数の導管と
 を備える装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の基板を処理するための装置であって、
 前記流体メニスカスは、前記基板の前記表面を処理する、装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の基板を処理するための装置であって、
 前記複数の導管は、複数の供給口および複数の排出口を含む、装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の基板を処理するための装置であって、
 前記複数の導管は、前記基板の前記表面に流体を供給するための供給口と、前記基板の
 前記表面から前記流体を除去するための排出口とを含む、装置。

20

【請求項 5】

請求項 4 に記載の基板を処理するための装置であって、
前記流体は、リソグラフィ流体、エッチング流体、メッキ流体、洗浄流体、またはすすぎ流体のうちの 1 つである、装置。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の基板を処理するための装置であって、
前記複数の導管は、更に、前記基板の前記表面に表面張力低下流体を供給するための追加の供給口を含む、装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の基板を処理するための装置であって、
前記活性剤は、気体、液体、および蒸気のうちの少なくとも一種である、装置。 10

【請求項 8】

請求項 1 に記載の基板を処理するための装置であって、
前記複数の導管は、前記空洞に通じる前記開口を取り囲む、装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の基板を処理するための装置であって、
前記空洞は、前記空洞に前記活性気体を入力するように構成された少なくとも 1 つの供給口を含む、装置。

【請求項 10】

基板を処理するための方法であって、
プロキシミティヘッドを用いて、前記基板の表面の活性領域に活性剤を供給する工程と
、
プロキシミティヘッドを用いて、前記基板の前記表面上に、前記活性領域を取り囲む流体メニスカスを生成する工程と
を備える方法。 20

【請求項 11】

請求項 10 に記載の基板を処理するための方法であって、更に、
前記活性剤で前記基板の前記表面を処理する工程と、
前記流体メニスカスで前記基板の前記表面を処理する工程と
を備える方法。 30

【請求項 12】

請求項 11 に記載の基板を処理するための方法であって、
前記活性剤で前記基板の前記表面を処理する工程は、エッチング、洗浄、すすぎ、メッキ、およびリソグラフィのうちの少なくとも 1 つの作業を含む、方法。

【請求項 13】

請求項 10 に記載の基板を処理するための方法であって、
前記流体メニスカスで前記基板の前記表面を処理する工程は、エッチング、洗浄、すすぎ、メッキ、乾燥、またはリソグラフィのうちの少なくとも 1 つの作業を含む、方法。

【請求項 14】

請求項 11 に記載の基板を処理するための方法であって、
前記流体メニスカスを生成する工程は、流体供給口を通じて前記基板の前記表面に流体を供給すること、および流体排出口を通じて前記基板の前記表面から前記流体を除去することを含む、方法。 40

【請求項 15】

請求項 14 に記載の基板を処理するための方法であって、
前記流体は、リソグラフィ流体、エッチング流体、メッキ流体、洗浄流体、またはすすぎ流体のうちの 1 つである、方法。

【請求項 16】

請求項 13 に記載の基板を処理するための方法であって、
前記流体メニスカスを生成する工程は、更に、追加の供給口を通じて前記基板の前記表 50

面に追加の流体を供給することを含み、前記追加の流体は、表面張力低下流体である、方法。

【請求項 17】

請求項 14 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記流体を除去する工程は、前記プロキシミティヘッドより高度の低い容器へと前記流体を吸い出すことを含む、方法。

【請求項 18】

請求項 10 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記活性領域は、前記基板の前記表面上の開口によって定められ、前記開口は、前記プロキシミティヘッド内に形成された空洞に通じる開口である、方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエハの処理に関するものである。本発明は、より具体的には、汚染の低減およびウエハ処理費用の削減を図りつつ、ウエハ表面に対して流体の供給および除去を効率良く行うための、装置並びに技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体チップの製造工程では、洗浄および乾燥などの作業を用いたウエハ処理が必要であることがよく知られている。これらの各工程では、ウエハ処理のために流体を効果的に供給および除去する必要がある。

20

【0003】

例えば、ウエハ表面に不要な残留物を残すような製造作業が実施される場合は、ウエハを洗浄しなくてはならない。このような製造作業は、例えばプラズマエッチング（タングステンエッチバック（WEB）など）や化学機械研磨（CMP）などである。CMPでは、ウエハはホルダ内に載置され、その表面はホルダによって回転コンベヤベルトに押し付けられる。このコンベヤベルトは、化学剤と研磨材料とで構成されるスラリを用いて研磨を行う。あいにく、この処理は、スラリの微粒子および残留物をウエハ表面に蓄積させる傾向がある。ウエハ上に残された不要な残留物および微粒子は、とりわけ、ウエハ表面上にスクラッチなどの欠陥を形成したり、配線特徴間に不当な相互作用を生じさせたりする。このような欠陥は、場合によっては、ウエハ上の素子を動作不能にする。したがって、動作不能の素子を有するウエハを廃棄するための余分な費用を削減するためには、不要な残留物を残すような製造作業の後に、適切に且つ効率良くウエハ処理を行う必要がある。

30

【0004】

ウエハの湿式洗浄後は、水または洗浄流体の残りがウエハ上に残留物を残すことがないように、ウエハを効果的に乾燥させなければならない。液滴の形成時は大抵そうであるように、ウエハ表面上の洗浄流体が蒸発可能であると、洗浄流体に溶解していた残留物または汚染物が、洗浄流体の蒸発後にウエハ表面に残留する（そして例えばウォータスポットを形成する）。蒸発を阻止するためには、ウエハ表面上に液滴が形成される前に、出来るだけ速やかに洗浄流体を除去しなければならない。これを実現するため、例えばスピン乾燥法、IPA、またはマランゴニ乾燥法など、いくつかの異なる乾燥技術の1つが用いられる。これらの乾燥技術は、いずれも、ウエハ表面上で何らかの液体／気体移動界面の形態を用いる技術である。このような移動界面は、正しく維持される限りは、液滴を形成することなくウエハ表面を乾燥させることができる。しかしながら、上記のいずれの乾燥法を用いる場合にもよくあるように、もし液体／気体移動界面が崩壊してしまうと、液滴の形成および蒸発の発生によって、ウエハ表面上に汚染物が残留する結果となる。今日最も広く普及している乾燥技術は、スピンリンス乾燥法（SRD）である。

40

【0005】

図1Aは、SRD工程におけるウエハ10上の流体の動きを示している。この乾燥工程において、湿ったウエハは、回転14によって高速回転される。SRDにおいて、ウエハ

50

のすすぎに使用された流体は、遠心力の作用によってウエハの中心からウエハの外側へと引っ張られ、流体矢印16で示されるように、最終的にはウエハから流れ落ちる。流体がウエハから引っ張られるにつれ、ウエハの中心には液体／気体移動界面12が形成される。この液体／気体移動界面12は、乾燥工程の進行とともにウエハの外側へと移動する（すなわち、液体／気体移動界面12によって生成される円が拡大する）。図1の例では、液体／気体移動界面12によって形成された円の内側は流体を含まず、液体／気体移動界面12によって形成された円の外側は流体である。したがって、乾燥工程の進行とともに、液体／気体移動界面12の内側の部分（乾燥した領域）は増大し、液体／気体移動界面12の外側の領域（湿った領域）は減少する。しかしながら、前述のように、もし液体／気体移動界面12が崩壊してしまうと、流体の液滴がウエハ上に形成され、それらの液滴の蒸発によって汚染が引き起こされる。したがって、ウエハ表面の汚染を回避するためには、液滴の形成およびそれに続く蒸発を抑えることが不可欠である。あいにく、現行の乾燥法は、液体移動界面の崩壊に関して部分的に成功しているに過ぎない。

10

【0006】

また、SDR工程は、疎水性のウエハ表面を乾燥させるのが困難である。疎水性のウエハ表面の乾燥が困難であるのは、このような表面が、水および水を主体とした（水性の）洗浄溶液をはじくからである。したがって、乾燥工程が進行し、洗浄流体がウエハ表面から引き離されるにつれ、残りの洗浄流体は、（もし水性ならば）ウエハ表面によってはじかれる。その結果、水性の洗浄流体は、疎水性のウエハ表面との接触面積を最小にしようとする。また、水性の洗浄溶液は、表面張力によって（すなわち分子間水素結合によって）自身に固着する傾向がある。したがって、疎水性のウエハ表面には、疎水性相互作用および表面張力によって、制御不能なカタチで水性洗浄流体の球（すなわち液滴）が形成される。この液滴の形成は、前述のように、結果として有害な蒸発および汚染を生じる。SRDに伴うこれらの制約は、液滴に作用する遠心力が最も小さいウエハの中心において、特に深刻である。したがって、SRD工程は、現在のところ最も一般的なウエハ乾燥法であるにもかかわらず、特に疎水性のウエハ表面に対して使用される場合などに、ウエハ表面上における洗浄流体の液滴形成を低減させるのが困難である恐れがある。また、ウエハによっては、部分ごとに疎水性が異なる場合もある。

20

【0007】

図1Bは、代表的なウエハ乾燥工程18を示している。この例において、ウエハ10の部分20は親水性の領域を有し、ウエハ10の部分22は疎水性の領域を有する。部分20は水を引き寄せるので、そこには流体26が溜まる。部分22は疎水性であるので、ここでは水がはじかれ、その部分のウエハ10を薄くする。したがって、ウエハ10の疎水性の部分は、親水性の部分よりも速く乾燥する場合が多い。これは、ウエハの乾燥の一貫性を損なうので、汚染レベルの増大およびそれに伴うウエハ歩留まりの低下をもたらす。

30

【0008】

したがって、ウエハに対する流体の管理および供給を最適化し、ウエハ表面上における汚染物の堆積を低減させることによって、従来技術に伴う問題を回避することができる、方法および装置が必要とされている。このような堆積物は、今日によく見られるように、許容ウエハの歩留まりを低下させると共に、半導体ウエハの製造費用を増大させる。

40

【発明の開示】

【0009】

本発明は、概して、流体メニスカス内の活性空洞によってウエハ表面を処理可能である基板処理装置を提供することによって、これらのニーズを満たすものである。また、自己制御性によって流体メニスカスを生成するプロキシミティヘッドも提供される。なお、本発明は、工程、装置、システム、素子、または方法を含む様々な形態で実現可能である。以下では、本発明のいくつかの実施形態が説明される。

【0010】

一実施形態では、基板を処理するための装置が提供される。該装置は、作動時に基板の表面に近接するプロキシミティヘッドを有する。装置は、また、プロキシミティヘッドの

50

表面に、プロキシミティヘッド内に形成された空洞に通じる開口を有し、空洞は、開口を通じて基板の表面に活性剤を送る。装置は、更に、プロキシミティヘッドの表面に、開口を取り囲む流体メニスカスを基板の表面上に生成するように構成された複数の導管を有する。

【0011】

別の一実施形態では、基板を処理するための方法が開示される。該方法は、基板の表面の活性領域に活性剤を供給する工程と、プロキシミティヘッドを用いて、基板の表面上に活性領域を取り囲む流体メニスカスを生成する工程とを有する。

【0012】

更に別の一実施形態では、基板を処理するための方法が開示される。該方法は、基板の表面上に第1の流体メニスカスを生成する工程と、基板の表面上に、第1の流体メニスカ스에隣接する第2の流体メニスカスを生成する工程とを有する。第1の流体メニスカスおよび第2の流体メニスカスを生成する工程は、第1の流体メニスカスから少なくとも第1の流体を吸い出すことを含む。

10

【0013】

別の一実施形態では、基板を処理するための方法が開示される。該方法は、基板の表面上に流体を供給する工程と、基板の表面に流体が供給されると同時に少なくともその流体を基板の表面から吸い出す工程とを有する。流体の供給および除去は、流体メニスカスを形成する。

【0014】

20

更に別の一実施形態では、基板を処理するためのプロキシミティヘッドが提供される。該プロキシミティヘッドは、プロキシミティヘッド内に設けられ、基板の表面に流体を供給する少なくとも1つの第1の導管を有する。プロキシミティヘッドは、プロキシミティヘッド内に設けられ、少なくとも1つの第1の導管に極めて近接し、ウエハの表面から流体を吸い出す少なくとも1つの第2の導管を有する。基板の表面への流体の供給および基板の表面からの流体の吸い出しは、流体メニスカスを生成する。

【0015】

本発明は、多数の利点を有する。最も注目すべき利点は、本明細書で説明される装置および方法が、少なくとも1つの空洞を伴うプロキシミティヘッドを使用することにある。この空洞を用いてウエハ表面に活性剤を供給すれば、ウエハ表面を処理することができ、次いで、活性空洞を取り囲むメニスカスを使用して、処理済みの領域をすすぐことできる。したがって、工程環境の強力な制御および管理を通じて、より一貫したウエハ処理を行うことが可能になる。結果、ウエハの処理および製造は促進され、効率良いウエハ処理はウエハの歩留まりを向上させる。

30

【0016】

また、本明細書で説明されるプロキシミティヘッドは、吸い出し管によって流体メニスカスから流体を除去することできる。吸い出し管を用いれば、メニスカスの安定性および制御を高めることができる。なぜなら、このような一実施形態では、メニスカスが自己制御性であるためである。メニスカスに流れ込む流体が高流量であるほど、吸い出し管が流体を除去する流量率も増大する。結果、一貫したウエハ処理が行われ、ウエハ処理の歩留まりを向上させる。

40

【0017】

本発明の原理を例示した添付の図面を参照にして行われる以下の詳細な説明から、本発明の他の特徴および利点が明らかになる。

【0018】

本発明は、添付の図面を参照にして行われる以下の詳細な説明によって、容易に理解することができる。説明を容易にするため、類似の構成要素は類似の符号で示されるものとする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

50

基板を処理するための方法および装置の発明が開示される。以下の説明では、本発明の完全な理解を可能にするために、多くの詳細が特定されている。しかしながら、当業者ならば明らかなように、本発明は、これらの一部または全部の詳細を特定しなくても実施することができる。また、本発明が不必要に不明瞭になるのを避けるため、周知の工程作業の詳細な説明は省略される。

【0020】

以下では、本発明のいくつかの好ましい実施形態が説明されるが、当業者ならば、以下の説明および図面に目を通すことによって、各種の代替、追加、置換、および等価の形態を考えつくことが可能である。したがって、本発明は、本発明の真の趣旨および範囲に含まれるものとして、これらのあらゆる代替、追加、置換、および等価の形態を含むものと解釈される。

10

【0021】

以下の図面は、プロキシミティヘッドを使用して、任意の適切な形状、大きさ、および位置を有する1つまたはそれ以上の流体メニスカスを生成する、代表的なウエハ処理システムの実施形態を示すものである。一実施形態において、プロキシミティヘッドは、吸い出し管を使用して流体メニスカスから流体を除去する。別の一実施形態において、プロキシミティヘッドは、流体メニスカスによって取り囲まれた活性空洞を有することによって、高度に制御可能な処理領域を生成する。一実施形態において、処理後の領域は、活性の空洞による当該領域が最初の処理後、直ちに、別のウエハ処理作業（例えばすすぎなど）による処理を経ることができる。これは、流体メニスカスが活性空洞を取り囲んでいるためである。この技術は、例えば乾燥、エッチング、およびメッキなどのウエハ作業を任意に適切に組み合わせて実施するのに用いることができる。

20

【0022】

なお、本明細書で説明されるシステムおよびプロキシミティヘッドは、代表的なものに過ぎず、メニスカスの生成および移動を可能にする、またはメニスカス内に空洞を囲む込むことを可能にする、他の任意の適切な構成を取ることができる。図に示された実施形態において、プロキシミティヘッドは、ウエハの中心部分からウエハの縁へと直線移動されて良い。そのほかにも、プロキシミティヘッドがウエハの一端からその対角線上のもう一端へと直線移動するなどの他の実施形態が用いられても良いし、あるいは、例えば放射運動、円運動、螺旋運動、ジグザグ運動、およびランダム運動などの非直線運動が用いられても良い。また、プロキシミティヘッドは、ユーザの望むとおりに特定された任意の適切な運動軌道にしたがって移動されても良い。また、一実施形態では、ウエハを回転させると共にプロキシミティヘッドを直線移動させることによって、プロキシミティヘッドによるウエハ全面の処理を可能にして良い。また、ウエハを回転させず、ウエハ全面の処理を可能にする動作でウエハ上を移動するようにプロキシミティヘッドを構成する他の実施形態が用いられても良い。他の実施形態では、ウエハ処理作業の種類およびプロキシミティヘッドの構成に応じ、ウエハおよびプロキシミティヘッドのいずれか一方または両方を不動に構成して良い。更なる実施形態では、プロキシミティヘッドを静止した状態で維持する一方でウエハを移動させることによって、流体メニスカスによるウエハ処理を行うことができる。プロキシミティヘッドと同様に、ウエハも、所望のウエハ処理作業を実現可能である限り、任意の適切な動作で移動することができる。

30

40

【0023】

また、本明細書で説明されるプロキシミティヘッドおよびウエハ処理システムは、例えば200mmウエハ、300mmウエハ、およびフラットパネルなど、任意の形状および大きさの基板を処理するために利用されて良い。更に、プロキシミティヘッドの大きさ、ひいてはメニスカスの大きさは可変である。一実施形態では、プロキシミティヘッドの大きさおよびメニスカスの大きさは、処理されるウエハより大きくて良く、別の一実施形態では、プロキシミティヘッドの大きさおよびメニスカスの大きさは、処理されるウエハより小さくて良い。更に、本明細書で言うところのメニスカスは、例えばブラッシング、リソグラフィ、およびメガソニックなどの他の形態のウエハ処理技術と共に用いられても良

50

い。流体メニスカスは、プロキシミティヘッドによって支えられた状態で、プロキシミティヘッドによって移動される（例えばウエハに載置されたり、ウエハから降ろされたり、ウエハ上を移動したりする）。

【0024】

なお、本明細書で説明されるシステムは、代表的なものに過ぎず、本明細書で説明されるプロキシミティヘッドは、本明細書で説明される任意の適切なシステムで用いることが可能である。また、図2～8は、吸い出し管によってウエハ表面から流体を除去するメニスカス形成の形態を説明したものである。これらの図で説明されるプロセス変量（例えば流量および寸法など）は、図9～15Bで説明される活性空洞を伴うプロキシミティヘッドに用いられるプロセス変量とは異なる。また、吸い出し管による吸い出しは、本明細書で説明される任意の適切なプロキシミティヘッドに適用することができる。

【0025】

図2は、本発明の一実施形態にしたがって、ウエハ処理システム100を示している。該システム100は、ウエハの保持および回転の少なくとも一方を行うことによってウエハ表面の処理を可能にするローラ102a, 102bを有する。システム100は、また、プロキシミティヘッド106a, 106bを有し、これらのヘッドは、一実施形態では上側アーム104aおよび下側アーム104bにそれぞれ取り付けられている。一実施形態では、プロキシミティヘッド106a, 106bの少なくとも一方は、図2～15を参照にして後ほど詳述される任意の適切なプロキシミティヘッドであって良い。本明細書で言うところの「マルチメニスカスプロキシミティヘッド」は、1つまたはそれ以上の流体メニスカスを生成することができるプロキシミティヘッドを意味する。一実施形態において、第1の流体メニスカスは、第2の流体メニスカスによってほぼ取り囲まれている。一実施形態において、第1の流体メニスカスおよび第2の流体メニスカスは、第2の流体メニスカスが第1の流体メニスカスを取り囲む状態で互いに同心である。プロキシミティヘッドは、本明細書で説明される流体メニスカスを生成することができる任意の適切な装置であって良い。上側アーム104aおよび下側アーム104bは、プロキシミティヘッド106a, 106bをウエハの半径に沿ってほぼ直線移動させる（または、別の一実施形態では僅かに弧を描きながら移動させる）ことができる組立品の一部であって良い。更に別の一実施形態において、組立品は、ユーザの定めた任意の適切な動作でプロキシミティヘッド106a, 106bを移動させることができる。

【0026】

一実施形態において、アーム104は、プロキシミティヘッド106aをウエハの上方で、プロキシミティヘッド106bをウエハの下方で、それぞれウエハに近接する位置で保持するように構成される。例えば、代表的な一実施形態では、これは、上側アーム104aおよび下側アーム104bを垂直方向に移動可能に構成することによって実現される。こうすると、プロキシミティヘッド106a, 106bは、それぞれ、水平方向に移動してウエハ処理を開始する位置に到達した後に、垂直方向に移動してウエハに近接する位置に到達することができる。別の一実施形態では、上側アーム104aおよび下側アーム104bは、処理に先だつメニスカスの生成位置からプロキシミティヘッド106a, 106bを開始させるように構成することができ、この場合、プロキシミティヘッド106a, 106bの間で生成されたメニスカスは、処理されるウエハ108の縁領域からウエハ上に載置される。したがって、上側アーム104aおよび下側アーム104bは、プロキシミティヘッド106a, 106bを移動させることによって、本明細書で説明されるウエハ処理を可能にする任意の適切な構成を取ることができる。なお、システム100は、プロキシミティヘッドをウエハに近接する位置に移動させ、一実施形態において互いに同心である複数のメニスカスを生成可能および制御可能である限り、任意の適切な構成を取ることができる。なお、近接する位置は、メニスカスを維持可能である限り、任意の適切な距離だけウエハから離れた位置であって良い。一実施形態において、プロキシミティヘッド106a, 106b（および本明細書で説明される他の任意のプロキシミティヘッド）は、ウエハから約0.1mm～約10mmの距離にそれぞれ位置し、それらの位置で

ウエハ表面上に流体メニスカスを生成することができる。好ましい一実施形態では、プロキシミティヘッド106a, 106b（および本明細書で説明される他の任意のプロキシミティヘッド）は、ウエハから約0.5mm～約2.0mmの距離にそれぞれ位置し、それらの位置でウエハ表面上に流体メニスカスを生成することができ、更に好ましい一実施形態では、プロキシミティヘッド106a, 106b（および本明細書で説明される他の任意のプロキシミティヘッド）は、ウエハから約1.5mmの距離にそれぞれ位置し、その位置でウエハ表面上に流体メニスカスを生成することができる。

【0027】

一実施形態において、システム100およびアーム104は、プロキシミティヘッド106a, 106bをウエハの処理済み部分から未処理部分へと移動可能であるように構成される。なお、アーム104は、プロキシミティヘッド106a, 106bの移動によって所望のウエハ処理を実現することができる任意の適切な動作で移動することができる。一実施形態では、アーム104は、モータによる駆動によって、プロキシミティヘッド106a, 106bをウエハ表面に沿って移動させることができる。なお、図のウエハ処理システム100は、プロキシミティヘッド106a, 106bを有するものとして示されているが、例えば1つ、2つ、3つ、4つ、5つ、または6つなど、任意の適切な数のプロキシミティヘッドが用いられても良い。本明細書で説明される各種の構成は、プロキシミティヘッドとウエハとの間に流体メニスカスを生成する。生成された流体メニスカスは、ウエハを横断し、ウエハ表面に対する流体の供給および除去を通じてウエハを処理することができる。こうして、ウエハに供給される流体の種類に応じ、洗浄、乾燥、エッチング、およびメッキの少なくとも1つが実現される。また、第1の流体メニスカスが特定の作業を行う一方で、第1の流体メニスカスを少なくとも部分的に取り囲む第2の流体メニスカスは、第1の流体メニスカスと同じまたは異なる種類のウエハ処理作業を行うことができる。したがって、プロキシミティヘッド106a, 106bは、本明細書で提示される多数の構成または本明細書で説明される処理を可能にするその他の構成のいずれを取ることでもできる。なお、システム100は、ウエハの片面のみを処理しても良いし、あるいは、ウエハの上面および下面の両方を処理しても良い。

【0028】

また、ウエハの上面および下面の少なくとも一方を処理する以外に、システム100は、ウエハの片面で特定の工程を実施する一方で、ウエハのもう片面ではそれと同じ工程を実施するように、または異なる種類の流体もしくは異なる構成のメニスカスを入出力させることによって異なる工程を実施するように構成することでもできる。プロキシミティヘッドは、また、ウエハの上面および下面の少なくとも一方を処理する以外に、ウエハのはずれも処理するように構成することができる。これは、ウエハの縁からメニスカスを載せたり降ろしたりしてそのはずれを処理することによって実現される。なお、プロキシミティヘッド106a, 106bは、互いに同種の装置であっても良いし、あるいは、互いに異なる種類のプロキシミティヘッドであっても良い。

【0029】

ウエハ108は、処理されるウエハ108に近接する位置に所望のプロキシミティヘッドを配することができる限り、任意の適切な方向性で、ローラ102a, 102bによって保持され、回転されて良い。一実施形態では、ローラ102a, 102bは、時計回りに回転することによって、ウエハ108を反時計回りに回転させることができる。なお、ローラは、所望のウエハ回転に応じ、時計回りまたは反時計回りのいずれかに回転されても良い。一実施形態では、ローラ102a, 102bによってウエハ108に付与される回転は、まだ処理されていないウエハ領域をプロキシミティヘッド106a, 106bに近接させる働きをする。しかしながら、回転それ自体は、ウエハを乾燥させることも、ウエハ表面上の流体をウエハの縁へと移動させることもない。したがって、代表的なウエハ処理作業において、ウエハの未処理領域は、プロキシミティヘッド106a, 106bの直線運動およびウエハ108の回転の両方を通じてプロキシミティヘッド106a, 106bに呈される。ウエハ処理作業それ自体は、少なくとも1つのプロキシミティヘッドによ

って実施することができる。したがって、一実施形態において、ウエハ108の処理済み部分は、ウエハ処理工程の進行にともなって、ウエハ108の中心領域から縁領域へと螺旋状に拡大する。別の一実施形態では、プロキシミティヘッド106a, 106bが、ウエハ108の周囲からウエハ108の中心へと移動するにつれて、ウエハ108の処理済み部分は、ウエハ108の縁領域からウエハ108の中心領域へと螺旋状に拡大する。

【0030】

代表的な一処理作業において、プロキシミティヘッド106a, 106bは、ウエハ108の乾燥、洗浄、エッチング、およびメッキのうちの少なくとも1つの作業を実施するように構成することができる。代表的な乾燥の一実施形態において、少なくとも1つの第1の供給口(DIW供給口としても知られる)は、脱イオン水(DIW)を入力するよう10
に構成することができ、少なくとも1つの第2の供給口(IPA供給口としても知られる)は、イソプロピルアルコール(IPA)蒸気を含むN₂キャリアガスを入力するように構成することができ、少なくとも1つの排出口(真空排出口としても知られる)は、真空の提供によってウエハと特定のプロキシミティヘッドとの間の領域から流体を除去するよう20
に構成することができる。なお、流体の除去は、本明細書で説明される方法に矛盾しない効率良い除去を実現可能である限り、任意の適切な方法で実施することができる。一実施形態において、真空は、少なくとも1つの排出口(真空排出口としても知られる)を通じて提供されて良い。また、例えば少なくとも1つの排出口によってほぼ単相(例えば大部分が流体であるなど)の流体が除去される場合などの別の一実施形態では、吸い出し管などの方法が用いられても良い。少なくとも1つの排出口を通じて行われる流体の吸い出しに関しては、図8を参照にして後ほど詳述される。なお、いくつかの代表的な実施形態では、IPA蒸気が用いられているが、例えば窒素、任意の適切なアルコール蒸気、有機化合物、および揮発性化学剤など、水に混和できる任意の他の蒸気が用いられても良い。

【0031】

代表的な洗浄の一実施形態では、DIWの代わりに洗浄溶液が用いられて良い。代表的なエッチングの一実施形態は、DIWの代わりにエッチャントを用いて実施されて良い。更に別の一実施形態では、本明細書で説明された方法によってメッキが実施されて良い。また、所望の処理工程の応じ、その他の溶液が第1の供給口および第2の供給口から入力されても良い。

【0032】

プロキシミティヘッドの面上に配される供給口および排出口は、本明細書で説明されるように、安定したメニスカスを用いることができる限り、任意の適切な構成を取ることができる。一実施形態において、少なくとも1つのN₂/IPA蒸気供給口は、少なくとも1つの真空排出口に隣接することができ、この少なくとも1つの真空排出口は、更に少なくとも1つの処理流体供給口に隣接することができる。これは、IPA-真空-処理流体の方向性を形成する。このような方向性を持つ構成は、内側のメニスカスを少なくとも部分的に取り囲む外側のメニスカスを生成することができる。また、内側のメニスカスは、処理流体-真空の方向性を持つ構成によって生成されて良い。したがって、第2の流体メニスカスによって第1の流体メニスカスを少なくとも部分的に取り囲む代表的な一実施形態は、後ほど詳述されるように、IPA-真空-第2の処理流体-真空-第1の処理流体40
-真空-第2の処理流体-真空-IPAの方向性によって生成することができる。なお、望ましいウエハ処理および向上を求められているウエハ処理メカニズムに応じ、例えばIPA-処理流体-真空、処理流体-真空-IPA、および真空-IPA-処理流体など、その他の方向性の組み合わせが用いられても良い。一実施形態では、IPA-真空-処理流体の方向性を用いることによって、プロキシミティヘッドとウエハとの間に位置するメニスカスを知的に且つ強力に生成し、制御し、且つ移動させ、それによってウエハ処理を行うことができる。処理流体供給口、N₂/IPA蒸気供給口、および真空排出口は、上記の方向付けを維持可能である限り、任意の適切な配置を取ることができる。例えば、更なる一実施形態では、所望のプロキシミティヘッド構成に応じ、IPA蒸気排出口、処理流体供給口、および真空排出口の少なくとも1つからなるセットが、N₂/IPA蒸気供50

給口、真空排出口、および処理流体供給口に追加されて良い。なお、供給口および排出口の方向性の厳密な構成は、用途に応じて可変である。例えば、IPA供給口、真空、および処理流体供給口のそれぞれの位置は、各口間の距離が一致するように、あるいは一致しないように変更されて良い。また、IPA供給口、真空、および処理流体排出口の各口間の距離は、プロキシミティヘッド106aの大きさ、形状、および構成、並びに処理用メニスカスの所望の大きさ（すなわちメニスカスの形状および大きさ）に応じて異なって良い。また、本明細書では、更に、代表的なIPA－真空－処理流体の方向性を見いだすことができる。なお、ウエハ表面から流体を除去するために真空が用いられ、それがほぼ単相の流体である場合は、いつでも、図8を参照にして後ほど詳述される吸い出しを用いることが可能である。

10

【0033】

一実施形態において、プロキシミティヘッド106a、106bは、ウエハ108の上面および下面にそれぞれ近接する位置に配置され、ウエハ108の上面および下面を処理することができるウエハ処理用メニスカスを、本明細書で説明されるように、IPA供給口、DIW供給口、および真空排出口を用いてウエハ108に接触するように生成する。ウエハ処理用メニスカスは、本明細書の説明に矛盾しない方法で生成されて良い。真空は、IPAおよび処理流体の入力とほぼ同時に、ウエハ表面に近接する領域に提供されることによって、IPA蒸気、処理流体、およびウエハ表面上に存在し得る流体の少なくとも1つを除去することができる。なお、代表的な一実施形態ではIPAが用いられているが、例えば窒素、任意の適切なアルコール蒸気、有機化合物、ヘキサノール、エチルグリコール、およびアセトンなど、水に混和できる任意の他の蒸気が用いられて良い。これらの流体は、表面張力を低下させる流体としても知られている。プロキシミティヘッドとウエハとの間の領域にある部分の処理流体が、メニスカスである。なお、本明細書において、「出力」という表現は、ウエハ108と特定のプロキシミティヘッドとの間の領域から流体を除去することを意味し、「入力」という表現は、ウエハ108と特定のプロキシミティヘッドとの間の領域に流体を導入することを意味する。別の一実施形態では、プロキシミティヘッド106a、106bは、僅かに弧を描いて移動するアームの先端を移動しながらウエハ108を走査する。

20

【0034】

図3は、ウエハ処理作業を実施するプロキシミティヘッド106を、本発明の一実施形態にしたがって示している。図3～4Bは、基本的な流体メニスカスを生成する方法を示し、図5A～15Bは、より複雑なメニスカス構成を生成するための装置および方法を説明している。一実施形態において、プロキシミティヘッド106は、ウエハ108の上面108aに近接する状態で移動することによって、ウエハ処理作業を実施する。なお、プロキシミティヘッド106は、ウエハ108の下面108bの処理（例えば洗浄、乾燥、メッキ、およびエッチングなど）に用いることもできる。一実施形態において、ウエハ108は回転するので、プロキシミティヘッド106は、上面108aが処理されているあいだ、ヘッドの動きに伴って直線移動することができる。メニスカス116は、供給口302からIPA310を供給し、排出口304から真空312を提供し、供給口306から処理流体314を供給することによって生成される。なお、図3に示された供給口と排出口との方向性は、単なる代表的なものに過ぎず、安定した流体メニスカスを生成可能である限り、例えば本明細書で説明された構成などの任意の適切な供給口／排出口の方向性が用いられて良い。

30

40

【0035】

図4Aは、プロキシミティヘッド106aによって実施することができるウエハ処理作業を、本発明の一実施形態にしたがって示している。図4Aは、上面108aを処理する様子を示しているが、ウエハ処理は、ウエハ108の下面108bに対してもほぼ同様に実現することができる。一実施形態において、供給口302は、ウエハ108の上面108aにイソプロピルアルコール（IPA）蒸気を供給するために使用することができ、供給口306は、ウエハ108の上面108aに処理流体を供給するために使用することが

50

できる。また、排出口304は、ウエハ表面に近接する領域に真空を提供し、上面108aの上または近くに存在し得る流体または蒸気を除去するために使用することができる。前述のように、供給口および排出口は、メニスカス116を形成可能である限り、任意の組み合わせで使用することができる。IPAは、例えばIPA蒸気などの任意の適切な形態を取ることができ、この場合は、蒸気の形態を取るIPAがN₂ガスの使用を通じて入力される。更に、ウエハを処理するための流体（例えば洗浄流体、乾燥流体、エッチング流体、およびメッキ流体など）として、ウエハ処理を可能にするまたは促進する任意の適切な流体を用いることができる。一実施形態では、供給口302を通じてIPAの流入310を、排出口304を通じて真空312を、そして供給口306を通じて処理流体の流入314をそれぞれ提供することができる。したがって、もしウエハ108上に流体膜が残留する場合は、IPAの流入310によってウエハ表面に第1の流体圧力を、処理流体の流入314によってウエハ表面に第2の流体圧力を、そして真空312によって処理流体、IPA、およびウエハ表面上の流体膜を除去する第3の流体圧力をそれぞれ印加することができる。

【0036】

したがって、ウエハ処理の一実施形態では、ウエハ表面に処理流体の流入314およびIPAの流入310が供給されるのに伴って、（もし存在するならば）ウエハ表面上の流体が処理流体の流入314と混ざり合う。このとき、ウエハ表面に供給される処理流体の流入314は、IPAの流入310に遭遇する。IPAは、処理流体の流入314との間に界面118（IPA／処理流体界面118としても知られる）を形成し、真空312と共に、処理流体の流入314およびその他の任意の流体をウエハ108の表面から除去する手助けをする。一実施形態では、IPA／処理流体界面118は、処理流体の表面張力を低下させる。処理流体は、ウエハ表面に供給されたほぼ直後に、排出口304を通じて形成される真空によってウエハ表面上の流体と共に除去される。ウエハ表面に供給され、プロキシミティヘッドとウエハ表面との間の領域に一瞬だけ存在する処理は、ウエハ表面上の任意の流体と共にメニスカス116を形成する。このメニスカス116の境界が、IPA／処理流体界面118である。したがって、メニスカス116は、表面に供給されるとほぼ同時にウエハ表面上の任意の流体と共に除去される一定流量の流体である。このように、ウエハ表面からほぼ即時に処理流体を除去すれば、乾燥中のウエハ表面に液滴が形成される事態を阻止することができ、そうして、処理流体による作業ごとの目的（例えばエッチング、洗浄、乾燥、およびメッキなど）達成後にウエハ108が汚染される可能性を低減させることができる。また、IPAを下向きに注入することによる圧力（IPAの流量によって得られる）は、メニスカス116を封じ込めるのに有用である。

【0037】

IPAを含有するN₂キャリアガスの流量は、処理流体の流れをプロキシミティヘッドとウエハ表面との間の領域から移動させる、あるいは押し出すことによって、その流れを排出口304（真空排出口）に導いて、プロキシミティヘッドから排出させる手助けをする。なお、処理流体の流れの押し出しは、工程の必要条件ではなく、メニスカス境界の制御を最適化するためのものである。したがって、IPAおよび処理流体が排出口304に引き込まれるとき、それらの流体と共にガス（例えば空気など）も排出口304に引き込まれるので、IPA／処理流体界面118を構成する境界は非連続的である。一実施形態では、排出口304から提供される真空が処理流体、IPA、およびウエハ表面上の流体を引っ張る際の、排出口304へのこれらの流れは非連続的である。この流れの不連続性は、液体と気体との組み合わせが真空の作用下でストロー内を引き上げられる場合に類似している。したがって、プロキシミティヘッド106aの移動と共にメニスカスも移動し、メニスカスによって占有されていた領域は、IPA／処理流体界面118の移動を経て乾燥された状態になる。また、供給口302、排出口304、および供給口306は、装置の構成、並びに所望のメニスカスの大きさおよび形状に応じ、任意の数だけ用いられて良い。別の一実施形態では、液体の流量および真空の流量は、真空排出口への液体の総流量が連続的であるように、したがって、真空排出口に気体の流れ込むことがないように調

10

20

30

40

50

整される。

【0038】

N_2 /IPA、処理流体、および真空の流量としては、メニスカス116を維持可能である限り、任意の適切な流量を使用することができる。一実施形態において、供給口セット306を通じて供給される処理流体の流量は、約25ミリリットル毎分～約3,000ミリリットル毎分である。好ましい一実施形態において、供給口セット306を通じて供給される処理流体の流量は、約800ミリリットル毎分である。なお、流体の流量は、プロキシミティヘッドの大きさに応じて可変である。一実施形態において、大きいプロキシミティヘッドの流体の流量は、小さいプロキシミティヘッドのそれより大きくて良い。これは、一実施形態において、大きいプロキシミティヘッドほど多数の供給口302、供給口306、および排出口304を有するためである。

10

【0039】

一実施形態において、供給口セット302を通じて供給される N_2 /IPA蒸気の流量は、約1リットル毎分(SLPM)～約100SLPMである。好ましい一実施形態において、IPAの流量は、約6～20SLPMである。

【0040】

一実施形態において、排出口セット304を通じて提供される真空の流量は、約10立方フィート毎時(SCFH)～約1250SCFHである。好ましい一実施形態において、排出口セット304を通じて提供される真空の流量は、約350SCFHである。代表的な一実施形態では、流量計を用いて N_2 /IPA、処理流体、および真空の流量を測定

20

【0041】

なお、用いられる処理流体の種類に応じ、メニスカスを用いた任意の適切なウエハ処理工程を実施することができる。例えば、SC-1およびSC-2などの洗浄流体を処理流体として用いれば、ウエハ洗浄工程を実施することができる。同様に、異なる処理流体を同じ供給口・排出口構成で用いれば、ウエハ処理用メニスカスによって、ウエハのエッチングおよびメッキの少なくとも一方を実施することができる。一実施形態は、例えばHF、EKCの専用溶液、およびKOHなどのエッチング流体を、ウエハのエッチングに用いることができる。別の一実施形態は、例えば硫化銅、塩化金、および硫化銀などのメッキ流体を、電気入力と共に用いることができる。

30

【0042】

図4Bは、ウエハの両面を処理するシステムで用いられる代表的なプロキシミティヘッド106a、106bの側面を、本発明の一実施形態にしたがって示している。この実施形態において、メニスカス116は、供給口302、306を用いた N_2 /IPA蒸気および処理流体の入力、並びにそれに伴った排出口304を通じた真空の提供によって生成される。また、供給口306を挟んで供給口302の反対側には、処理流体の除去およびメニスカス116の完全性の維持を目的とした排出口304が設けられる。前述のように、一実施形態において、供給口302、306は、それぞれIPAの流入310および処理流体の流入314を提供するために用いられ、その一方で、排出口304は、真空312を提供するために用いられる。また、更に別の実施形態において、プロキシミティヘッド106a、106bは、本明細書で後ほど詳述される構成を取ることができる。例えばウエハ108のウエハ表面108a、108bなど、メニスカス116に接触する任意の適切な表面が、その表面に対するメニスカス116の出入りを通じて処理されて良い。

40

【0043】

図5A～7は、第1の流体メニスカスが少なくとも1つの第2の流体メニスカスによって少なくとも部分的に取り囲まれる、本発明の実施形態を示している。なお、第1の流体メニスカスおよび第2の流体メニスカスの少なくとも一方は、例えばリソグラフィ、エッチング、メッキ、洗浄、および乾燥など、任意の適切な基板/ウエハ処理作業の実施を目的として生成されて良い。第1の流体メニスカスおよび第2の流体メニスカスは、所望の基板処理作業に応じ、任意の形状または大きさを取ることができる。本明細書で説明され

50

る特定の実施形態では、第1の流体メニスカスおよび第2の流体メニスカスは同心であり、第1の流体メニスカスは第2の流体メニスカスによって取り囲まれ、第1の流体メニスカスおよび第2の流体メニスカスは連続した接続面を呈する。したがって、第1の流体メニスカスによる基板処理後、第1の流体メニスカスによって処理された部分のウエハは、大気を実質的に接触することなく直ちに第2の流体メニスカスによって処理される。また、第1の流体メニスカスは、所望の作業に応じ、一実施形態では第2の流体メニスカスに接触して良いし、別の一実施形態では第2の流体メニスカスに直接接触しなくて良い。

【0044】

図5Aは、本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-1を示している。該マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-1は、ウエハ表面に第1の流体を供給できる複数のソース供給口306aを含む。第1の流体は、複数のソース排出口304aを通じて提供される吸い出しまたは真空によって、ウエハ表面から除去することができる。したがって、第1の流体メニスカスは、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-1の処理表面の第1の流体メニスカス領域402内に設けられた導管によって生成することができる。

10

【0045】

マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-1は、また、ウエハ表面に第2の流体を供給できる複数のソース供給口306bを含む。第2の流体は、複数のソース排出口304bを通じて提供される真空によって、ウエハ表面から除去することができる。一実施形態において、第2の流体の一部は、第1の流体の除去と共に、複数のソース排出口304aからも除去される。一実施形態において、複数のソース排出口304aは、ソース供給口306a、306bを通じてウエハに供給された液体を除去するので、単相流体除去導管とも称される。このような単相除去では、吸い出しおよび真空の少なくとも一方を用いることができる。吸い出しが用いられる場合は、メニスカスは自己制御される。なぜなら、ウエハ表面に供給される流体が増すにつれ、吸い出しによってウエハ表面から除去される流体も増すからである。したがって、たとえ流量が可変であっても、吸い出しは、流体メニスカスに流入する流量に応じて流体の除去率を増減させることができる。吸い出しによるウエハ表面からの（例えばウエハ表面上のメニスカスからの）単相流体の除去に関しては、図8を参照にして後ほど詳述される。

20

【0046】

また、複数のソース排出口306bは、ソース供給口306bからの第2の流体および流体メニスカスの外の空気を除去するので、二相除去導管とも称される。したがって、一実施形態では、排出口306bが液体および気体の両方を除去するのに対し、排出口306aは液体のみを除去する。したがって、第2の流体メニスカスは、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-1の第2の流体メニスカス領域404内に設けられた導管によって形成することができる。

30

【0047】

マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-1は、ウエハ表面に第3の流体を供給できる複数のソース供給口302を随意に含むことができる。一実施形態において、第3の流体は、ウエハ表面に第2の流体を供給することによって形成される第2の流体メニスカスの液体／気体境界の表面張力を低下させられる表面張力低下流体であって良い。

40

【0048】

また、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-1（または本明細書で取り上げられる任意の他のプロキシミティヘッド）の処理表面（例えばマルチメニスカスプロキシミティヘッドの表面領域のうち導管が存在する領域）は、例えば平らな表面、隆起した表面、および凹んだ表面など、任意の適切な形状構造を取ることができる。一実施形態において、マルチメニスカス106-1の処理表面は、ほぼ平らな表面を有して良い。

【0049】

図5Bは、本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-1の断面を示している。マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-1は、

50

複数のソース供給口306aを通じて第1の流体を供給することができ、複数のソース排出口304aを通じた吸い出しおよび真空の少なくとも一方によって第1の流体を除去することができる。第1の流体メニスカス116aは、複数のソース排出口304aによってほぼ取り囲まれた領域の下方に位置する。マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-aは、また、複数のソース供給口306bを通じて第2の流体を供給することができ、第2の流体メニスカスの片側に位置する複数のソース排出口304aおよびもう片側に位置する複数のソース排出口304bを通じて第2の流体を除去することができる。一実施形態では、第2の流体メニスカス116bを構成する流体の表面張力を低下させるために、複数のソース供給口302から第3の流体が供給されて良い。複数のソース供給口302は、第2の流体メニスカス116bをより良く閉じこめるために、随意に角度を付けられて良い。

10

【0050】

図6Aは、本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-2を示している。該プロキシミティヘッド106-2は、一実施形態において、設備プレート454およびボディ458を含む。なお、プロキシミティヘッド106-2は、本明細書で説明されるような第1の流体メニスカスおよび第2の流体メニスカスを生成可能である限り、部品の数および種類の少なくとも一方を任意に適切に設定されて良い。設備プレート454およびボディ458は、一実施形態ではボルトで締め合わされて良く、別の実施形態では接着剤で接合されて良い。設備プレート454およびボディ458は、ユーザの望む用途および作業に応じ、同じ材料で作成されても良いし、または異なる材料で作成されても良い。

20

【0051】

プロキシミティヘッド106-2は、導管を備えた処理表面458を含み、それらの導管を通じてウエハの表面に流体を供給したりウエハの表面からウエハを除去したりすることができる。一実施形態において、処理表面458は、隆起領域452によって示されるように、表面453より隆起している。なお、処理表面458は、必ずしも隆起している必要はなく、処理されるウエハ表面に対向するプロキシミティヘッド106-2の表面453とはほぼ同一平面であっても良い。

【0052】

図6Bは、本発明の一実施形態にしたがって、プロキシミティヘッド106-2の処理表面458を示している。一実施形態において、処理表面458は、プロキシミティヘッド106-2の流体メニスカス生成領域である。処理表面458は、第1の流体メニスカスおよび第2の流体メニスカスを生成可能であるように、任意の適切な数および種類の導管を含むことができる。一実施形態において、処理表面458は、流体供給口306a、流体排出口304a、流体供給口304b、流体排出口304b、および流体供給口302を含む。

30

【0053】

流体供給口306aは、ウエハの表面に第1の流体を供給することができ、流体供給口306bは、ウエハの表面に第2の流体を供給することができる。また、流体排出口304aは、吸い出しまたは真空によって、ウエハの表面から第1の流体および第2の流体の一部を除去することができ、流体排出口304bは、真空の提供によって、ウエハの表面から第2の流体の一部を除去することができ、流体供給口302は、第2の流体の表面張力を低下させる流体を供給することができる。第1の流体および第2の流体の少なくとも一方は、リソグラフィ、エッチング、メッキ、洗浄、すすぎ、および乾燥のうちの任意の一作業を促進することができる任意の適切な流体であって良い。

40

【0054】

図6Cは、本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-2の処理表面458を、より詳細に示している。処理表面458は、流体供給口306aおよび流体排出口304aを含む第1の流体メニスカス領域402を含む。処理表面458は、また、流体供給口306b、流体排出口304b、および流体供給口30

50

2を含む第2の流体メニスカス領域404を含む。したがって、第1の流体メニスカス領域402は、第1の流体メニスカスを生成することができ、第2の流体メニスカス領域404は、第2の流体メニスカスを生成することができる。

【0055】

図6Dは、ボディ456と結合することによってマルチメニスカスプロキシミティヘッド106-2を形成する設備プレート454を、本発明の一実施形態にしたがって示している。流体供給口306a、304b、302に対応する流路は、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-2の設備プレート454からボディ456へと流体を供給し、流体排出口306a、304bに対応する流路は、ボディ456から設備454へと流体を除去する。一実施形態では、流路506a、504a、506b、504b、502が、それぞれ流体供給口306a、流体排出口306a、流体供給口304a、流体排出口304b、および流体供給口302に対応する。

10

【0056】

図6Eは、本発明の一実施形態にしたがって、プロキシミティヘッド106-2の断面を示している。図6Dを参照にして上述されたように、流路506a、506b、502は、それぞれ、第1の流体、第2の流体、および第3の流体を流体供給口306a、306b、302に供給することができる。また、流路504aは、第1の流体と第2の流体との組み合わせを流体排出口304aから除去することができ、流路504bは、第2の流体と第3の流体との組み合わせを流体排出口304bから除去することができる。一実施形態において、第1の流体は、ウエハ表面に対し、例えばエッチング、リソグラフィ、洗浄、すすぎ、および乾燥などの任意の適切な作業を行うことができる第1の処理流体である。第2の流体は、第1の流体と同じまたは異なる第2の処理流体である。第1の流体と同様に、第2の流体も、例えばエッチング、リソグラフィ、洗浄、すすぎ、および乾燥などの処理を促進することができる任意の適切な処理流体であって良い。

20

【0057】

図7は、本発明の一実施形態にしたがって、代表的なウエハ処理作業におけるマルチメニスカスプロキシミティヘッドの断面を示している。図7は、ウエハ108の上面を処理する様子を示しているが、当業者ならば明らかなように、ウエハ108の上面および下面は、ウエハ108の上面に配された本明細書で説明される任意のプロキシミティヘッドおよびウエハ108の下面に配された本明細書で説明される任意のプロキシミティヘッドによって同時に処理することができる。一実施形態では、第1のウエハ処理化学剤が、流体供給口306aを通じてウエハ108に供給される。第1のウエハ処理化学剤によるウエハ表面の処理後、その第1のウエハ処理化学剤は、流体排出口304aを通じてウエハ表面から除去される。第1のウエハ処理流体は、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-2とウエハ108との間に第1の流体メニスカス116aを形成することができる。一実施形態では、例えば脱イオン水(DIW)などの第2の処理流体が、流体供給口306bを通じてウエハ表面に供給される。

30

【0058】

前述のように、第2の処理流体は、ウエハ表面上で所望の作業を実現することができる任意の適切な流体であって良い。DIWによるウエハ表面の処理後、DIWは、ソース排出口304a、304bの両方を通じてウエハ表面から除去される。マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-2とウエハ表面との間のDIWは、第2の流体メニスカス116bを形成することができる。

40

【0059】

一実施形態では、第2の流体メニスカス116bの液体／気体境界を安定に維持するために、例えば窒素ガスに含有されるイソプロピルアルコール蒸気などの表面張力低下流体が、ソース供給口302を通じてウエハ表面に随意に供給されて良い。一実施形態において、第2の流体メニスカス116bは、第1の流体メニスカス116aをほぼ取り囲むことができる。こうすると、第2の流体メニスカス116bは、第1の流体メニスカス116aによる処理後、ほぼ直ちに、その第1の流体メニスカス116aによって処理された

50

部分のウェハ表面に作用しはじめることができる。したがって、一実施形態において、第2の流体メニスカス116bは、第1の流体メニスカス116aの回りに第1の流体メニスカス116aと同心の輪を形成する。なお、第1の流体メニスカス116aは、例えば円形、楕円形、正方形、長方形、三角形、および四辺形など、任意の適切な幾何学形状を取って良い。第2の流体メニスカス116bは、第1の流体メニスカス116aの形状如何にかかわらず、第1の流体メニスカス116aを少なくとも部分的に取り囲むように構成することができる。なお、前述のように、第1の流体メニスカス116aおよび第2の流体メニスカス116bの少なくとも一方には、所望のウェハ処理作業に応じ、任意の適切な流体が用いられて良い。

【0060】

なお、安定した流体メニスカスを生成するためには、ソース供給口306aを通じて第1の流体メニスカスに輸入される第1の流体の量が、ソース排出口304aを通じて除去される第1の流体の量に、ほぼ等しいことが望ましい。また、ソース供給口306bを通じて第2の流体メニスカスに輸入される第2の流体の量も、ソース排出口304a、304bを通じて除去される第2の流体の量に、ほぼ等しいことが望ましい。一実施形態において、これらの流体の流量は、ウェハ108からのプロキシミティヘッド106-2の距離480によって決定される。なお、距離480は、メニスカスを安定した状態で維持可能および移動可能である限りは任意の適切な距離であって良い。距離480は、一実施形態では50ミクロン～5ミリメートルであり、別の一実施形態では0.5～2.5ミリメートルである。距離480は、好ましくは約1～1.5ミリメートルである。一実施形態では、距離480は約1.3ミリメートルである。

【0061】

図7に示されるような流体の流量は、第1の流体メニスカスおよび該第1の流体メニスカスをほぼ取り囲む第2の流体メニスカスを生成することができる任意の適切な流量であって良い。これらの流体の流量は、第1の流体メニスカスと第2の流体メニスカスとの間に望まれる区別に応じて異なって良い。一実施形態において、ソース供給口306aは、約600cc毎分の流量で第1の流体を供給することができ、ソース供給口306bは、約900cc毎分の流量で第2の流体を供給することができ、ソース排出口304aは、約1200cc毎分の流量で第1の流体および第2の流体を除去することができ、ソース排出口304bは、約300cc毎分の流量で第2の流体および空気（もしN₂に含有されるIPA蒸気などの表面張力低下流体がウェハ表面に供給される場合は、そのN₂に含有されるIPA蒸気）を除去することができる。一実施形態において、ソース排出口304aを通じて排出される流体の流量は、ソース供給口306aを通じて供給される流体の流量の2倍に等しくて良い。ソース供給口306bを通じて供給される流体の流量は、ソース供給口306aを通じて供給される流量プラス300に等しくて良い。なお、当業者ならば明らかなように、ソース供給口306a、306bとソース供給口304a、304bとの間の具体的な流量関係は、本明細書で説明される処理領域の構成およびプロキシミティヘッドの構成の少なくとも一方に応じて可変である。

【0062】

更に、ソース排出口304aを通じて行われる吸い出しは、最適な流量を自動的に生成することによって、自己制御メニスカスを形成する。自己制御メニスカスにおいて、ソース排出口304aを通じて排出される流体の流量は、ソース供給口306a、306bを通じて供給される流量に応じて自動的に調整される。ソース排出口304aによって除去される流体がほぼ単相である限り、吸い出しは、流体メニスカスの形状および大きさを自己制御するように機能し続けることができる。

【0063】

図8は、本発明の一実施形態にしたがって、吸い出しシステム500を示している。一実施形態において、吸い出しは、ソース排出口を通じた流体の除去（例えば内側の戻り流）を制御するために用いることができる。一実施形態において、吸い出しが用いられる際に真空は用いられないので、流体メニスカスからの流体の流れは、真空タンク内で真空を

生成する清浄な乾燥空気の圧力変動に影響されない。これは、内側の戻り流の安定性を向上させるので、メニスカス全体の安定性を高める結果となる。また、メニスカスは、自己制御性になるので、より強固さを増す。

【0064】

一実施形態において、吸い出しシステム500は、プロキシミティヘッド106に結合された少なくとも1本の吸い出し管548を有する。1本またはそれ以上の吸い出し管548は、プロキシミティヘッド内に結合されることによって、プロキシミティヘッド106によって生成された流体メニスカスから流体を除去することができる。一実施形態において、吸い出し管548のもう一端は、プロキシミティヘッド106から除去された流体の排出先である受けタンク560に接続される。一実施形態において、受けタンクは、プロキシミティヘッド106よりも低い高度に位置することによって、吸い出し作業を促進する。一実施形態において、吸い出しシステム500は、垂直距離580に対応する重力が垂直距離582に対応する重力よりも小さくなるように構成される。最大吸い出し流量は、プロキシミティヘッド106から受けタンクへの流体の伝わり具合によって制御することができる。したがって、具体的な吸い出し流量は、管路上の流量制限器550を通じて得られる。したがって、流量制限器550を固定制御すれば、吸い出し流量を設定状態のままで維持することができる。また、流量制限器550を可変制御すれば、吸い出し流量を同調制御することができる。一実施形態において、流量制限器550は、例えば流量制御可能な弁などの任意の適切な装置であって良い。

【0065】

一実施形態において、吸い出し流は、タンク内真空を介して導入されることによって、乾燥した管路を充填することができる。一実施形態において、吸い出し管548の充填は、真空を提供し、プロキシミティヘッド106で生成された流体メニスカスからの液体を満たすことによって行われる。吸い出し管548が液体で満たされると、真空は、吸い出し管548内の流体を受けタンク560に引き込む。このような流れが始まると、受けタンク560内のタンク内真空は減少し始め、吹出し管548を通る流体の流れは吸い出しの作用によって促進される。

【0066】

別の一実施形態では、制限器550として遮断弁を用いることによって、タンク内真空による助けなしに流れを開始させたり停止させたりすることができる。吸い出し管548が充填された（例えば液体を満たされた）状態にあるときは、吸い出し流は、弁を開くことによって開始される。吸い出し管548が乾燥した状態にあるときは、吸い出し流は、先ず管に流体を充填し、次いで弁を開くことによって開始される。したがって、一実施形態において、吸い出し流は、システム内のあらゆる単相液体管に対して用いることができる。また、吸い出し流は、管がほぼ液体で満たされている限り、気泡を伴う状態でも作動することができる。

【0067】

なお、吸い出しシステム500は、液体などの単相の流体を除去する流体戻りシステムを伴った、任意の適切なプロキシミティヘッド106と共に用いることができる。

【0068】

図9は、活性の空洞を伴うプロキシミティヘッド106-3を、本発明の一実施形態にしたがって示している。一実施形態において、プロキシミティヘッド106-3は、図10を参照にして詳述される横断面と、図11を参照にして詳述される縦断面とを有する。プロキシミティヘッド106-3の処理表面の代表例に関しては、図15Aを参照にして後ほど詳述される。

【0069】

図10は、作動時におけるプロキシミティヘッド106-3の横断面を、本発明の一実施形態にしたがって示している。一実施形態において、プロキシミティヘッド106-3は、空洞642に通じるソース供給口640を有する。空洞642は、活性剤を空洞642に入力し、その入力された活性剤を開口（例えば活性空洞窓624）を通じてウエハ表

面に供給可能である限り、プロキシミティヘッド106-3内において、任意の適切な形状を取ると共に任意の適切な体積を占めることができる。一実施形態において、空洞642に通じる開口は、ソース供給口306を通じたウエハ表面への流体の供給およびソース排出口304a、304bを通じた流体メニスカス116からの流体の除去によって生成される流体メニスカス116によって、ほぼ取り囲まれる。空洞642は、活性空洞窓624を介してウエハ表面に活性剤を送り込むために使用することができる。なお、活性空洞窓624は、処理を望まれているウエハ表面の領域の大きさおよび形状に応じ、その大きさおよび形状の少なくとも一方を任意に適切に設定することができる。一実施形態において、活性空洞窓624は、空洞642に通じる開口を構成している。ウエハ表面のうち、活性空洞窓624内に位置すると共に活性剤による処理を受ける領域は、活性領域として知られる。活性剤は、ウエハを処理することができる任意の適切な液体、気体、蒸気、またはその他の形態の化学剤（例えば泡など）であって良い。一実施形態において、活性剤は、例えばオゾン、キレート剤（例えばEDTAなど）、洗浄化学剤（例えばSC1およびSC2など）、並びに半水溶性溶媒（例えば、ATMI ST-255やATMI PT-15（コネティカット州ダンベリー所在のATMIによる）、EKC5800（登録商標、カリフォルニア州ダンビル所在のEKCテクノロジーによる）、およびHFなど）などの物質を含んで良い。活性剤は、ソース供給口640を介して投入することができる。ソース供給口640は、一実施形態ではノズル（例えばフラットファン、コーンスプレー、および噴霧器など）を伴うことができる。なお、ソース供給口640は、活性剤を空洞642に運び込むことができる任意の適切な開口であって良い。

【0070】

作動時において、活性剤は、活性空洞窓624を取り囲むメニスカス116によってすすがれる、あるいはさもなければ除去される。こうすれば、ウエハ108は、乾燥した状態で出し入れすることが可能になる。これは、一実施形態において、ウエハが、ウエハ処理前に乾燥状態にあると共に、たとえ活性空洞窓624内において活性剤による処理を経たウエハ処理後もほぼ乾燥状態にあることを意味する。したがって、活性剤は、プロキシミティヘッド106-3内の空洞に閉じ込めることができる。

【0071】

一実施形態において、空洞642は、オゾン（または他の酸化気体）を導入され、活性空洞窓624内のウエハ表面は、加熱されたすすぎ用のDIWメニスカスであるメニスカス116によって湿らされる。このとき、オゾンは、ウエハの境界層を通じてウエハ表面の有機材料と反応し、それらをウエハ表面から取り除く。これは、例えばフォトレジストの剥ぎ取りなどの作業で用いることができる。

【0072】

なお、図10で用いられる導管（すなわち排出口および供給口）パターン並びにプロキシミティヘッド構造、並びに本明細書で説明される他の導管パターンおよびプロキシミティヘッド構造は、代表的なものに過ぎず、本明細書で説明されるプロキシミティヘッド構造は、活性剤による基板処理を受けられる基板表面上の領域をほぼ取り囲む流体メニスカスを生成するために用いることができる任意の適切なプロキシミティヘッド構造を範囲に含むものとする。

【0073】

図11は、本発明の一実施形態にしたがって、プロキシミティヘッド106-3の縦断面を示している。図10を参照にして上述されたように、プロキシミティヘッド106-3は、空洞窓624に通じるソース供給口640を有する。図11に示された実施形態では、プロキシミティヘッド106-3の縦断面内に、4つのソース供給口640が設けられている。なお、ソース供給口640は、所望のウエハ処理作業の種類および空洞窓624に入力される活性剤の所望の量に応じ、例えば1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10など、任意の適切な数だけプロキシミティヘッド106-3内に設けられても良い。また、この縦断面図に示されたプロキシミティヘッドは、流体メニスカス116を生成するためのソース供給口306、ソース排出口304a、304、およびソース供給口30

10

20

30

40

50

2を有する。一実施形態において、ソース供給口306は、ウエハ表面に処理流体（例えばすすぎ流体）を供給することができる。処理流体は、ソース排出口304a, 304bによってウエハ表面から除去される。なお、ソース供給口302は、プロキシミティヘッド106-3に随意に設けられるので、プロキシミティヘッド106-3の構成次第では、ソース供給口302を使用せずとも安定した流体メニスカスを生成することが可能である。一実施形態において、ソース供給口302が用いられる場合は、ソース供給口302によって、ウエハ表面および流体メニスカス116の外縁に表面張力低下流体を供給することができる。したがって、生成された流体メニスカス116は、活性空洞窓624を取り囲む。

【0074】

図12は、活性空洞窓624を伴うプロキシミティヘッド106-4の横断面を、本発明の一実施形態にしたがって示している。なお、図12に示された横断面は、図10を参照にして説明された横断面とは別の実施形態である。一実施形態において、プロキシミティヘッド106-4の横断面は、空洞642に活性剤を入力することができるソース供給口640を有する。活性剤は、したがって、活性空洞窓642によって定められた基板表面上の活性領域を処理することができる。また、プロキシミティヘッド106-4の横断面は、ソース供給口306およびソース排出口304a, 304b, 304cを有する。一実施形態において、プロキシミティヘッド106-4は、ソース供給口306を通じて、活性領域をほぼ取り囲むウエハ表面上の領域に流体を供給することができる。ソース排出口304a, 304b, 304cは、活性領域をほぼ取り囲むウエハ表面上の領域から流体を取り除くことができる。このような流体の供給および除去は、活性領域をほぼ取り囲む流体メニスカスを生成することができる。このような一実施形態では、先ず、ウエハ表面の活性領域を処理するために活性剤が供給され、次いで、ウエハまたはプロキシミティヘッドのいずれかが移動され、流体メニスカス116によって、活性領域内のウエハ表面に対して更なる処理（例えば洗浄、すすぎ、およびエッチングなど）が実施される。

【0075】

図12に示された実施形態では、ソース排出口304aは、真空を用いることによって、ウエハ表面から流体を除去する。一実施形態において、ソース排出口304aは、ソース供給口304aによって供給された流体と、活性剤によって処理されたウエハ表面の活性領域に残留する流体および材料の少なくとも一方と、を除去することができる。本実施形態のソース排出口304bは、単相のメニスカスを除去する導管であって良い。本実施形態において、ソース排出口304bは、流体メニスカス116を構成する流体を、真空および吸い出しの少なくとも一方を用いて除去することができる。本実施形態のソース排出口304cは、真空を用いることによって、流体メニスカス116の外側領域から流体を取り除き、そうして、流体メニスカス116の外縁を定めることができる。

【0076】

図13は、本発明の一実施形態における、複数のメニスカスを複数の空洞と共に伴うプロキシミティヘッド106-5の横断面を示している。プロキシミティヘッド106-5の横断面図は、図10を参照にして説明された横断面とは別の実施形態である。また、例えば横断面図に示されたソース供給口306bおよびソース排出口304c, 304dなどのソース供給口およびソース排出口は、z軸方向に広がることができる。なお、ソース供給口およびソース排出口は、本明細書で説明された方法および説明に矛盾しない流体メニスカスを生成することができる限り、任意の適切な形態で配することができる。一実施形態において、プロキシミティヘッド106-5は、複数の空洞642a, 642bを有する。なお、本明細書で説明されるプロキシミティヘッドは、所望のウエハ処理作業に応じ、例えば1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10などの任意の適切な数の空洞を含むことができる。なお、空洞642a, 642bは、それぞれの空洞に通じる開口が流体メニスカスによってほぼ取り囲まれる限り、任意の適切な形状および位置を取ることができる。

【0077】

一実施形態において、プロキシミティヘッド106-5は、ウエハ表面に流体を供給するためのソース供給口304bと、ウエハ表面から流体を除去するためのソース排出口304c, 304dとを含むことによって、流体メニスカス116cを生成することができる。プロキシミティヘッド106-5は、また、ソース供給口306aと、ソース排出口304a, 304bとを含むことによって、活性空洞窓624aによって定められた活性領域をほぼ取り囲む流体メニスカス116bを生成して良い。プロキシミティヘッド106-5は、更に、ソース供給口306cと、ソース排出口304e, 304fとを含むことによって、活性空洞窓624bをほぼ取り囲むことができる流体メニスカス116bを生成して良い。一実施形態において、プロキシミティヘッド106-5は、それぞれソース供給口640a, 640bを通じて空洞642a, 642bに活性剤を供給することができる。プロキシミティヘッド106-5の処理表面の代表例に関しては、図15Bを参照にして後ほど詳述される。

10

【0078】

図14A~14Eは、プロキシミティヘッド構造の代表例を示している。なお、活性空洞窓は、どの実施形態においても、活性空洞窓をほぼ取り囲む流体メニスカスを生成する導管によってほぼ取り囲まれている。

【0079】

図14Aは、本発明の一実施形態にしたがって、十字型のプロキシミティヘッド106-6を示している。一実施形態において、活性空洞窓624は十字型である。作動時において、プロキシミティヘッド106-6は、活性空洞窓624の回りに流体メニスカス116を生成するように構成することができる。

20

【0080】

図14Bは、本発明の一実施形態にしたがって、円形のプロキシミティヘッド106-7を示している。一実施形態において、活性空洞窓624は円形である。作動時において、プロキシミティヘッド106-7は、活性空洞窓624の回りに流体メニスカス116を生成するように構成することができる。

【0081】

図14Cは、本発明の一実施形態にしたがって、楕円形のプロキシミティヘッド106-8を示している。一実施形態において、活性空洞窓624は楕円形である。作動時において、プロキシミティヘッド106-8は、活性空洞窓624の回りに流体メニスカス116を生成するように構成することができる。

30

【0082】

図14Dは、本発明の一実施形態にしたがって、帯状のプロキシミティヘッド106-9を示している。一実施形態において、活性空洞窓624は帯状である。作動時において、プロキシミティヘッド106-9は、活性空洞窓624の回りに流体メニスカス116を生成するように構成することができる。

【0083】

図14Eは、本発明の一実施形態にしたがって、くさび形のプロキシミティヘッド106-10を示している。一実施形態において、活性空洞窓624はくさび形である。作動時において、プロキシミティヘッド106-10は、活性空洞窓624の回りに流体メニスカス116を生成するように構成することができる。

40

【0084】

図15Aは、本発明の一実施形態にしたがって、プロキシミティヘッド106-3の処理表面700の代表例を示している。一実施形態において、処理表面700は、図10, 11を参照にして詳述されたように、空洞642を有する。処理表面700は、また、図10, 11を参照にして詳述されたように、空洞642に通じる開口をほぼ取り囲む領域701を有し、この領域701は、例えばソース供給口306およびソース排出口304a, 304bなど、流体メニスカス116を生成することができる複数の導管を含む。一実施形態において、これらの複数の導管は、空洞642を取り囲むことができる。

【0085】

50

図15Bは、本発明の一実施形態にしたがって、プロキシミティヘッド106-5の処理表面704の代表例を示している。一実施形態において、処理表面704は、図13を参照にして詳述されたように、空洞642a, 642bを有することができる。また、プロキシミティヘッド106-5は、これらの空洞に通じる開口をほぼ取り囲む領域702, 706, 704も含むことができる。これらの領域702, 706, 704は、流体メニスカス116a, 116c, 116bを生成することができる複数の導管を含む。一実施形態において、これらの複数の導管は、図13を参照にして詳述されたように、ソース供給口306a, 306b, 306cおよびソース排出口304a, 304b, 304c, 304d, 304e, 304fを含むことができる。

【0086】

10

以上では、いくつかの好ましい実施形態に基づいて本発明が説明されたが、当業者ならば、以上の明細書および添付の図面を吟味することによって、各種の代替、追加、置換、および等価の形態を実現することができる。したがって、本発明は、本発明の真の趣旨および範囲に含まれるものとして、このようなあらゆる代替、追加、置換、および等価の形態を含むものとする。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1A】SRD乾燥工程におけるウエハ上の洗浄流体の動きを示した図である。

【図1B】代表的なウエハ乾燥工程を示した図である。

【図2】本発明の一実施形態にしたがって、ウエハ処理システムを示した図である。

20

【図3】ウエハ処理作業を実施するプロキシミティヘッドを、本発明の一実施形態にしたがって示した図である。

【図4A】プロキシミティヘッドによって実施することができるウエハ処理作業を、本発明の一実施形態にしたがって示した図である。

【図4B】ウエハの両面を処理するシステムで用いられる代表的なプロキシミティヘッドの側面を、本発明の一実施形態にしたがって示した図である。

【図5A】本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッドを示した図である。

【図5B】本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッドの側面を示した図である。

30

【図6A】本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッドを示した図である。

【図6B】本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッドの処理表面を示した図である。

【図6C】本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッドの処理表面を、より詳細に示した図である。

【図6D】ボディと結合することによってマルチメニスカスプロキシミティヘッドを形成する設備プレートを、本発明の一実施形態にしたがって示した図である。

【図6E】本発明の一実施形態にしたがって、マルチメニスカスプロキシミティヘッドの断面を示した図である。

40

【図7】本発明の一実施形態にしたがって、代表的なウエハ処理作業におけるマルチメニスカスプロキシミティヘッドの断面を示した図である。

【図8】本発明の一実施形態にしたがって、吸い出しシステムを示した図である。

【図9】活性空洞を伴うプロキシミティヘッドを、本発明の一実施形態にしたがって示した図である。

【図10】作動時におけるプロキシミティヘッドの横断面を、本発明の一実施形態にしたがって示した図である。

【図11】本発明の一実施形態にしたがって、プロキシミティヘッドの縦断面を示した図である。

【図12】活性空洞窓を伴うプロキシミティヘッドの横断面を、本発明の一実施形態にし

50

たがって示した図である。

【図 1 3】本発明の一実施形態において、複数のメニスカスを複数の空洞と共に伴うプロキシミティヘッドの横断面を示した図である。

【図 1 4 A】本発明の一実施形態にしたがって、十字型のプロキシミティヘッドを示した図である。

【図 1 4 B】本発明の一実施形態にしたがって、円形のプロキシミティヘッドを示した図である。

【図 1 4 C】本発明の一実施形態にしたがって、楕円形のプロキシミティヘッドを示した図である。

【図 1 4 D】本発明の一実施形態にしたがって、帯状のプロキシミティヘッドを示した図である。

10

【図 1 4 E】本発明の一実施形態にしたがって、くさび型のプロキシミティヘッドを示した図である。

【図 1 5 A】本発明の一実施形態にしたがって、プロキシミティヘッドの処理表面の代表例を示した図である。

【図 1 5 B】本発明の一実施形態にしたがって、プロキシミティヘッドの処理表面の代表例を示した図である。

【図 1 A】

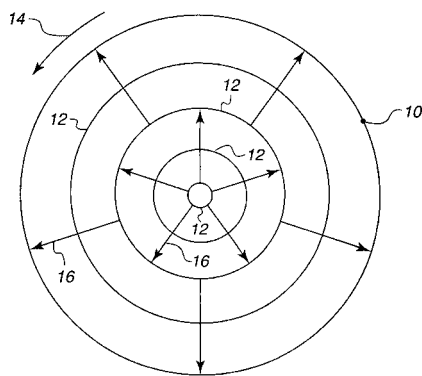


Fig. 1A
(従来技術)

【図 1 B】

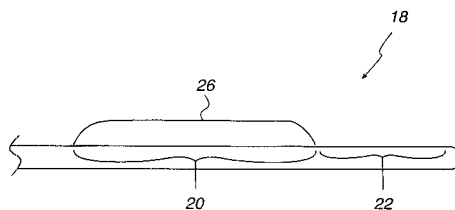


Fig. 1B
(従来技術)

【図 2】

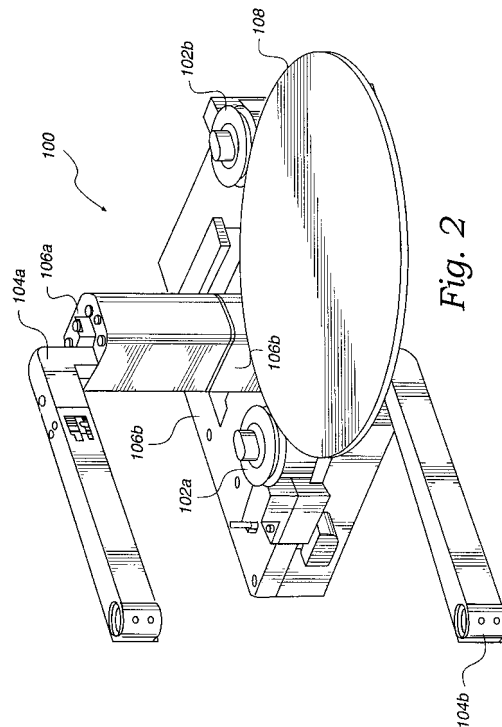
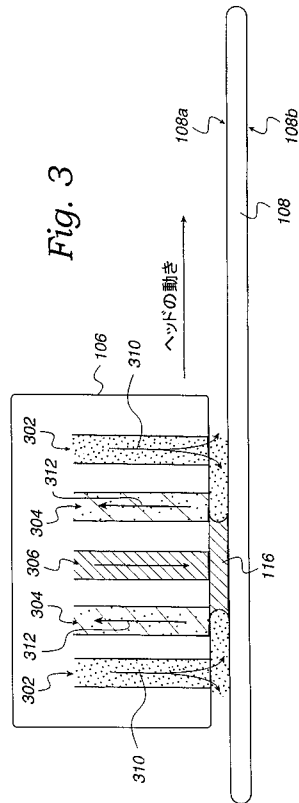
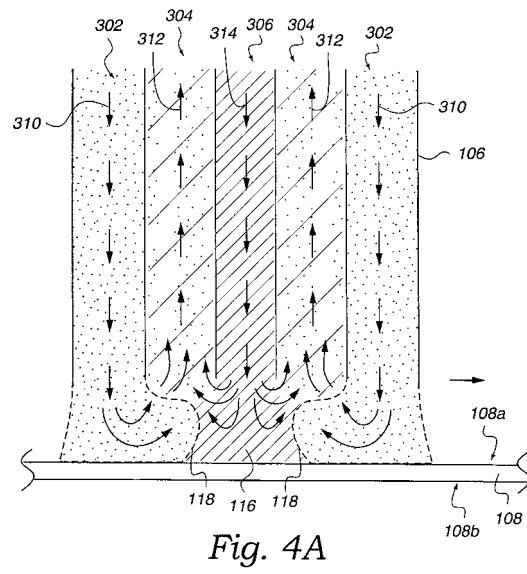


Fig. 2

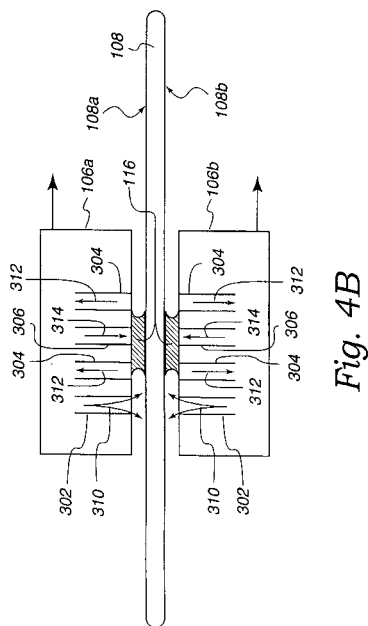
【図 3】



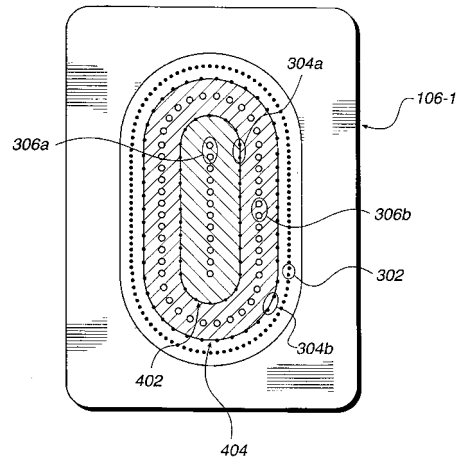
【図 4 A】



【図 4 B】



【図 5 A】



【図 5 B】

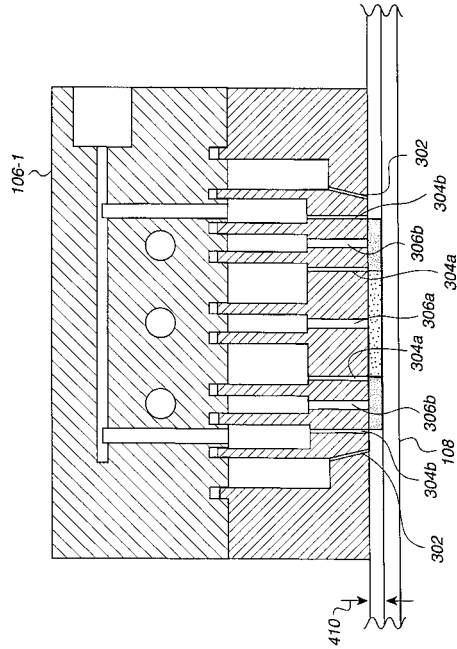


Fig. 5B

【図 6 A】

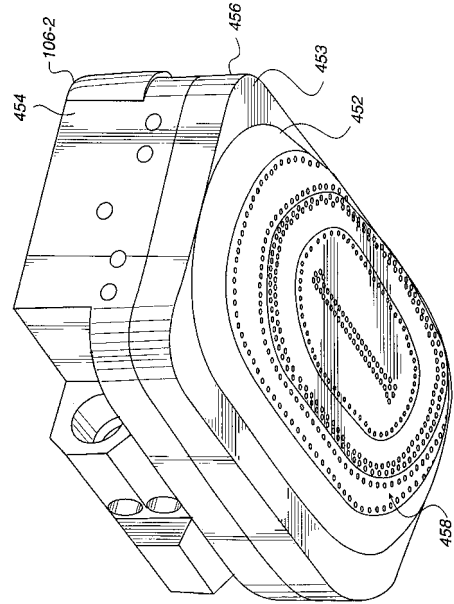


Fig. 6A

【図 6 B】

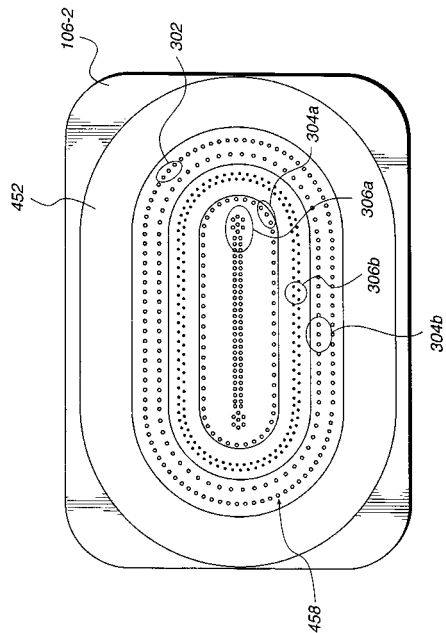


Fig. 6B

【図 6 C】

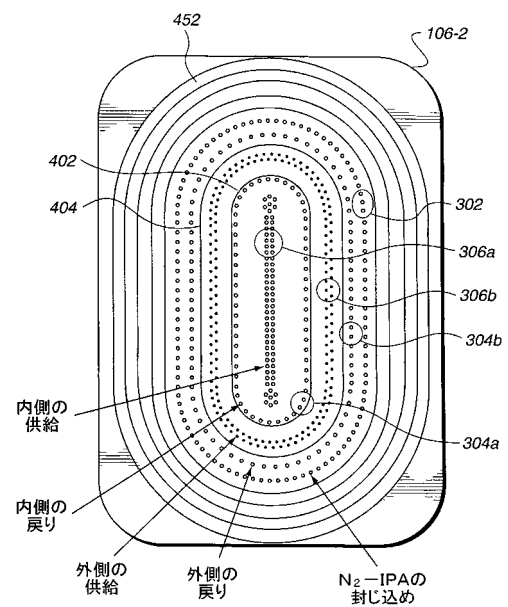


Fig. 6C

【図 6 D】

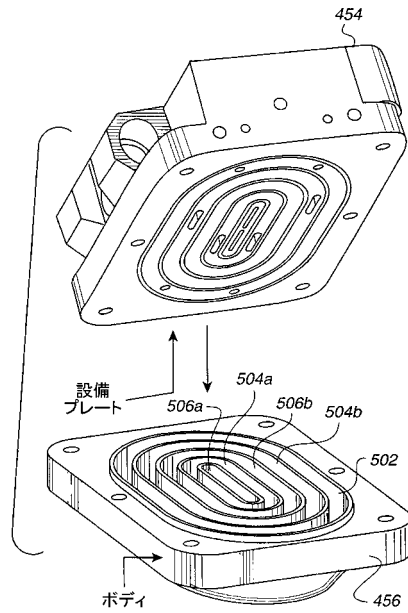


Fig. 6D

【図 6 E】

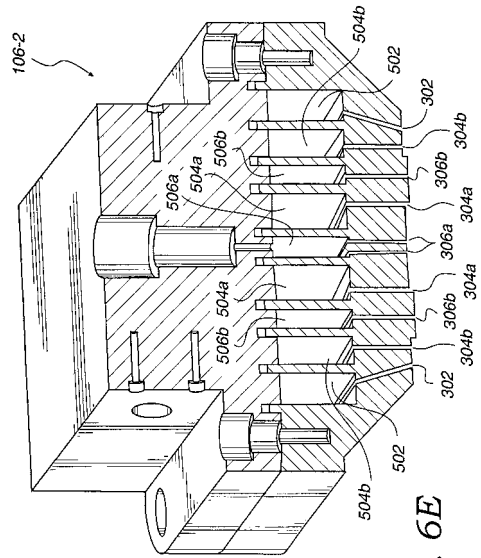
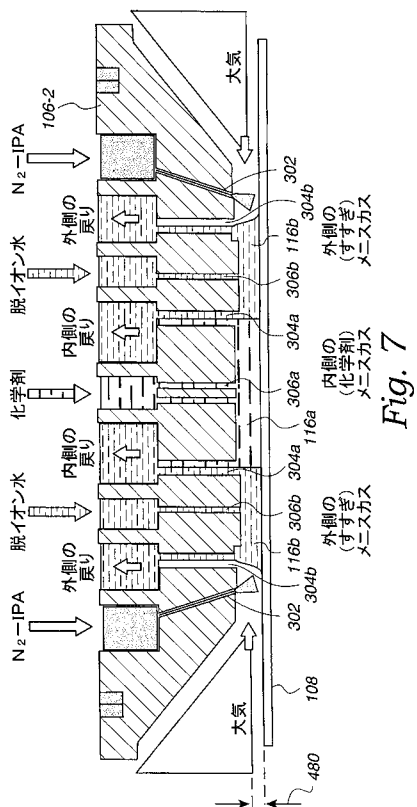


Fig. 6E

【图 7】



【图 8】

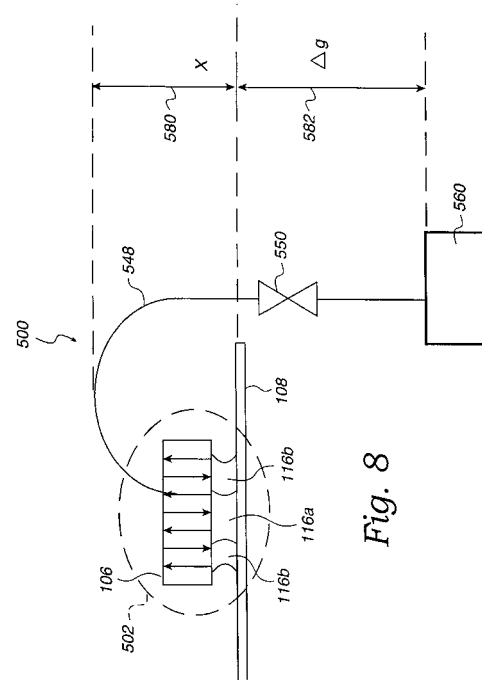


Fig. 8

【図 9】

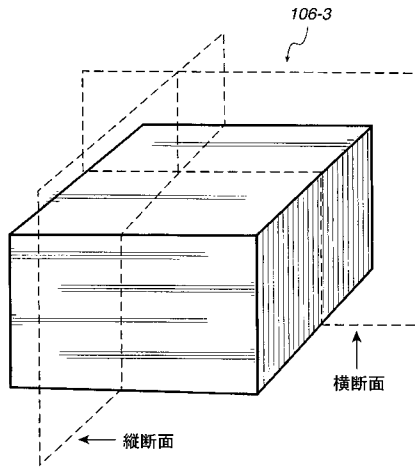


Fig. 9

【図 10】

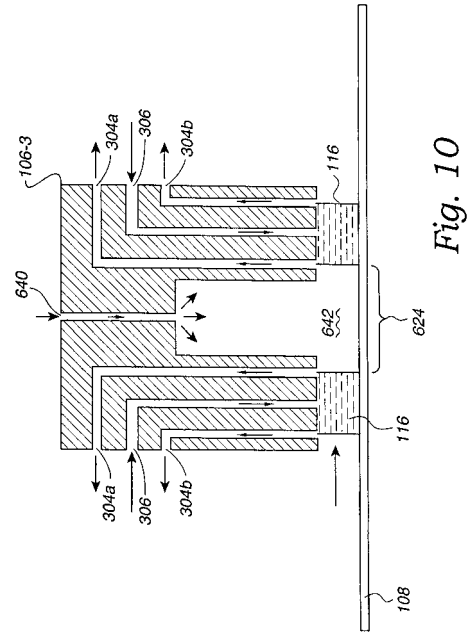


Fig. 10

【図 11】

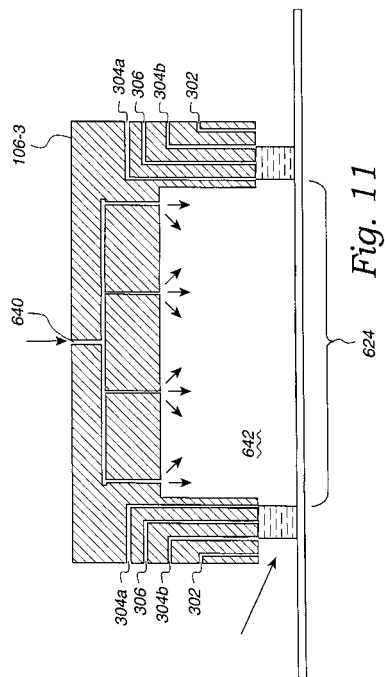


Fig. 11

【図 12】

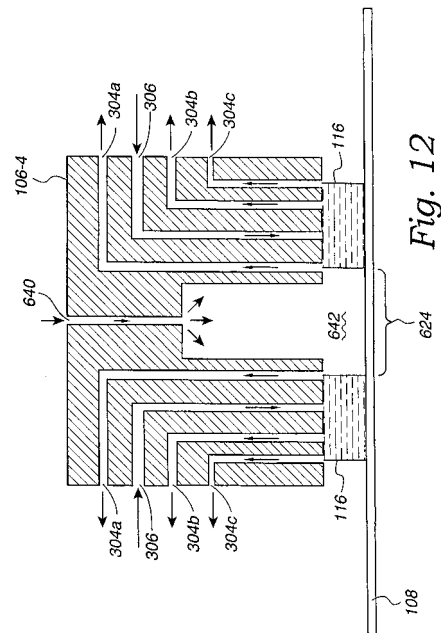


Fig. 12

【図 13】

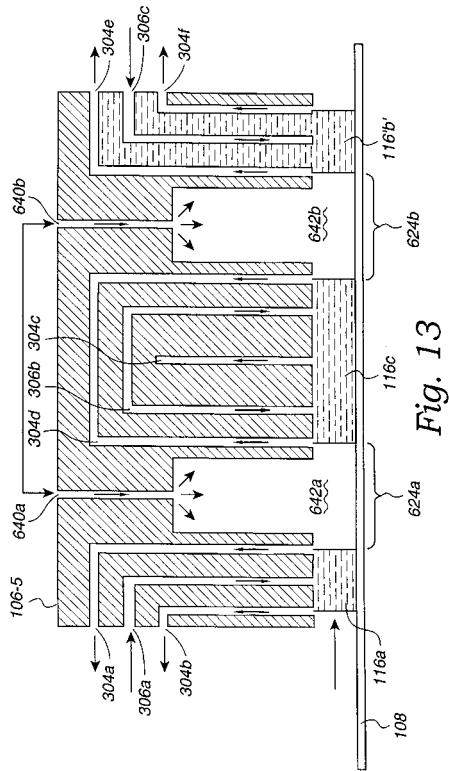


Fig. 13

【図 14 A】

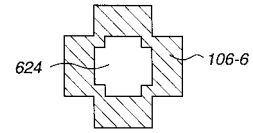


Fig. 14A

【図 14 B】

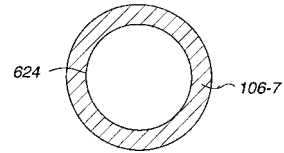


Fig. 14B

【図 14 C】

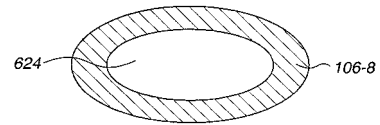


Fig. 14C

【図 14 D】

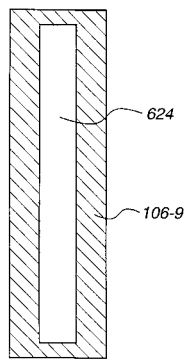


Fig. 14D

【図 14 E】

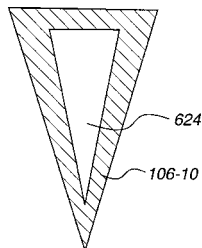


Fig. 14E

【図 15 A】

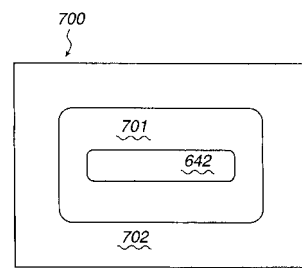


Fig. 15A

【図 15 B】

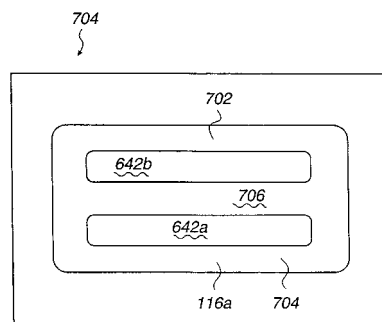


Fig. 15B

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2004/030052 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/304