(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4630103号
(P4630103)
(45)発行日　平成23年2月9日(2011.2.9)　(24)登録日　平成22年11月19日(2010.11.19)

(51)Int.Cl.　F I
H01L 21/304 (2006.01)　H01L 21/304 643A
H01L 21/304 647A
H01L 21/304 648G

請求項の数 24　外国語出願　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願2005-100376 (P2005-100376)
(22)出願日　平成17年3月31日 (2005.3.31)
(65)公開番号　特開2005-311354 (P2005-311354A)
(43)公開日　平成17年11月4日 (2005.11.4)
審査請求日　平成20年3月25日 (2008.3.25)
(31)優先権主張番号　10/817398
(32)優先日　平成16年4月1日 (2004.4.1)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(73)特許権者　592010081
ラム　リサーチ　コーポレーション
ＬＡＭ　ＲＥＳＥＡＲＣＨ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国，カリフォルニア　９４５３８，フレモント，クッシング　パークウェイ　４６５０
(74)代理人　110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72)発明者　ミカイル・コロリク
アメリカ合衆国　カリフォルニア州９５１３１　サン・ホセ，ウェイン・サークル，１７５１

最終頁に続く

(54)【発明の名称】近接ヘッドを用いたウエハ乾燥中の周囲環境の制御

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板処理方法であって、
前記基板を処理するための流体メニスカスを生成する工程と、
前記基板の表面に前記流体メニスカスを作用させる工程と、
前記基板処理の環境における表面からの流体の蒸発を低減する工程と、を備え、
前記流体の蒸発を低減する工程は、基板処理環境を管理する工程を含み、
前記基板処理環境を管理する工程は、前記基板処理環境内に気体を投入して、前記基板処理環境内の流体の蒸発速度を低減する工程を備える、基板処理方法。
【請求項２】
請求項１に記載の基板処理方法であって、
前記気体は、高い相対湿度を有する、基板処理方法。
【請求項３】
請求項２に記載の基板処理方法であって、
前記高い相対湿度を有する前記気体は、液体槽に気体を送り込み、前記液体槽を通って気泡を形成する蒸気を捕らえることによって生成される、基板処理方法。
【請求項４】
請求項２に記載の基板処理方法であって、
前記高い相対湿度を有する前記気体は、約５０％から約１００％の間の相対湿度を有する、基板処理方法。

【請求項５】
請求項２に記載の基板処理方法であって、
前記高い相対湿度を有する前記気体は、約９０％から約１００％の間の相対湿度を有する、基板処理方法。
【請求項６】
請求項２に記載の基板処理方法であって、
前記高い相対湿度を有する前記気体は、約１００％の相対湿度を有する、基板処理方法。
【請求項７】
請求項１に記載の基板処理方法であって、
前記基板処理環境を管理する工程は、さらに、前記基板表面上の流体の厚さを検出する工程を備える、基板処理方法。
【請求項８】
請求項１に記載の基板処理方法であって、
前記気体は、特定の液体の水中濃度を維持する、基板処理方法。
【請求項９】
請求項８に記載の基板処理方法であって、
前記特定の液体は、アルコール、アセトン、および共沸混合物の内のいずれかである、基板処理方法。
【請求項１０】
請求項８に記載の基板処理方法であって、
前記特定の液体はイソプロピルアルコール（ＩＰＡ）である、基板処理方法。
【請求項１１】
請求項８に記載の基板処理方法であって、
前記特定の液体の水中濃度を維持する前記気体は、イソプロピルアルコール（ＩＰＡ）を蒸気の状態で含むN_2搬送ガスである、基板処理方法。
【請求項１２】
基板処理装置であって、
基板表面を処理するための流体メニスカスを生成できる近接ヘッドと、
前記近接ヘッドを収容すると共に、環境制御気体を供給されるよう構成されたチャンバと、を備え、
前記環境制御気体は、前記近接ヘッドの表面からの流体の蒸発速度を低減する、基板処理装置。
【請求項１３】
請求項１２に記載の基板処理装置であって、さらに、
前記環境制御気体を生成するよう構成されたウエハ処理環境生成部を備える、基板処理装置。
【請求項１４】
請求項１２に記載の基板処理装置であって、
前記ウエハ処理環境生成部は気泡生成部である、基板処理装置。
【請求項１５】
請求項１４に記載の基板処理装置であって、
前記気泡生成部は、液体槽に気体を投入すると共に前記液体槽を通過した前記気体を捕らえるよう構成されている、基板処理装置。
【請求項１６】
請求項１２に記載の基板処理装置であって、
前記環境制御気体は、高い相対湿度を有する気体である、基板処理装置。
【請求項１７】
請求項１２に記載の基板処理装置であって、
前記環境制御気体は、特定の液体の水中濃度を維持する、基板処理装置。

【請求項１８】
請求項１７に記載の基板処理装置であって、
前記特定の液体は、イソプロピルアルコール、ＤＩＷおよびＩＰＡ、アルコール、ＤＩＷおよびアルコール、ケトン、およびエーテルの内のいずれかである、基板処理装置。
【請求項１９】
基板処理装置であって、
基板表面を処理するための流体メニスカスを生成できる近接ヘッドと、
前記近接ヘッドの表面に配置され、前記近接ヘッドの前縁側に位置する領域に環境制御気体を供給するよう構成された開口部と、を備え、
前記環境制御気体は、前記近接ヘッドの表面からの流体の蒸発速度を低減する、基板処理装置。
【請求項２０】
請求項１９に記載の基板処理装置であって、
前記環境制御気体は、高い相対湿度を有する気体である、基板処理装置。
【請求項２１】
請求項１９に記載の基板処理装置であって、
高い相対湿度を有する前記気体は、約５０％から約１００％の間の相対湿度を有する、基板処理装置。
【請求項２２】
請求項２０に記載の基板処理装置であって、
前記高い相対湿度を有する前記気体は、約９０％から約１００％の間の相対湿度を有する、基板処理装置。
【請求項２３】
請求項２０に記載の基板処理装置であって、
前記高い相対湿度を有する前記気体は、約１００％の相対湿度を有する、基板処理装置。
【請求項２４】
請求項１９に記載の基板処理装置であって、
前記環境制御気体は、特定の液体の水中濃度を維持する、基板処理装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体ウエハ処理に関し、特に、ウエハ表面に対して流体の供給および除去をより効率的に行うと共に、汚染を低減し、ウエハの洗浄コストを減らすための装置および技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体チップの製造処理では、洗浄および乾燥などの動作を用いてウエハを処理する必要があることが周知である。これらの種類の動作においては、ウエハに対する動作処理のために効果的に流体の供給および除去を行う必要がある。
【０００３】
例えば、望ましくない残留物をウエハの表面に残すような製造動作が実行された場合には、ウエハの洗浄を行わなければならない場合がある。そのような製造動作の例としては、プラズマエッチング（例えば、タングステンエッチバック（ＷＥＢ））や化学機械研磨（ＣＭＰ）が挙げられる。ＣＭＰでは、ウエハは、回転するコンベヤベルトに向かってウエハ表面を押し付ける保持部中に配置される。このコンベヤベルトは、化学薬品および研磨剤からなるスラリを用いて、研磨作用を引き起こす。残念ながら、この処理は、ウエハ表面にスラリの粒子と残留物とを堆積させる傾向がある。望ましくない残留物と粒子がウエハ上に残ると、特に、ウエハ表面のスクラッチやメタライゼーション形状間の相互作用の不具合などの欠陥を引き起こしうる。場合によっては、かかる欠陥が、ウエハ上の素子

を動作不能にすることもある。したがって、動作不能な素子を有するウエハを廃棄するために掛かる必要以上のコストを避けるためには、望ましくない残留物を残す製造動作の後に、十分かつ効率的にウエハを洗浄することが必要である。

【０００４】

ウエハが湿式洗浄された後に、残留した水または洗浄流体がウエハ上に残留物を残すことを防止するためには、ウエハを効果的に乾燥する必要がある。液滴の形成の際に通常起きるように、ウエハ表面の洗浄流体が蒸発すると、洗浄流体に溶けていた残留物すなわち汚染物質が、蒸発後にウエハ表面に留まる（例えば、水滴の跡を形成する）。蒸発を防止するためには、ウエハ表面に液滴が形成されないよう、できるだけ迅速に洗浄流体を除去する必要がある。これを実現するために、回転乾燥、ＩＰＡ、マランゴニ乾燥など、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すべて、適切に維持されれば液滴の形成なしにウエハ表面を乾燥できるウエハ表面上の何らかの形態の移動する気液界面を用いる。残念ながら、前述の乾燥方法のすべてでしばしば起きるように、移動する気液界面が崩れると、液滴が形成されて蒸発が起き、ウエハ表面に汚染物質が残る。現在、最も広く用いられている乾燥技術は、回転リンス乾燥（ＳＲＤ）である。

【０００５】

図１Ａは、ＳＲＤ乾燥処理中のウエハ１０上の洗浄流体の動きを示す図である。この乾燥処理では、湿ったウエハが、回転１４によって高速で回転される。ＳＲＤでは、遠心力によって、ウエハ洗浄に用いられた水または洗浄流体が、ウエハの中央からウエハの外側へと引き寄せられ、最終的に、流体方向矢印１６で示すようにウエハから離脱する。洗浄流体がウエハから引き離されている間に、乾燥処理の進行に応じて、移動する気液界面１２が、ウエハの中央に形成され、ウエハの外側に移動する（すなわち、移動する気液界面１２によって形成される円が大きくなる）。図１の例では、移動する気液界面１２によって形成される円の内側領域は、流体を含まず、移動する気液界面１２によって形成される円の外側は、洗浄流体である。したがって、乾燥プロセスが進むにつれて、移動する気液界面１２の内側部分（乾燥領域）は増大し、移動する気液界面１２の外側部分（湿潤領域）は減少する。上述したように、移動する気液界面１２が崩れると、洗浄流体の液滴がウエハ上に形成され、液滴の蒸発によって、汚染が起きる場合がある。したがって、液滴の形成と、それに続く蒸発とを制限し、ウエハ表面から汚染物質を遠ざけることが必要である。残念ながら、現在の乾燥方法では、移動する液界面の崩壊の防止に、部分的に成功しているにすぎない。

【０００６】

さらに、ＳＲＤ処理では、疎水性のウエハ表面を乾燥するのは困難である。疎水性のウエハ表面は、水や水ベース（水性）洗浄溶液をはじくため乾燥しにくい。したがって、乾燥処理が進んで、洗浄流体がウエハ表面から引き離されると、残った洗浄流体は、（水性のものであれば）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最小の面積で接触しようとする。さらに、水性の洗浄溶液は、表面張力によって（すなわち、水素分子結合によって）、凝集する傾向がある。したがって、疎水性の相互作用と表面張力のために、水性洗浄流体のボール（すなわち、液滴）が、疎水性のウエハ表面上に制限なく形成される。この液滴の形成により、前述のように、有害な蒸発と汚染が生じる。ＳＲＤの制限は、液滴に作用する遠心力が最小であるウエハの中央において、特に厳しい。したがって、ＳＲＤ処理は現在、最も一般的なウエハ乾燥方法であるが、特に疎水性のウエハ表面に用いる場合には、ウエハ表面での洗浄流体の液滴の形成を低減することが困難な場合がある。ウエハの一部分が、様々な疎水性を有する場合がある。

【０００７】

図１Ｂは、代表的なウエハ乾燥処理１８を示す図である。この例では、ウエハ１０の部分２０が親水性の領域を有し、部分２２が疎水性の領域を有する。部分２０は、水を引きつけるため、流体２６は、その領域にたまる。部分２２は疎水性であるため、その領域は水をはじき、ウエハ１０のその部分においては、比較的薄い水の膜が形成される。したが

って、ウエハ１０の疎水性部分は、しばしば、親水性部分よりも早く乾燥する。これにより、ウエハの乾燥にむらが生じる場合があり、汚染のレベルが増大して、ウエハの製品歩留まりが低下することになる。

【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て、ウエハ表面の汚染堆積物を低減することにより従来技術を超える方法および装置が必要とされている。かかる堆積物により、現在しばしば起こっているように、許容可能なウエハの歩留まりが低下し、半導体ウエハの製造コストが上昇する。

【発明の開示】

【０００９】

概して、本発明は、これらの要求を満たすために、ウエハ表面の流体を効果的に除去すると同時に、ウエハの汚染を低減することができる基板処理装置を提供する。本発明は、処理、装置、システム、デバイス、または、方法を含む種々の形態で実施できることを理解されたい。以下では、本発明の実施形態をいくつか説明する。

【００１０】

一実施形態では、基板処理方法であって、基板を処理するための流体メニスカスを生成する工程と、基板の表面に流体メニスカスを作用させる工程と、を備える、基板処理方法が提供されている。その方法は、さらに、基板の処理環境における表面からの流体の蒸発を低減する工程を含む。

【００１１】

別の実施形態では、基板処理方法であって、基板を処理するための流体メニスカスを生成する工程と、基板の表面に流体メニスカスを作用させる工程と、を備える、基板処理方法が提供されている。その方法は、さらに、基板の処理環境における表面からの流体の蒸発が低減されるように、基板処理環境を管理する工程を含む。

【００１２】

さらに別の実施形態では、基板処理装置であって、基板表面を処理するための流体メニスカスを生成できる近接ヘッドと、近接ヘッドを収容すると共に環境制御気体を供給されるよう構成されたチャンバと、を備える、基板処理装置が提供されている。

【００１３】

別の実施形態では、基板処理装置であって、基板表面を処理するための流体メニスカスを生成できる近接ヘッドと、近接ヘッドの表面に配置され、近接ヘッドの前縁側に位置する領域に環境制御気体を供給するよう構成された導管と、を備える、基板処理装置が提供されている。

【００１４】

本発明には、数多くの利点がある。特に、本明細書に記載の装置および方法は、半導体ウエハを効率的に処理（例えば、ウエハに対する流体の供給および除去の最適な管理を含む洗浄、乾燥など）すると共に、ウエハ表面に残る望ましくない流体および汚染物質を低減する。したがって、ウエハの処理および生産を向上することが可能であり、効率的なウエハ処理が実行されることから、ウエハの歩留まりを改善することができる。

【００１５】

本発明は、ウエハからの流体の蒸発を高度に管理しつつ、流体メニスカスを生成および利用することにより、最適なウエハ処理を可能にする。特に、ウエハ処理領域の周囲の大気の相対湿度は、例えば、高いレベルとなるように管理されてよい。したがって、ウエハ処理領域の相対湿度が高い場合には、ウエハの流体の蒸発は、高度な管理が可能になる。ウエハ処理チャンバ全体は、高い相対湿度を有する制御された大気を有してよい。さらに、ウエハ周辺の限られた領域が、制御された相対湿度を有することにより、ウエハからの流体の蒸発を管理可能なレベルに維持できる。

【００１６】

本発明のその他の態様および利点については、本発明の原理を例示した添付図面に沿って行う以下の詳細な説明によって明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】
【００１７】
基板を処理する方法および装置のための発明が開示されている。以下の説明では、本発明の完全な理解を促すために、数多くの具体的な詳細事項が示されている。しかしながら、当業者にとって明らかなように、本発明は、これらの具体的な詳細事項の一部もしくはすべてがなくとも実施可能である。また、本発明が不必要に不明瞭となることを避けるため、周知の処理動作の説明は省略した。
【００１８】
本発明は、いくつかの好ましい実施形態に沿って説明されているが、当業者が、これまでの明細書および図面から、様々な変更、追加、置き換え、および等価物を理解することは明らかである。したがって、本発明は、本発明の真の趣旨および範囲内での変更、追加、置き換え、および等価物の全てを含むよう意図されている。
【００１９】
以下の図面は、代表的なウエハ処理システムの実施形態を示す。特に、以下の図面は、近接ヘッドを用いて、制御された環境下で流体メニスカスを形成することで、ウエハ処理環境（基板処理環境としても知られる）における湿度を低減する代表的なウエハ処理システムの実施形態を示す。本明細書に記載されたシステムは、例示的なものであり、近接ヘッドがウエハに近接するように移動することを可能にする任意の他の適切な構成を、制御された環境と共に用いてよいことを理解されたい。図示された実施形態では、近接ヘッドは、ウエハの中央部分からウエハの縁部まで直線的に移動できる。近接ヘッドが、ウエハの一方の縁部から直径方向の反対側に位置する縁部まで直線的に移動する他の実施形態を用いたり、放射状の移動、円状の移動、渦巻き状の移動、千鳥状の移動など、他の非直線的な移動を用いたりしてもよいことを理解されたい。移動は、ユーザが望む任意の適切な指定された移動形態を取ってもよい。さらに、一実施形態では、ウエハが回転されると共に、近接ヘッドが直線的に移動されてよいため、近接ヘッドは、ウエハのすべての部分を処理することができる。また、ウエハが回転されず、近接ヘッドが、ウエハのすべての部分を処理できるようにウエハ全体にわたって移動するよう構成されている他の実施形態を用いてもよいことを理解されたい。さらに、本明細書に記載した近接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、フラットパネルなど、任意の形状およびサイズの基板を洗浄および乾燥するために用いられてよい。近接ヘッドによって、流体メニスカスが支持および移動（例えば、ウエハへの接触および離脱、ウエハに沿った移動など）されてよいことも理解されたい。
【００２０】
図２Ａは、本発明の一実施形態に従ったウエハ処理システム１００を示す図である。システム１００は、本明細書に記載されたように流体メニスカスを生成することができる近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂを備える。一実施形態では、近接ヘッド１０６ａはウエハの上側でウエハに近接し、近接ヘッド１０６ｂはウエハの下側でウエハに近接する。システム１００は、近接ヘッドをウエハに近接した状態で移動させて、メニスカスを生成および制御できる限りは、任意の適切な方法で構成されてよいことを理解されたい。さらに、近接とは、メニスカスを維持できる限りは、ウエハからの任意の適切な距離であってよいことも理解されたい。一実施形態では、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂ（および、本明細書に記載される任意の他の近接ヘッド）はそれぞれ、ウエハ表面で流体メニスカスを生成するために、ウエハから約０．１ｍｍないし約１０ｍｍの範囲に配置されてよい。好ましい実施形態では、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂ（および、本明細書に記載された任意の他の近接ヘッド）はそれぞれ、ウエハ表面で流体メニスカスを生成するために、約０．５ｍｍないし約４．５ｍｍの範囲に配置されてよく、より好ましい実施形態では、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂ（および、本明細書に記載された任意の他の近接ヘッド）は、ウエハ表面で流体メニスカスを生成するために、ウエハから約２ｍｍに配置されてよい。
【００２１】

一実施形態では、システム１００、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂは、ウエハの処理済みの部分から未処理の部分へ移動されてよい。近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂは、ウエハの処理を望ましく実行できるように近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂを移動できる任意の適切な方法で移動されてよいことを理解されたい。ウエハ処理システム１００は、図によると、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂを備えているが、例えば、１、２、３、４、５、６など、任意の適切な数の近接ヘッドを用いてよいことを理解されたい。さらに、ウエハ処理システム１００の近接ヘッド１０６ａおよび／または１０６ｂは、例えば、本明細書に記載された近接ヘッドによって示されるように、任意の適切なサイズまたは形状を有してよい。本明細書に記載された様々な構成は、近接ヘッドとウエハとの間に流体メニスカスを生成する。流体メニスカスは、ウエハ全体にわたって移動されることで、ウエハ表面に流体を供給および除去することにより、ウエハを処理してよい。かかる方法で、ウエハに供給される流体に応じて、洗浄、乾燥、エッチング、および／または、メッキを実現することができる。したがって、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂは、本明細書に記載したような任意の数多くの種類の構成を有してもよいし、本明細書に記載された処理を可能とする他の構成を有してもよい。また、システム１００は、ウエハの片面を処理してもよいし、ウエハの上面および下面の両方を処理してもよい。

【００２２】

さらに、ウエハの上面および／または下面を処理することに加えて、システム１００は、異なる種類の流体を投入および出力したり、異なる構成のメニスカスを用いたりすることにより、ある種類の処理（例えば、エッチング、洗浄、乾燥、メッキなど）でウエハの片側を処理しつつ、同じ処理または他の種類の処理でウエハの他方の側を処理するよう構成されてよい。近接ヘッドは、ウエハの上面および／または下面を処理することに加えて、ウエハのベベル縁部を処理するよう構成されてもよい。これは、ベベル縁部を処理するメニスカスをウエハの縁部から離脱（または、縁部に接触）するように移動させることにより実現できる。また、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂは、同じ型の装置であってもよいし違う型の装置であってもよいことを理解されたい。

【００２３】

代表的なウエハ処理動作においては、ウエハの未処理領域は、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂの直線的な移動とウエハ１０８の回転の両方によって、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂに近接されてよい。ウエハ処理動作自体は、近接ヘッドの少なくとも一方によって実行されてよい。したがって、一実施形態では、ウエハ１０８の処理済み部分は、処理動作が進むにつれて、渦巻き状の動きでウエハ１０８の中央部から縁部へと広がることになる。別の実施形態において、近接ヘッド１０６aおよび１０６ｂが、ウエハ１０８の周縁部からウエハ１０８の中央部に移動された場合には、ウエハ１０８の処理済み部分は、渦巻き状の動きでウエハ１０８の縁部からウエハ１０８の中央部へと広がることになる。

【００２４】

代表的な実施動作では、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂは、ウエハ１０８を乾燥、洗浄、エッチング、および／または、メッキするよう構成されてよいことを理解されたい。代表的な乾燥の実施形態では、少なくとも１つの第１の流入口（インレット）（ＤＩＷ流入口としても知られる）は、脱イオン水（ＤＩＷ）を投入するよう構成されてよく、少なくとも１つの第２の流入口（インレット）（ＩＰＡ流入口としても知られる）は、イソプロピルアルコール（ＩＰＡ）を蒸気の状態で含むN_2搬送ガスを投入するよう構成されてよく、少なくとも１つの流出口（アウトレット）（真空流出口としても知られる）は、真空を用いて、ウエハと特定の近接ヘッドとの間の領域から流体を取り除くよう構成されてよいことを理解されたい。一部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、揮発性化学物質など、水に混和できる任意の他の種類の蒸気を用いてもよいことを理解されたい。上述の任意の適切なアルコール蒸気は、飽和した炭素原子に結合したヒドロキシル基を有する任意の適切な炭素ベースの化学物質であってよいことを理解されたい。

【００２５】
代表的な洗浄の実施形態では、例えば、ＳＣ－１、ＳＣ－２などの洗浄溶液が、ＤＩＷの代わりに用いられてよい。さらに、所望の処理動作に応じて、他の種類の溶液が第１の流入口および第２の流入口に投入されてもよい。
【００２６】
近接ヘッドの片面に配置された流入口および流出口は、本明細書に記載するような安定したメニスカスが利用可能である限りは、任意の適切な構成を有してよいことを理解されたい。一実施形態では、少なくとも１つのN_2／ＩＰＡ蒸気流入口が、少なくとも１つの真空流出口に隣接し、その真空流出口が、少なくとも１つの処理流体流入口に隣接することで、ＩＰＡ－真空－処理流体配置を形成してよい。所望のウエハ処理や、強化したいウエハ処理メカニズムの種類に応じて、ＩＰＡ－処理流体－真空、処理流体－真空－ＩＰＡ、真空－ＩＰＡ－処理流体など、他の種類の配置を用いてもよいことを理解されたい。別の実施形態では、近接ヘッドとウエハとの間に配置されるメニスカスを高度かつ強力に生成、制御、および移動して、ウエハを処理するために、ＩＰＡ－真空－処理流体配置を用いてよい。処理流体流入口、N_2／ＩＰＡ蒸気流入口、および真空流出口は、上述の配置が維持される限りは、任意の適切な方法で構成されてよい。例えば、N_2／ＩＰＡ蒸気流入口、真空流出口、および処理流体流入口に加えて、さらなる実施形態では、所望の近接ヘッドの構成に応じて、ＩＰＡ蒸気流入口、処理流体流入口、および／または、真空流出口のセットを追加してもよい。ＩＰＡ－真空－処理流体配置の正確な構成は、用途に応じて変更されてよいことを理解されたい。例えば、ＩＰＡ投入、真空、および処理流体投入の位置の間の距離は、それらの距離が一致するように変更してもよいし、一致しないように変更してもよい。さらに、ＩＰＡ投入、真空、および処理流体投入の間の距離は、近接ヘッド１０６ａのサイズ、形状、構成や、処理メニスカスの所望のサイズ（すなわち、メニスカスの形状およびサイズ）に応じて、様々な大きさであってよい。さらに、本明細書では、代表的なＩＰＡ－真空－処理流体配置について、さらなる説明を行う。
【００２７】
一実施形態では、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂは、それぞれウエハ１０８の上面および下面に近接して配置されてよく、ＩＰＡおよびＤＩＷ流入口と真空流出口とを用いて、ウエハ１０８の上面および下面を処理できるウエハ処理メニスカスを、ウエハ１０８に接するように生成してよい。ウエハ処理メニスカスは、本明細書の記載に従って生成されてよい。ＩＰＡおよび処理流体が投入されるのとほぼ同時に、ウエハ表面に近接して真空を作用させることで、ＩＰＡ蒸気、処理流体、および／または、ウエハ表面上に存在しうる流体を除去してよい。代表的な実施形態では、ＩＰＡが用いられているが、例えば、任意の適切なアルコール、ケトン、エーテル、ヘキサノール、エチルグリコール、有機化合物の蒸気など、水に混和できる任意の適切な他の種類の蒸気を用いてもよいことを理解されたい。これらの流体は、表面張力低減流体としても知られる。近接ヘッドとウエハとの間の領域に存在する処理流体の部分が、メニスカスである。本明細書で用いられているように、「出力」という用語は、ウエハ１０８と特定の近接ヘッドとの間の領域からの流体の除去を意味し、「投入」という用語は、ウエハ１０８と特定の近接ヘッドとの間の領域への流体の導入を意味しうることを理解されたい。
【００２８】
一実施形態では、システム１００は、さらに、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂへの流体の供給および除去が可能な流体供給分配部１２０を備える。流体供給分配部１２０は、例えばマニホールドなど、系統的な方法で流体を供給すると共に受け入れることができる任意の適切な装置であってよいことを理解されたい。一実施形態では、流体供給分配部１２０は、流体供給部１２２から流体を受け入れる。流体供給部１２２は、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂへの流体の投入を管理することができる任意の適切なハードウェア／ソフトウェアであってよい流体供給制御部１２４によって、管理および制御されてよい。近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂは、ウエハ１０８を処理できるメニスカス１０４を生成してよい。

【００２９】
代表的なウエハ処理動作では、ウエハ１０８は、異なる蒸発速度を有しうる異なる部分を有してよい。例えば、流体１５０は、比較的蒸発速度の高いウエハ１０８の部分に比べて、比較的蒸発速度の低いウエハ１０８の部分に堆積しやすい場合がある。ウエハ１０８の部分が疎水性である（水分子をはじく）場合には、蒸発速度が比較的高くなるため、親水性である（水を引きつける）ウエハ１０８の部分よりも、流体の膜が薄くなる。その結果、例えば水などの流体の膜が比較的薄い場合には、表面から蒸発する水分子の層が少なくなり、制御されていない蒸発のために、汚染された乾燥領域が露出される場合がある。
【００３０】
システム１００の一実施形態では、流体センサ１１２が、比較的薄い層の流体を有するウエハの部分を検出できるため、原位置測定により、異なる流体蒸発速度を有する異なるウエハ位置が検出されてよい。ウエハ１０８上の流体膜の厚さを検出できる任意の適切な方式の原位置測定を用いてよいことを理解されたい。図２Ｂを参照してさらに詳述する通り、領域１８０は、流体の厚さの測定を通して流体センサ１１２により検出されうるように、異なる蒸発速度を有する異なる部分を有する。ウエハ表面からの流体の蒸発速度が変化する問題を軽減するために、環境の管理を行ってもよい。
【００３１】
後に説明するように、ウエハ処理領域の環境（例えば、メニスカス１０４が処理を行っている、または、処理しようとするウエハの領域のすぐ周辺の大気）（基板処理環境としても知られる）は、湿度が高いレベルに維持されるように、高度に制御および管理されてよい。さらに、ウエハが処理されているチャンバは、チャンバ内の湿度が高いレベルに維持されるように制御および管理されてよい。したがって、ウエハ処理領域の環境を高度に管理して、湿度を最適なレベルに維持することにより、ウエハ１０８からの流体の蒸発速度を減少させることが可能であり、それによって、ウエハの領域における制御されない乾燥が低減される。
【００３２】
図２Ｂは、本発明の一実施形態に従った、異なる蒸発速度を持つ異なる部分を有する領域１８０を示す図である。一実施形態では、近接ヘッド１６０が（図２Ａに示すように）領域１８０に向かって移動するとき、領域１８０は、近接ヘッド１０６の付近の流体１５０を含む。流体１５０は、水分子の蒸発および再吸収を示す部分１５２を含む。したがって、部分１５２では、液体分子の蒸発２００と液体分子の再吸収２０２とが起こりうる。一実施形態では、液体分子は水分子である。領域１８０は、比較的疎水性が高いために流体１５０を有する領域よりも前にすでに乾燥した領域であって流体１５０を有していないウエハ１０８の範囲も示している。流体１５０を有していない範囲では、分子の蒸発２００が分子の再吸収２０２を相殺するため、ウエハ１０８の表面は乾燥したままとなる。
【００３３】
図３は、本発明の一実施形態に従ったウエハ処理動作中の近接ヘッド１０６を示す図である。一実施形態では、近接ヘッド１０６は、ウエハ１０８を処理するための流体メニスカスを生成してよい。乾燥動作の一実施形態では、近接ヘッド１０６は、ＩＰＡ／N_2および脱イオン水（ＤＩＷ）をそれぞれ投入することができる流入口３０２および３０６を備える。流出口３０４は、ウエハ１０８の表面から、ＩＰＡ／N_2およびＤＩＷ（並びに、ウエハ１０８上の任意の他の流体）を除去することができる真空を生成してよい。かかる代表的な実施形態では、近接ヘッド１０６は、湿潤領域２７０が乾燥されて乾燥領域２５０となるように、ウエハ１０８を処理してよい。一例では、領域２７２は、近接ヘッド１０６によって最近処理されたばかりの乾燥領域であり、領域２７４は、これから処理されるウエハ１０８の表面の部分である。一例では、領域２７４は、乾燥速度の異なるウエハ表面の複数の部分を含む流体２７８を有しうる。異なる乾燥速度は、疎水性領域と親水性領域など、ウエハ表面の差異によって引き起こされうる。別の例では、異なる乾燥速度は、領域２７２の処理中のウエハ１０８へのＩＰＡ／N_2の供給によって引き起こされうる。かかる処理中には、ウエハ１０８の領域２７２に供給されているＩＰＡ／N_2が、領

域２７４など、隣接する領域に流出する場合がある。したがって、ＩＰＡ／N_2の供給は、領域２７４で蒸発速度が高くなる条件を引き起こす場合がある。ウエハ１０８が処理されている領域の大気の湿度を管理することにより、ウエハ１０８のほぼすべての領域の蒸発速度を管理することができるため、ウエハ１０８の乾燥の制御が可能となり、ウエハ１０８の汚染を低減することができる。

【００３４】

図４は、本発明の一実施形態に従ったウエハ処理チャンバ３００を示す図である。チャンバ３００は、アーム１０５に取り付けられた近接ヘッド１０６を備える。アーム１０５は、例えば、洗浄、乾燥などのウエハ処理動作のために、ウエハ１０８に近接するように近接ヘッド１０６を移動させることができる。近接ヘッド１０６は、ウエハ１０８の表面を処理できるメニスカス１０４を生成してよい。代表的なメニスカスは、ウエハ１０８を処理するために、本明細書でさらに説明するような装置および方法によって生成されてよい。

【００３５】

一実施形態では、ウエハ処理チャンバ３００は、実質的に清浄な大気をチャンバ３００に供給できるＨＥＰＡフィルタ３０２を備える。一実施形態では、ＨＥＰＡフィルタ３０２は、入力３１０から供給された空気を浄化してよい。別の実施形態では、ＨＥＰＡフィルタ３０２は、例えば、ＩＰＡ／N_2、Ａｒ、N_2、O_2、O_2／N_2、Ｈｅ、Ｎｅ、Ｘｅなど、任意の適切な種類の大気を浄化してよい。大気という用語は、所望の量の相対湿度を持つことのできる任意の適切な気体であってよいことを理解されたい。チャンバ３００は、さらに、湿度を制御された大気を提供できる入力３０６を備えてよい。一実施形態では、入力３０６は、ウエハ１０８からの蒸発を減少させるのに十分高い相対湿度を有する気体を供給してよい。例えば、ＩＰＡ／N_2、N_2、空気（ＣＤＡ）、Ａｒ、O_2／N_2、O_2など、任意の適切な種類の不活性気体または蒸気が、高い相対湿度を提供するための搬送ガスとして用いられてよいことを理解されたい。別の実施形態では、チャンバ３００は、１０％から約１００％の間の相対湿度を有する大気（例えば、空気）を供給されてよい。好ましい実施形態では、チャンバ３００に供給される大気は、８０％を超える相対湿度を有してよい。したがって、一実施形態では、処理チャンバ３００の制御された環境３０４は、近接ヘッド１０６によって生成されたメニスカス１０４と併せて、相対湿度の高い大気を含むことにより、ウエハ表面からの流体の蒸発を管理することを通じて、ウエハの処理動作を高度かつ強力に制御してよい。

【００３６】

図５は、本発明の一実施形態に従ったウエハ処理環境４００を示す図である。一実施形態では、ウエハ処理環境４００は、相対湿度を制御された領域を取り囲む制御外皮４０４を備える。相対湿度は、一実施形態では、その領域内の大気が高い相対湿度を有するように制御される。好ましい実施形態では、大気は、大気中に蒸発する液体分子（例えば、水分子）が、ウエハ表面上で再び液体に戻る液体分子と同等またはそれよりも少なくなるのに十分な湿度を有してよい。

【００３７】

一実施形態では、制御外皮４０４は、近接ヘッド１０６の流入口４０２から、高い湿度を有する適切な気体を供給することによって生成されてよい。別の実施形態では、流入口４０２は、蒸気を供給することで、例えば、ＩＰＡ／N_2、アセトン、任意の適切な種類のアルコールなど共沸混合物を含む特定の液体の水中濃度を、ある程度に維持してよい。代表的な実施形態では、ＩＰＡについて論じられているが、本明細書に記載された方法を可能にする他の種類の化学物質を用いてもよいことを理解されたい。上述の任意の適切なアルコールとは、炭素とヒドロキシル基とを含む任意の適切な化合物であってよいことを理解されたい。共沸比とは、液体混合物の化合物の比が、液体混合物からの蒸気の化合物の比に等しいことを意味する。本明細書に記載するように、高い相対湿度を有する気体と、ある程度の濃度の特定の液体（例えば、ＩＰＡ）が水に含まれるよう維持することができる蒸気／気体とは、環境制御気体と呼んでもよい。一実施形態では、ＩＰＡの水中濃度

を、ウエハ表面上の共沸混合物を含めて、ある程度に維持するために、流入口４０２を通して、ウエハ表面の水にＩＰＡ／N_2蒸気を供給してよい。これにより、ウエハ表面からの望ましくない蒸発を、高度かつ強力に低減できる。一実施形態では、流入口４０２は、近接ヘッド１０６の前縁部に配置されてよく、高い相対湿度を有する気体をウエハ１０８に供給してよい。相対湿度の高い気体が、ウエハ表面上の水に供給されると、蒸発速度が低減されるため、望ましくないウエハの乾燥が低減される。近接ヘッド１０６の前縁部は、ウエハの領域４０６における流体２７８を有するウエハ表面のような未処理のウエハ表面に、近接ヘッドが出会う領域である。相対湿度の高い気体は、任意の適切な方法で、任意の適切な位置から、任意の適切な装置により、制御外皮またはその付近で供給されてよいことを理解されたい。したがって、流入口４０２は、制御された気体を供給して、ウエハ表面の流体の蒸発を低減できる代表的な実施形態に過ぎない。このように、ウエハの領域４０６は、その領域のウエハ処理が始まる前に、制御された蒸発状態に維持されてよい。

【００３８】

さらに、一実施形態では、制御外皮内の相対湿度は、相対湿度の高い気体の流量を変化させることによって管理されてもよいし、特定の液体（例えば、ＩＰＡ）の水中濃度を、共沸混合物を含めて、ある程度に維持することのできる気体を供給することによって管理されてもよい。かかる実施形態では、相対湿度の高い気体の流量を増大させることにより、制御外皮４０４内の全体的な液面を上昇させてよい。ウエハの表面上における流体の所望の蒸発速度を実現できる任意の適切な種類の気体が用いられてよいことを理解されたい。一実施形態では、相対湿度の高い気体が用いられる場合、ウエハ処理環境を管理することによってウエハ上の望ましくない乾燥を低減すると共に汚染のレベルを低くするために、５０％を超える相対湿度を用いてよい。別の実施形態では、気体の相対湿度は、９０％から１００％の範囲であってよく、好ましい実施形態では、約１００％の相対湿度を有する気体が用いられてよい。

【００３９】

図６は、本発明の一実施形態に従ったウエハ処理環境４００’を示す図である。ウエハ処理環境４００’は、一実施形態では、ウエハ処理チャンバ３００のほぼ全体を含む。ウエハ処理環境４００’は、相対湿度の高い気体をウエハ処理環境生成部５００から投入することにより実現されてよい。ウエハ処理環境生成部５００の別の実施形態では、特定の液体の水中濃度をある程度に維持できる気体が、ウエハ処理環境４００’内に投入されてもよい。ある特定の実施形態では、共沸濃度を含めたＩＰＡの具体的な水中濃度が維持されてよい。ウエハ処理環境生成部５００は、気体を投入できると共に、チャンバ３００内の流体の蒸発速度を管理および制御できる任意の適切な装置であってよいことを理解されたい。例えば、清浄乾燥空気（ＣＤＡ）、N_2、Ａｒなど、高い相対湿度を提供できる任意の適切な気体が用いられてよいことも理解されたい。一実施形態では、ウエハ処理環境生成部５００は、５０％の相対湿度から約１００％の相対湿度を持ちうる気体を投入してよい。別の実施形態では、相対湿度は、約９０％から約１００％の間であってよく、気体は、約１００％の相対湿度を持ちうることが好ましい。

【００４０】

一実施形態では、ウエハ処理環境生成部５００は、少なくとも部分的に液体５０４で満たされた気泡生成部５０２である。液体５０４は、気体が液体５０４を通された際に、相対湿度の高い気体／蒸気を生成できる任意の適切な液体または液体混合物であってよいことを理解されたい。一実施形態では、例えばチューブなどの入力５０６が、液体５０４に気体５０８を供給してよい。液体５０４は、例えば、ＤＩＷおよびＨＣｌ、ＤＩＷおよびＨＦ、ＤＩＷおよびＩＰＡなどの共沸混合物を含めて、任意の適切な混合物を必要に応じて含みうる任意の適切な種類の液体であってよいことを理解されたい。一実施形態では、液体はＤＩＷであってよく、別の実施形態では、液体５０４はＤＩＷおよび液体ＩＰＡであってよい。さらに別の実施形態では、液体５０４はＩＰＡであってよい。気体５０８は、液体５０４を通り抜けて、気体すなわち相対湿度の高い気体である蒸気５１０として気

泡を形成してよい。一実施形態では、気泡形成プロセス中に液体５０４に気体５０８をさらすことにより、気体５０８は、高い相対湿度を導入されて、蒸気５１０を生成してよい。次いで、蒸気５１０は、ウエハ処理環境４００’を生成するためにチャンバ３００に投入されてよい。気体５０８がチャンバ３００に投入されると、チャンバ３００内の大気の湿度が上昇されることで、チャンバ３００内の流体の蒸発速度が低減される。したがって、メニスカス１０４によって処理されているウエハ１０８上の流体の蒸発速度が低くなる。換言すると、ウエハ１０８上の流体は、ウエハ１０８の未処理の部分における流体薄膜の生成を防止または低減するように管理される。気体５０８中の加湿溶質の濃度を上昇させることにより、未処理のウエハ表面から大気中に蒸発する流体分子の量を、ウエハ表面に衝突してそこに留まる流体分子の量とほぼ等しくすることが可能であり、それにより、望ましくない蒸発／乾燥を低減できる。

【００４１】

本明細書に記載された実施形態において、大気温度、気圧などの他の大気条件が、ウエハ表面からの流体の蒸発減の程度に影響しうることを理解されたい。したがって、各々異なる種類の大気条件に対して、ウエハからの望ましくない流体の蒸発減の低減を制御するために、異なる湿度が必要となる場合があることを理解されたい。

【００４２】

以下の図は、流体メニスカスを生成できる代表的な近接ヘッドを備える代表的なウエハ処理システムを示している。本明細書に記載された本発明の実施形態と共に、流体メニスカスを生成できる任意の適切なタイプの近接ヘッドを備える任意の適切なタイプのシステムを用いてよいことを理解されたい。

【００４３】

図７は、本発明の一実施形態に従ったウエハ処理システム１１００を示す図である。例えば、ローラ、ピン、プラテンなど、任意の適切な方法を用いて、ウエハを保持または移動してよいことを理解されたい。システム１１００は、ウエハを保持して回転することによりウエハ表面の処理を可能にするローラ１１０２ａ、１１０２ｂ、および１１０２ｃを備えてよい。システム１１００は、さらに、一実施形態では、上側アーム１１０４ａおよび下側アーム１１０４ｂにそれぞれ取り付け可能な近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂを備えてよい。上側アーム１１０４ａおよび下側アーム１１０４ｂは、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂをウエハの半径に沿ってほぼ直線的に移動させることのできる近接ヘッドキャリアアセンブリ１１０４の一部であってよい。一実施形態では、近接ヘッドキャリアアセンブリ１１０４は、近接ヘッド１０６ａをウエハの上方でウエハに近接させて保持すると共に、近接ヘッド１０６ｂをウエハの下方でウエハに近接させて保持するよう構成されてよい。これは、上側アーム１１０４ａおよび下側アーム１１０４ｂを垂直方向に移動可能とすることにより実現されてよい。そうすれば、近接ヘッドがウエハ処理の開始位置に水平移動された後に、近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂをウエハに近接する位置に垂直移動させることができる。別の実施形態では、流体メニスカスは、２つの近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂの間に形成されて、ウエハの上側および下側の表面上に移動されてよい。上側アーム１１０４ａおよび下側アーム１１０４ｂは、本明細書に記載するウエハ処理を可能にするよう近接ヘッド１０６ａおよび１０６ｂを移動させることのできる任意の適切な方法で構成されてよい。システム１１００は、近接ヘッドをウエハに近接した状態で移動させて、ウエハ表面上でメニスカスを生成および制御できる限りは、任意の適切な方法で構成されてよいことも理解されたい。別の代表的な実施形態では、近接ヘッド１０６は、アームの第２の端部によって規定される軸を中心に回転するアームの第１の端部に配置されてもよい。したがって、かかる実施形態では、近接ヘッドは、ウエハの表面にわたって円弧状に移動されてよい。さらに別の実施形態では、アームは、回転移動と直線移動を組み合わせて移動されてもよい。ウエハの各面に対して１つずつの近接ヘッド１０６が図示されているが、ウエハの片面に対して１つのヘッドを用いる構成も可能である。近接ヘッド１０６を用いない面に対しては、ウエハスクラブブラシなど、他の表面準備処理を実行してよい。

【００４４】
別の実施形態では、システム１１００は、ウエハに隣接する移行表面を有する近接ヘッドドッキングステーションを備えてもよい。かかる実施形態では、流体メニスカスは、制御および管理された状態で、ドッキングステーションとウエハの表面との間を通過してよい。この場合にも、ウエハの片面だけを処理したい場合には、１つの近接ヘッドを備える１つのアームを用いてよい。
【００４５】
図８Ａは、本発明の一実施形態に従ったウエハ処理動作を実行する近接ヘッド１０６を示す図である。近接ヘッド１０６は、一実施形態では、ウエハ１０８の上面１０８ａに近接した状態で移動して、ウエハ処理動作を実行する。ウエハ１０８に供給される流体の種類に応じて、近接ヘッド１０６によってウエハ表面１０８ａ上に生成される流体メニスカス１０４は、例えば、洗浄、リンス、乾燥、エッチング、メッキなど、任意の適切なウエハ処理動作を実行してよいことを理解されたい。近接ヘッド１０６は、ウエハ１０８の下面１０８ｂの処理に用いられてもよいことを理解されたい。一実施形態では、流体メニスカスが上面１０８ａを処理する間に、ウエハ１０８が回転されると共に、近接ヘッド１０６が移動されてよい。別の実施形態では、近接ヘッド１０６がウエハ表面上に流体メニスカスを生成する際に、ウエハ１０８は、静止するよう保持されてよい。次いで、近接ヘッドは、ウエハ表面にわたって移動すなわち走査を行うことにより、ウエハの表面に沿って流体メニスカスを移動させてよい。さらに別の実施形態では、近接ヘッド１０６は、流体メニスカスがウエハ全体の表面領域を覆うのに十分な大きさを有してもよい。かかる実施形態では、ウエハの表面に流体メニスカスを供給することにより、ウエハの表面全体は、近接ヘッドを移動させることなく処理されてよい。
【００４６】
一実施形態では、近接ヘッド１０６は、ソース流入口１３０２および１３０６と、ソース流出口１３０４とを備える。かかる実施形態では、ソース流入口１３０２を通して、窒素ガス内のイソプロピルアルコール蒸気（ＩＰＡ／N_2）１３１０がウエハ表面に供給されてよく、ソース流出口１３０４を通して、真空１３１２がウエハ表面に作用されてよく、ソース流入口１３０６を通して、処理流体１３１４がウエハ表面に供給されてよい。
【００４７】
一実施形態では、ＩＰＡ／$N_2$１３１０および処理流体１３１４の供給と、ウエハ表面１０８ａから処理流体１３１４およびＩＰＡ／$N_2$１３１０を除去するための真空１３１２の提供とによって、流体メニスカス１０４を生成することができる。流体メニスカス１０４は、近接ヘッド１０６とウエハ表面との間に規定される流体の層であってよく、安定した制御可能な方法でウエハ表面１０８ａにわたって移動されることが可能である。一実施形態では、流体メニスカス１０４は、処理流体１３１４の一定の供給および除去によって規定されてよい。流体メニスカス１０４を規定する流体の層は、ソース流入口１３０６、ソース流出口１３０４、およびソース流入口１３０２のサイズ、数、形状、および／または、パターンに応じて、任意の適切な形状および／またはサイズを有してよい。
【００４８】
さらに、生成したい流体メニスカスの種類に応じて、任意の適切な流量の真空、ＩＰＡ／N_2、および処理流体が用いられてよい。さらに別の実施形態では、近接ヘッド１０６とウエハ表面との間の距離に応じて、流体メニスカス１０４の生成および利用時に、ＩＰＡ／N_2が省略されてもよい。かかる実施形態では、近接ヘッド１０６は、ソース流入口１３０２を備えなくてもよいため、ソース流入口１３０６による処理流体１３１４の供給と、ソース流出口１３０４による処理流体１３１４の除去だけで、流体メニスカス１０４が生成される。
【００４９】
近接ヘッド１０６の別の実施形態では、近接ヘッド１０６の処理面（ソース流入口およびソース流出口が配置された近接ヘッドの領域）は、生成される流体メニスカスの構成に応じて、任意の適切な形を有してよい。一実施形態では近接ヘッドの処理面は、周囲の面

から奥まっていてもよいし突出していてもよい。

【００５０】

図８Ｂは、本発明の一実施形態に従った近接ヘッド１０６の一部を示す上面図である。図８Ｂを参照して説明する近接ヘッド１０６の構成は、例示的なものであることを理解されたい。したがって、ウエハ表面上において安定した流体メニスカスを生成するように、処理流体をウエハ表面に供給してウエハ表面から除去できる限りは、他の構成の近接ヘッドを用いて、流体メニスカスを生成してよい。さらに、上述のように、近接ヘッド１０６の別の実施形態は、近接ヘッド１０６が、N_2／ＩＰＡを用いることなく流体メニスカスを生成するよう構成されている場合には、ソース流入口１３０２を備えなくてもよい。

【００５１】

一実施形態の上面図には、左から右に向かって、１組のソース流入口１３０２、１組のソース流出口１３０４、１組のソース流入口１３０６、１組のソース流出口１３０４、および１組のソース流入口１３０２が図示されている。したがって、N_2／ＩＰＡおよび処理剤が、近接ヘッド１０６とウエハ１０８との間の領域に投入されると、真空が、ウエハ１０８に存在しうる任意の流体の膜および／または汚染物質と共にN_2／ＩＰＡおよび処理剤を除去する。本明細書に記載されたソース流入口１３０２、ソース流入口１３０６、およびソース流出口１３０４は、例えば、円形の開口部、三角形の開口部、正方形の開口部など、任意の適切な種類の形状であってよい。一実施形態では、ソース流入口１３０２および１３０６と、ソース流出口１３０４は、円形の開口部を有する。近接ヘッド１０６は、生成したい流体メニスカス１０４のサイズおよび形状に応じて、任意の適切なサイズ、形状、および／または、構成を有してよいことを理解されたい。一実施形態では、近接ヘッドは、ウエハの半径より短くてよい。別の実施形態では、近接ヘッドは、ウエハの半径より長くてよい。別の実施形態では、近接ヘッドは、ウエハ表面の直径より長くてよい。したがって、流体メニスカスのサイズは、任意の所与の時点で処理したいウエハ表面領域のサイズに応じて、任意の適切なサイズを有してよい。さらに、近接ヘッド１０６は、例えば、水平方向、垂直方向、それらの間の任意の他の適切な配置など、ウエハ処理動作に応じて、任意の適切な方向に配置されてよいことを理解されたい。また、近接ヘッド１０６は、１または複数のウエハ処理動作を実行可能なウエハ処理システム内に組み込まれてよい。

【００５２】

図８Ｃは、本発明の一実施形態に従った近接ヘッド１０６の流入口／流出口のパターンを示す図である。本実施形態では、近接ヘッド１０６は、ソース流入口１３０２および１３０６と、ソース流出口１３０４とを備える。一実施形態では、ソース流入口１３０４は、ソース流入口１３０６を取り囲んでよく、ソース流入口１３０２は、ソース流出口１３０４を取り囲んでよい。

【００５３】

図８Ｄは、本発明の一実施形態に従った近接ヘッド１０６の流入口／流出口の別のパターンを示す図である。本実施形態では、近接ヘッド１０６は、ソース流入口１３０２および１３０６と、ソース流出口１３０４とを備える。一実施形態では、ソース流入口１３０４は、ソース流入口１３０６を取り囲んでよく、ソース流入口１３０２は、少なくとも部分的にソース流出口１３０４を取り囲んでよい。

【００５４】

図８Ｅは、本発明の一実施形態に従った近接ヘッド１０６の流入口／流出口のさらなるパターンを示す図である。本実施形態では、近接ヘッド１０６は、ソース流入口１３０６と、ソース流出口１３０４とを備える。一実施形態では、ソース流出口１３０４は、ソース流入口１３０６を取り囲んでよい。一実施形態では、近接ヘッド１０６は、ＩＰＡ／N_2を供給することなく流体メニスカスを生成できるため、ソース流出口１３０２を備えていない。上述の流入口／流出口のパターンは例示的なものであり、安定した制御可能な流体メニスカスを生成できる限りは、任意の適切な種類の流入口／流出口のパターンが用いられてよいことを理解されたい。

【００５５】
本発明は、いくつかの好ましい実施形態に沿って説明されているが、当業者が、これまでの明細書および図面から、様々な変更、追加、置き換え、および等価物を理解することは明らかである。したがって、本発明は、本発明の真の趣旨および範囲内での変更、追加、置き換え、および等価物の全てを含むよう意図されている。
【図面の簡単な説明】
【００５６】
【図１Ａ】ＳＲＤ乾燥処理中のウエハ上の洗浄流体の動きを示す図。
【図１Ｂ】代表的なウエハ乾燥処理を示す図。
【図２Ａ】本発明の一実施形態に従ったウエハ処理システムを示す図。
【図２Ｂ】本発明の一実施形態に従った異なる蒸発速度を持つ異なる部分を有する領域を示す図。
【図３】本発明の一実施形態に従ったウエハ処理動作中の近接ヘッドを示す図。
【図４】本発明の一実施形態に従ったウエハ処理チャンバを示す図。
【図５】本発明の一実施形態に従ったウエハ処理環境を示す図。
【図６】本発明の一実施形態に従ったウエハ処理環境を示す図。
【図７】本発明の一実施形態に従ったウエハ洗浄乾燥システムを示す図。
【図８Ａ】本発明の一実施形態に従った乾燥動作を実行する近接ヘッドを示す図。
【図８Ｂ】本発明の一実施形態に従った近接ヘッドの一部を示す上面図。
【図８Ｃ】本発明の一実施形態に従った近接ヘッドの流入口／流出口のパターンを示す図。
【図８Ｄ】本発明の一実施形態に従った近接ヘッドの流入口／流出口の別のパターンを示す図。
【図８Ｅ】本発明の一実施形態に従った近接ヘッドの流入口／流出口のさらなるパターンを示す図。
【図１Ａ】

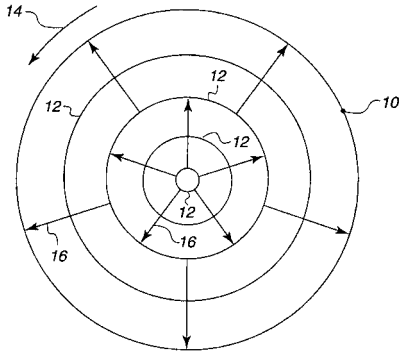


Fig. 1A
（従来技術）

【図１Ｂ】

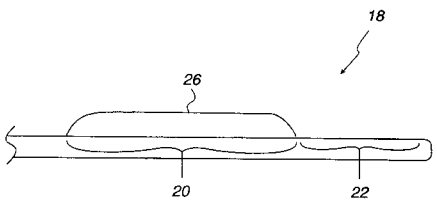


Fig. 1B
（従来技術）

【図２Ａ】

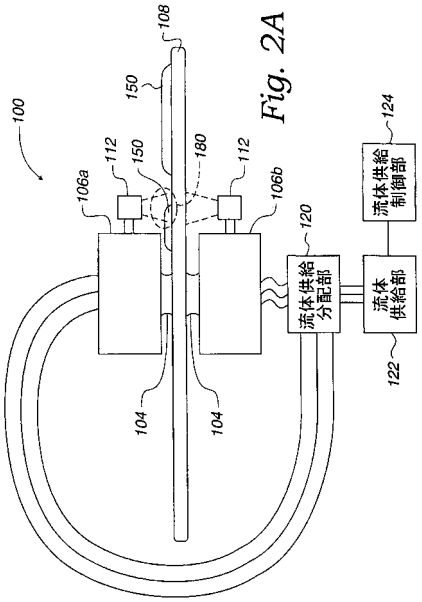


Fig. 2A

【図２Ｂ】

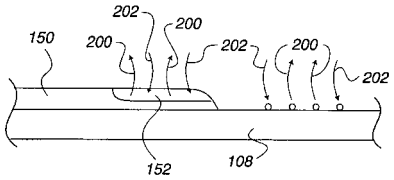


Fig. 2B

【図３】

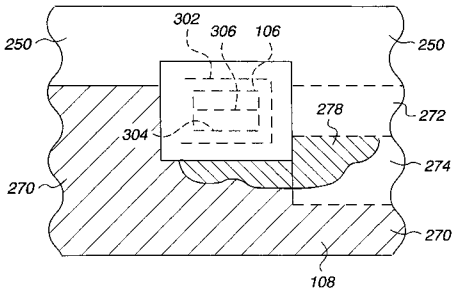


Fig. 3

【図４】

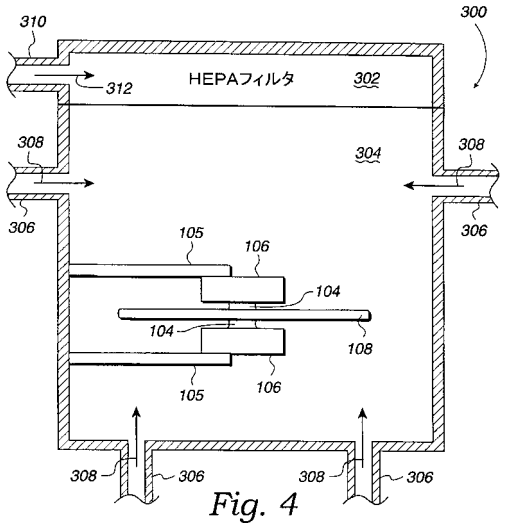


Fig. 4

【図５】

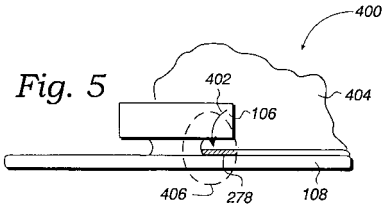


Fig. 5

【図６】

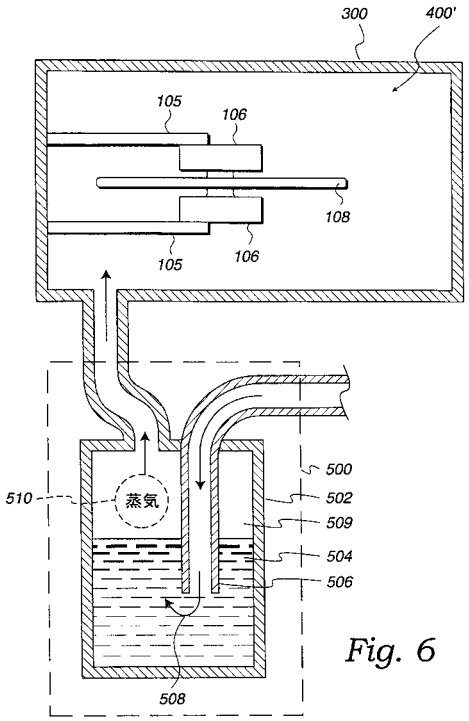


Fig. 6

【図７】

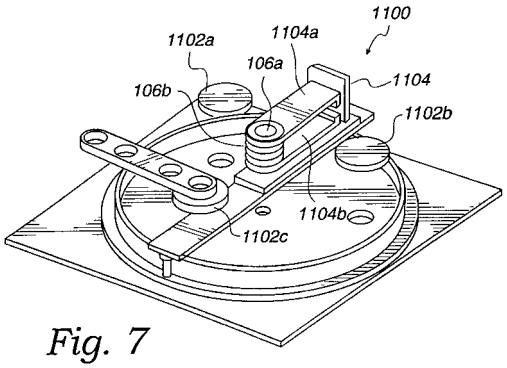


Fig. 7

【図８Ａ】

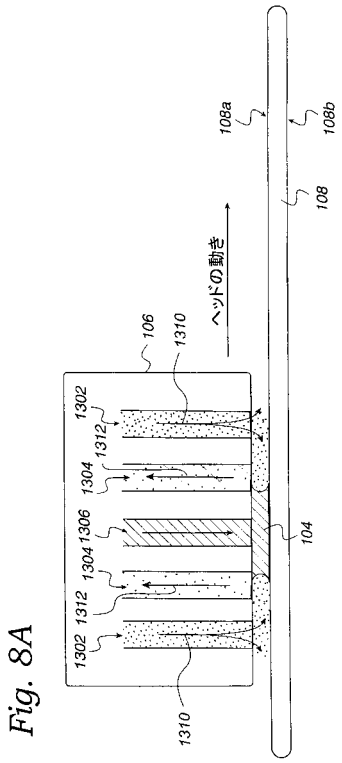


Fig. 8A

【図８Ｂ】

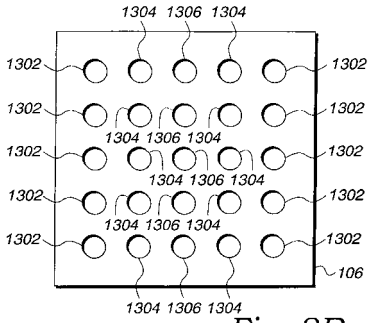


Fig. 8B

【図８Ｃ】

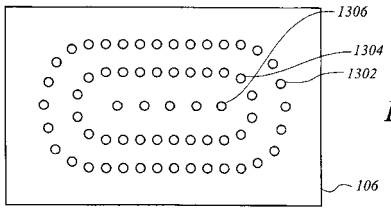


Fig. 8C

【図８Ｄ】

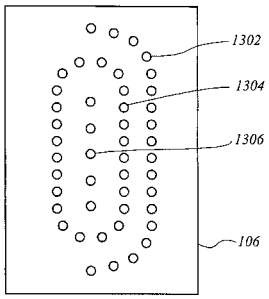


Fig. 8D

【図８Ｅ】

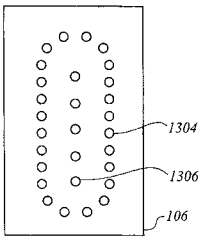


Fig. 8E

フロントページの続き

(72)発明者　ジョン・エム．・デラリオス
アメリカ合衆国　カリフォルニア州９４３０３　パロ・アルト，ロマ・ベルデ，９４１
(72)発明者　マイク・ラブキン
アメリカ合衆国　カリフォルニア州９４０８７　サニーベイル，ニッカーボッカー・ドライブ，１２１５
(72)発明者　ジェフリー・ファーバー
アメリカ合衆国　ニューヨーク州１２０５４　デルマー，ウェックスフォード・ロード，２４

審査官　長馬　望

(56)参考文献　特開平１０－３２１５８７（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０００９２８（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１５１９４７（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１４５７８３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／３０４