

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4892203号
(P4892203)

(45) 発行日 平成24年3月7日(2012.3.7)

(24) 登録日 平成23年12月22日(2011.12.22)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/304 (2006.01) HO 1 L 21/304 6 4 3 C
 HO 1 L 21/306 (2006.01) HO 1 L 21/306 J
 C 2 3 F 1/24 (2006.01) C 2 3 F 1/24
 HO 1 L 21/304 6 5 1 H

請求項の数 25 外国語出願 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2005-189340 (P2005-189340)
 (22) 出願日 平成17年6月29日(2005.6.29)
 (65) 公開番号 特開2006-41504 (P2006-41504A)
 (43) 公開日 平成18年2月9日(2006.2.9)
 審査請求日 平成20年6月16日(2008.6.16)
 (31) 優先権主張番号 10/883301
 (32) 優先日 平成16年6月30日(2004.6.30)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 10/957384
 (32) 優先日 平成16年9月30日(2004.9.30)
 (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 CORPOR
 ATION
 アメリカ合衆国、カリフォルニア 945
 38, 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 ロバート・ジェイ・オドネル
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非親和性の障壁によるメニスカスの分離および閉じ込め

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の流体供給口および第1の流体排出口からなる第1の供給口排出口パターンと、第2の流体供給口および第2の流体排出口からなる第2の供給口排出口パターンと、前記第1の供給口排出口パターンと前記第2の供給口排出口パターンとの間に設けられている障壁とを備え、基板に近接させて用いられる近接ヘッドを用いて基板を処理するための方法であって、

前記第1の流体供給口および第1の流体排出口を用いて第1の流体メニスカスを前記基板表面上に生成し、前記第2の流体供給口および第2の流体排出口を用いて前記第1の流体メニスカスに隣接する第2の流体メニスカスを前記基板表面上に生成し、

前記第1の流体メニスカスと前記第2の流体メニスカスとを前記障壁として前記第1の流体メニスカスと前記第2の流体メニスカスの少なくとも一方に対して非親和性の材料からなる非親和性障壁を用いて分離すること

を備える方法。

【請求項2】

請求項1に記載の基板を処理するための方法は更に、

前記第1の流体メニスカスを用いて前記基板の前記表面を処理し、

前記第2の流体メニスカスを用いて前記基板の前記表面を処理すること

を備える方法。

【請求項3】

10

20

請求項 2 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記第 1 の流体メニスカスを用いる前記基板の前記表面の処理は、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 1 つの作業を含む、方法。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記第 2 の流体メニスカスを用いる前記基板の前記表面の処理は、エッチング、洗浄、すすぎ、メッキ、乾燥、およびリソグラフィのうちの 1 つの作業を含む、方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記第 1 の流体メニスカスの生成は、前記第 1 の流体供給口を通じて前記基板の前記表面に第 1 の流体を供給すること、および前記第 1 の流体排出口を通じて前記基板の前記表面から前記第 1 の流体を除去することを含む、方法。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記第 2 の流体メニスカスの生成は、前記第 2 の流体供給口を通じて前記基板の前記表面に第 2 の流体を供給すること、前記第 1 の流体排出口および前記第 2 の流体排出口を通じて前記基板の前記表面から前記第 2 の流体を除去すること、並びに第 3 の供給口を通じて第 3 の流体を供給することを含む、方法。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記第 1 の流体は、リソグラフィ流体、エッチング流体、メッキ流体、洗浄流体、およびすすぎ流体のうちの 1 つである、方法。

20

【請求項 8】

請求項 6 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記第 2 の流体は、リソグラフィ流体、エッチング流体、メッキ流体、洗浄流体、乾燥流体、およびすすぎ流体のうちの 1 つである、方法。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記第 3 の流体は、前記第 2 の流体の表面張力を低下させる、方法。

【請求項 10】

30

請求項 1 に記載の基板を処理するための方法であって、

前記非親和性障壁は、前記第 1 の流体メニスカスおよび前記第 2 の流体メニスカスの少なくとも一方に対して少なくとも部分的に非親和性である、方法。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の基板を処理するための方法であって、前記障壁は、前記第 1 の流体メニスカスに対して親和性である親和性材料からなる親和性障壁部を有する、方法。

【請求項 12】

基板を処理するための装置であって、

基板に近接させて用いられる近接ヘッドであって、

前記近接ヘッド内に設けられ、第 1 の流体メニスカスを生成するように構成された第 1 の供給口排出口パターンであって、

40

第 1 の流体を前記ウェハの前記表面に供給するための少なくとも 1 つの供給口と、少なくとも前記第 1 の流体を前記ウェハの前記表面から除去するための少なくとも 1 つの排出口と

を含む、第 1 の供給口排出口パターンと、

前記近接ヘッド内に設けられ、第 2 の流体メニスカスを生成するように構成された第 2 の供給口排出口パターンであって、

第 2 の流体を前記ウェハの前記表面に供給するための少なくとも 1 つの供給口と、前記第 2 の流体を前記ウェハの前記表面から除去するための少なくとも 1 つの排出口

と

50

を含み、前記第 1 の流体を前記ウェハの前記表面から除去するための前記少なくとも 1 つの排出口は、前記第 2 の流体の少なくとも一部も除去する、第 2 の供給口排出口パターンと、

前記第 1 の供給口排出口パターンと前記第 2 の供給口排出口パターンとの間に設けられ、前記第 1 の流体メニスカスと前記第 2 の流体メニスカスとをほぼ分離するように構成された非親和性材料からなる非親和性障壁と

を含む近接ヘッドを備える装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の基板を処理するための装置であって、

前記第 2 の供給口排出口パターンは、更に、第 3 の流体を前記ウェハの前記表面に供給するための少なくとも 1 つの供給口を含む、装置。

10

【請求項 14】

請求項 12 に記載の基板を処理するための装置であって、

前記第 1 の流体メニスカスは、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 つの作業を実施することができる、装置。

【請求項 15】

請求項 12 に記載の基板を処理するための装置であって、

前記第 2 の流体メニスカスは、エッチング、洗浄、すすぎ、メッキ、乾燥、およびリソグラフィのうちの少なくとも 1 つの作業を実施することができる、装置。

【請求項 16】

請求項 12 に記載の基板を処理するための装置であって、

前記第 3 の流体は、前記第 2 の流体の表面張力を低下させる、装置。

20

【請求項 17】

請求項 12 に記載の基板を処理するための装置であって、

前記非親和性障壁は、前記第 1 の流体メニスカスおよび前記第 2 の流体メニスカスの少なくとも一方に対して部分的に非親和性である、装置。

【請求項 18】

請求項 12 に記載の基板を処理するための装置であって、前記非親和性障壁は、前記第 1 の流体メニスカスおよび前記第 2 の流体メニスカスの少なくとも一方に対して親和性である親和性材料からなる親和性障壁部を備える、装置。

30

【請求項 19】

基板を処理するための装置であって、

基板に近接させて用いられ、第 1 の流体メニスカスを生成すること、および第 2 の流体メニスカスを生成することができる近接ヘッドであって、

前記近接ヘッドの処理表面内に設けられ、第 1 の流体を前記ウェハの表面に供給するように構成された少なくとも 1 つの第 1 の供給口と、

前記近接ヘッドの前記処理表面内に設けられ、前記第 1 の流体と第 2 の流体の少なくとも一部とを前記ウェハの前記表面から除去するように構成された、少なくとも 1 つの第 1 の排出口と、

前記近接ヘッドの前記処理表面内に設けられ、前記第 2 の流体を前記ウェハの前記表面に供給するように構成された少なくとも 1 つの第 2 の供給口と、

40

前記近接ヘッドの前記処理表面内に設けられ、前記第 2 の流体の少なくとも一部を前記ウェハの前記表面から除去するように構成された、少なくとも 1 つの第 2 の排出口と

を含む近接ヘッドと、

前記少なくとも 1 つの第 1 の排出口と前記少なくとも 1 つの第 2 の排出口との間に設けられ、前記第 1 の流体メニスカスと前記第 2 の流体メニスカスとを分離する障壁と

を備える装置。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の基板を処理するための装置であって、

前記近接ヘッドは、更に、前記近接ヘッドの前記処理表面内に設けられ、第 3 の流体を

50

前記ウエハの前記表面に供給するように構成された少なくとも1つの第3の供給口を含む、装置。

【請求項21】

請求項19に記載の基板を処理するための装置であって、

前記第1の流体メニスカスは、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つの作業を実施することができる、装置。

【請求項22】

請求項19に記載の基板を処理するための装置であって、

前記第2の流体メニスカスは、エッチング、洗浄、すすぎ、メッキ、乾燥、およびリソグラフィのうちの少なくとも1つの作業を実施することができる、装置。

10

【請求項23】

請求項20に記載の基板を処理するための装置であって、

前記第3の流体は、前記第2の流体の表面張力を低下させる、装置。

【請求項24】

請求項20に記載の基板を処理するための装置であって、

前記障壁は、前記第1の流体メニスカスおよび前記第2の流体メニスカスの少なくとも一方に対して非親和性である、装置。

【請求項25】

請求項20に記載の基板を処理するための装置であって、さらに、

前記障壁は、前記第1の流体メニスカスおよび前記第2の流体メニスカスの少なくとも一方に対して非親和性である非親和性材料からなる非親和性障壁部と、前記第1の流体メニスカスおよび前記第2の流体メニスカスの少なくとも一方に対して親和性である親和性材料からなる親和性障壁部とを備える、装置。

20

【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】

30

【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。

【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、その表面が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。

40

【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

50

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ー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（イソプロピルアルコール）蒸気乾燥法、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。

10

【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。

20

【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、制御不能なかたち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。

30

40

【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ことが多い。このことは、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。

50

【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。

【発明の開示】

【0009】

本発明は、概して、ウエハの汚染を大幅に低減させると共に複数のメニスカスを使用し、ウエハ表面を処理することができる基板処理装置を提供することによって、これらの要求を満たすものである。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。

10

【0010】

一実施形態では、第1の流体メニスカスと第2の流体メニスカスとを基板の表面上に生成することを備える、基板を処理するための方法が開示される。このとき、第1の流体メニスカスは、第2の流体メニスカスにほぼ隣接する。また、第1の流体メニスカスと第2の流体メニスカスとを障壁によってほぼ分離することも備える。

【0011】

更に別の一実施形態では、プロキシミティヘッドを伴う、基板を処理するための装置が開示される。この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、第1の流体メニスカスを生成するように構成された第1の導管セットを有する。プロキシミティヘッドは、また、プロキシミティヘッド内に設けられ、第2の流体メニスカスを生成するように構成された第2の導管セットを有する。プロキシミティヘッドは、更に、第1の導管セットと第2の導管セットとの間に設けられ、第1の流体メニスカスと第2の流体メニスカスとをほぼ分離する障壁を有する。

20

【0012】

別の一実施形態では、第1の流体メニスカスを生成すること、および第2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有する、基板を処理するための装置が提供される。該プロキシミティヘッドは、プロキシミティヘッドの処理表面内に設けられ、ウエハの表面に第1の流体を供給するように構成された少なくとも1つの第1の供給口と、プロキシミティヘッドの処理表面内に設けられ、第1の流体と第2の流体の少なくとも一部とをウエハの表面から除去するように構成された少なくとも1つの第1の排出口とを含む。プロキシミティヘッドは、更に、プロキシミティヘッドの処理表面内に設けられ、ウエハの表面に第2の流体を供給するように構成された少なくとも1つの第2の供給口と、プロキシミティヘッドの処理表面内に設けられ、ウエハの表面から第2の流体の少なくとも一部を除去するように構成された少なくとも1つの第2の排出口とを含む。プロキシミティヘッドは、また、少なくとも1つの第1の排出口と少なくとも1つの第2の排出口との間に、第1の流体メニスカスと第2の流体メニスカスとをほぼ分離する障壁を有する。

30

【0013】

本発明は、多数の利点を有する。最も注目すべき利点は、本明細書で開示される装置および方法が、基板への流体の供給および基板からの流体の除去を最適に管理すると同時にウエハ表面上に残留する不要な流体および汚染物を低減させることができる作業を通じて、複数のメニスカスを用いた効率良い基板処理（例えば洗浄および乾燥など）を行うことができる点にある。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。

40

【0014】

本発明は、一方のメニスカスが障壁によってもう一方のメニスカスから分離されるような複数の流体メニスカスの生成および使用を通じて最適なウエハ処理を可能にする。一実施形態では、第1の流体供給口・流体排出口セットを用いて良く、この第1の流体供給口・流体排出口セットは、第2の流体供給口・流体排出口セットによって生成される第2の

50

流体メニスカスとは別の第1の流体メニスカスを生成することができる。別の実施形態では、数および構成の少なくとも一方を任意に適切に設定された複数のメニスカスを障壁で分離することによって、メニスカス管理の最適化を図ることができる。

【0015】

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。

【0016】

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】

【0017】

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、当業者にとって明らかなように、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。

【0018】

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。

【0019】

以下の図面は、マルチメニスカスプロキシミティヘッドを使用して、プロキシミティヘッド上の障壁によって分離された様々な形状、大きさ、および位置の複数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、複数のメニスカスは、障壁によって分離されるので、それぞれのメニスカスを構成する流体は、メニスカスの分離ゆえに、互いに混じり合うことはない。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。

【0020】

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、本明細書で説明される障壁によって互いに分離される2つまたはそれ以上のメニスカスの生成および移動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。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。

【0021】

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

10

20

30

40

50

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、ウエハから降るされたり、ウエハ上を移動したりする)。

10

【0022】

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、例えば本明細書で更に説明されるシステムなどの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2~4Bは、単一のメニスカスを形成する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5A~12で説明されるマルチメニスカス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。

【0023】

図2~4Aは、単一のメニスカスを生成することができる代表的なプロキシミティヘッドを示すと共に、メニスカスがどのように生成されるかを説明している。図5A~7は、障壁による分離なしに複数の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の例を示している。図8A~12は、第1の流体メニスカスを生成するように構成された第1の導管セットと第2の流体メニスカスを生成するように構成された第2の導管セットとの間に少なくとも1つの障壁を有するプロキシミティヘッドを示している。第1の導管セットと第2の導管セットとの間の障壁は、形成された流体メニスカスと流体メニスカスとの間をプロキシミティヘッドの作動時に分離することを可能にする。

20

【0024】

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、後ほど詳述されるマルチメニスカス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の流体メニスカスが、第2の流体メニスカスによってほぼ取り囲まれている。好ましい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、本明細書で上述されたおよび後述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。

30

40

【0025】

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。

50

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、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。

【0026】

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することができ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一作業を行う一方で、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。

【0027】

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、ウエハのはず縁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縁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

10

20

30

40

50

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。

【0028】

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に回転されても良い。一実施形態において、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、一実施形態では、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。

【0029】

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)を入力するように構成ことができ、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ことができ、少なくとも1つの排出口(吸引排出口としても知られる)は、負圧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に構成することができる。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。また、その他の実施形態では、例えばオイル、ヘキサン、およびオイル蒸気など、任意の適切な混和性の蒸気を用いられても良い。

【0030】

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。例えば、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るようにメッキ処理が実施されて良い。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。

【0031】

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つの吸引排出口に隣接することができる、この少なくとも1つの吸引排出口は、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-吸引-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-吸引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

10

20

30

40

50

態は、後ほど詳述されるように、IPA - 吸引 - 第2の処理流体 - 吸引 - 第1の処理流体 - 吸引 - 第2の処理流体 - 吸引 - 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 - 吸引、処理流体 - 吸引 - IPA、および吸引 - 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 - 吸引 - 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、 N_2 /IPA蒸気供給口、および吸引排出口は、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、処理流体供給口、および吸引排出口の少なくとも1つからなるセットが、 N_2 /IPA蒸気供給口、吸引排出口、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、吸引、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、吸引、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 - 吸引 - 処理流体の方向性が説明される。

【0032】

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、および吸引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。負圧は、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。

【0033】

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~12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)に用いることができる。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から負圧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、本明細書で説明されるように、任意の適切な供給口/排出口の方向性が用いられて良

い。

【0034】

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。一実施形態では、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できる。また、排出口304は、ウエハ表面に近接する領域に負圧を提供し、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を通じて負圧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、そして負圧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。

10

20

【0035】

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、負圧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負圧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。

30

40

【0036】

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（吸引排出口）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から提供される負圧が処理流体、IPA、およびウエハ表面上の流体

50

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負圧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、液体の流量および負圧流体の流量は、吸引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、吸引排出口に気体流れ込むことがないように調整される。

【0037】

N_2 /IPA、処理流体、および負圧流体の流量としては、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。

【0038】

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。

【0039】

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負圧流体の流量は、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負圧流体の流量は、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、および負圧流体の流量を測定することが可能である。

【0040】

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。

【0041】

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を通じた負圧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、負圧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、本明細書で更に説明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

10

20

30

40

50

切な表面が、その表面に対するメニスカス 1 1 6 の出入りを通じて処理されて良い。

【 0 0 4 2 】

図 5 A ~ 8 C 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。

10

【 0 0 4 3 】

図 5 A 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 1 0 6 - 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 1 0 6 - 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 3 0 6 a を含む。第 1 の流体は、複数のソース排出口 3 0 4 a を通じて提供される負圧によって、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 1 0 6 - 1 の処理表面の第 1 の流体メニスカス領域 4 0 2 内に設けられた導管によって生成することができる。

20

【 0 0 4 4 】

マルチメニスカスプロキシミティヘッド 1 0 6 - 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 3 0 6 b を含む。第 2 の流体は、複数のソース排出口 3 0 4 b を通じて提供される負圧によって、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 3 0 4 a から除去される。一実施形態において、複数のソース排出口 3 0 4 a は、ソース供給口 3 0 6 a , 3 0 6 b 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。また、複数のソース排出口 3 0 6 b は、ソース供給口 3 0 6 b 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 3 0 6 b が液体および気体の両方を除去するのに対し、排出口 3 0 6 a 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 1 0 6 - 1 の第 2 の流体メニスカス領域 4 0 4 内に設けられた導管によって形成することができる。

30

【 0 0 4 5 】

マルチメニスカスプロキシミティヘッド 1 0 6 - 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 3 0 2 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

【 0 0 4 6 】

また、マルチメニスカスプロキシミティヘッド 1 0 6 - 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 1 0 6 - 1 の処理表面は、ほぼ平らな表面を有して良い。

【 0 0 4 7 】

図 5 B 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 1 0 6 - 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 1 0 6 - 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

【0048】

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、別の一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

【0049】

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とほぼ同一平面であっても良い。

【0050】

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

【0051】

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、負圧の提供によって、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、負圧の提供によって、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

【0052】

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302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

50

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。

【0053】

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, 304a, 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306b, 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306b、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

【0054】

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

【0055】

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(および図8A)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

【0056】

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

【0057】

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部分のウエ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

50

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、四辺形、および直線形など、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、所望のウエハ処理作業に応じ、任意の適切な流体が用いられて良い。

【0058】

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入力される第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入力される第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、ウエハ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。

【0059】

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の流体を、そしてそれと共に空気（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エ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。

【0060】

図8A～12は、プロキシミティヘッドの作動時においてメニスカスを分離する働きをする障壁を伴うプロキシミティヘッドの更なる実施形態を示している。障壁は、あるメニスカスを生成する供給口/排出口セットと、別のメニスカスを生成する供給口/排出口セットとの間に位置して良い。したがって、隣接する複数のメニスカスの生成およびそれらの分離が望まれるとき、障壁は、メニスカスの分離性および安定性の両方を管理する助けとなる。

【0061】

半導体素子の製造において、洗浄の用途は、希薄な水性化学剤を用いて実施されない場合が多い。例えばエッチング後の残留物除去などのウエハ処理において、ウエハは、例えばATMI ST-255およびATMI PT-15（コネティカット州ダンベリー所在のATMIによる）、並びに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）などを含む、半水溶性と称される群の化学剤（「SA溶

10

20

30

40

50

媒」)にさらすことができる。これらの化学剤は、それぞれの具体的な化学組成に応じて異なる性質を有するものの、同群の化学剤として、例えば、S A 溶媒は高価である、水にさらされると化学的性能が大幅に劣化することが多い、およびウエ八処理に必要とされる量はごく少量であるなど、いくつかの共通した特徴を有する。S A 化学剤はしばしば高価であるので、これらの化学剤は再生の必要がある。再生は、再利用に類似した手段であって、ある量の化学剤がウエ八に供給された場合に、そのなかで余分だったまたは使用されなかった分を取り除き、次のウエ八に備える手段である。

【0062】

また、これらの化学剤の化学的活性は、概して濃度に極めて依存し(希釈は結果的に化学的活性を大幅に低下させる)、S A 溶媒の寿命は、しばしば含水量に非常に大きく依存する(水にさらされるほど寿命が低下する)。したがって、ウエ八ごとに使用される化学剤の量を最小限に抑えると共に一群のS A 化学剤によって処理可能であるウエ八の数を最大にするためには、ウエ八に対するS A 溶媒の投入または供給と、同じウエ八からのS A 溶媒のすすぎ落としとを分離することが望ましい。

【0063】

図8 Aは、非親和性の障壁602を生成するために用いられるマルチメニスカスプロキシミティヘッド106-3の断面を、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、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-3は、流体供給口306a, 306bおよび流体排出口304a, 304bを含み、更に、流体供給口302を随意に含む。図6を参照にして上述されたように、流体供給口306aは、ウエ八表面に第1の処理流体を供給することができる。なお、第1の流体は、所望のウエ八処理作業でウエ八表面を処理できる任意の適切な流体であって良い。したがって、一実施形態において、第1の処理流体は、リソグラフィ促進流体、エッチング流体、洗浄流体、すすぎ流体、および乾燥流体のいずれの流体であっても良い。また、随意的な一実施形態において、流体供給口302は、ウエ八表面に第3の流体を供給することができる。この処理流体は、ウエ八表面に作用した後、例えば一例では流体排出口304aを通じた負圧によって除去される。したがって、このウエ八処理化学剤は、ウエ八表面を処理した後、流体排出口304aを通じてウエ八表面から除去される。

【0064】

マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-3は、また、流体供給口306bを通じて第2のウエ八処理流体を表面に供給し、一実施形態では流体排出口304a, 304bを通じて提供される負圧によって第2のウエ八処理流体を表面から除去する。第2の流体メニスカス116bは、このようにして生成することができる。なお、第2の流体は、所望のウエ八処理作業でウエ八表面を処理できる任意の適切な流体であって良い。したがって、一実施形態において、第2の処理流体は、リソグラフィ促進流体、エッチング流体、洗浄流体、すすぎ流体、および乾燥流体のいずれの流体であっても良い。また、随意的な一実施形態において、流体供給口302は、ウエ八表面に第3の流体を供給することができる。なお、第3の流体は、第2の流体の表面張力を低下させられる任意の流体であって良い。一実施形態において、第3の流体は、窒素ガスに含有されるイソプロピルアルコール蒸気(IPA/N₂)である。

【0065】

マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-3の一実施形態では、流体排出口304aと流体供給口306bとの間に非親和性の障壁602が設けられる。ウエ八処理流体は、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-2との間に第1の流体メニスカス116aを形成する。一実施形態では、流体供給口306bを通じてウエ八表面に脱イオン水(DIW)が供給される。DIWによるウエ八表面の処理後、そのDIWは、ソース排出口304bを通じてウエ八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とウエ八表面との間のDIWは、第1の流体メニスカス116bを形成する。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は、窒素ガスに含有されたイソプロピルアルコール蒸気をウエ八表面に随意に供給して良い。一実施形

10

20

30

40

50

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部分のウエハ表面に作用しはじめることができる。

【0066】

図8Aに示された実施形態は、第1の流体メニスカス116Aaと第2の流体メニスカス116bとを分離することができる非親和性の障壁602を含む。このような一実施形態において、第1の流体メニスカス116aは、第2の流体メニスカス116bに直接接触しない。図8Bを参照にして後述されるように、ウエハ表面の処理を経て使用された第1の流体メニスカス116aは、ウエハ表面上に残留し、第2の流体メニスカス116bによって除去される。なお、障壁602は、流体メニスカスを生成するために、例えばSA溶媒、水性溶液、および水溶液など、流体に対して非親和性である任意の適切な材料で形成されて良い。

10

【0067】

したがって、一実施形態において、流体メニスカス116aを生成するためにSA溶媒が用いられるとき、このSA溶媒からなる流体メニスカスは、隣接するすすぎ用のメニスカスから分離される。また、SA溶媒が用いられる実施形態において、非親和性の障壁602は、SA溶媒の再生を可能にすると共に使用された境界層のすすぎを可能にする。

【0068】

障壁602は、メニスカス間の隙間における自由空気の流れを阻むことによって、メニスカス間の膜の乾燥を阻止し、ひいてはウエハ表面上に欠陥が形成される可能性を激減させる。また、障壁は、非常に分厚く形成することによって、制御不能に乾燥される恐れのある液体の量を最小限に抑えることができる。

20

【0069】

図8Bは、非親和性のウエハ表面に作用している状態のマルチメニスカス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詳細に示している。一実施形態において、マルチメニスカスプロキシミティヘッド106-3は、前述のように、所望のウエハ処理作業に応じてウエハ表面を処理することができる第1の流体メニスカス116aを含む。ウエハ表面上に残留している使用された第1の流体メニスカス116aの化学剤は、次いで、第2の流体メニスカス116b（図中の一実施形態では、使用された化学剤を除去するためのすすぎ用の流体メニスカスである）によって処理することができる。図に示された実施形態は、第1の流体メニスカス116aがウエハ表面の処理領域から離れた際も使用された化学剤が維持される、親水性のウエハの処理に関する。

30

【0070】

一実施形態において、障壁は、第1の流体メニスカスの化学剤に対して非親和性であり、ウエハは、第1の流体メニスカスの化学剤に対して親和性である。このとき、例えば化学剤がSA溶媒である場合は、非親和性の障壁は、「使用された（使用済み）」表面のみをすすぎ用メニスカス（例えばDIWメニスカス）に流入させるように設計されるので、その結果、溶媒の再生の最適化および溶媒の寿命の最長化が可能になる。障壁602の具体的なパラメータに関しては、第1の流体メニスカスと第2の流体メニスカスとをほぼ分離した状態で維持することができる任意の適切な形状（高さ、幅、輪郭、および寸法）、位置、並びに表面仕上げであることが可能である。

40

【0071】

図8Cは、本発明の一実施形態にしたがって、非親和性のウエハ表面に作用している状態のマルチメニスカスプロキシミティヘッド106-3を詳細に示している。一実施形態において、ウエハ表面は、第1の流体メニスカス116aを構成する流体に対して非親和性であるので、第1の流体メニスカス116aのウエハ処理化学剤（一実施形態では水性の流体である）は、処理後はウエハ表面上に留まらない。したがって、非親和性の障壁602は、第1の流体メニスカス116aと第2の流体メニスカス116bとを完全に分離された状態に維持し、第1の流体メニスカス116aの流体と第2の流体メニスカス11

50

6 bの流体との混じり合いを阻止することができる。また、このような一実施形態において、ソース排出口304 aは、第1の流体メニスカス116 aからの第1の流体のみを除去する。

【0072】

これらの代表的な実施形態では、2つのメニスカス（内側のメニスカスと、それを取り囲む外側のメニスカス）のみが図示されているが、実際は、任意の適切な数の同心のメニスカスを生成することができる。このような場合、内側の各メニスカスは、少なくとも1つのソース供給口306 aとソース排出口304 aとのセットによって生成することができ、最も外周のメニスカス（メニスカスを取り囲む最も外側のメニスカス）は、少なくとも1つのソース供給口306 bとソース排出口304 bとのセットによって生成することができ、したがって、どの内側のメニスカスも、特定の処理流体の供給および除去を行うことができるソース供給口306 aとソース排出口304 aとのセットによって生成することができる。

10

【0073】

一実施形態において、第1の流体メニスカス116 aの化学剤としてSA溶媒が用いられる場合は、非親和性の障壁によって、SA溶媒（すなわち使用されたひとかたまりの表層）のほぼ100%回収が可能になる。もし、すすぎ水がSA溶媒よりもウエハに対して親和性である場合は、ウエハの相対運動によって、すすぎ水によるSA溶媒の汚染が阻止される。障壁602は、障壁とウエハとの間の「最小距離」を大きめに認めるように設計されても良いし、あるいは、ウエハ表面まで達することによってSA溶媒を「押し出し」て、最大限の再利用を可能にしても良い。

20

【0074】

図9 Aは、障壁602を伴う、代表的な供給口/排出口パターンのプロキシミティヘッド106-4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106-4は、複数のソース供給口306 a'、306 b'を有する。複数のソース供給口306 a'は、領域670に位置することができ、複数のソース供給口306 b'は、領域655に位置することができる。プロキシミティヘッド106-4は、また、複数のソース排出口304 a'、304 b'を有することもできる。複数のソース排出口304 a'、304 b'は、それぞれ領域660および領域665に位置することができる。一実施形態において、プロキシミティヘッド106-4は、それぞれ領域650、675に位置することができる複数のソース供給口302 a'、302 b'を随意に含んでも良い。なお、複数のソース供給口306 a'は、ウエハ表面に任意の適切な種類の流体を供給することができる。また、複数のソース供給口306 b'は、複数のソース供給口306 a'と同じ種類の流体を供給することができる一方で、別の一実施形態では、複数のソース供給口306 a'と異なる種類の流体をウエハに供給するように構成することもできる。

30

【0075】

一実施形態において、複数のソース排出口304 a'は、複数のソース供給口306 a'からウエハに供給された流体を除去するように構成することができ、複数のソース排出口304 b'は、複数のソース供給口306 b'からウエハに供給された流体を除去するように構成されて良い。なお、複数のソース供給口306 a'、306 b'は、いずれも、やはり表面上にある他の流体または材料を除去することもできる。障壁602は、一実施形態では全体的に非親和性であって良く、別の一実施形態では例えば図9 Cで説明されるように一部親水性で一部疎水性であって良い。なお、障壁602は、代表例として長方形で示されているが、2つまたはそれ以上のメニスカスを分離することができる限り、任意の適切な大きさおよび形状を取ることができる。なお、障壁602は、その少なくとも一部を、例えばPTFE、PVDF、ポリプロピレン、ポリカーボネート、およびポリイミドなどの疎水性材料で作成することができる。障壁は、また、流体メニスカスを分離することができる限り、任意の適切な位置を取ることができる。一実施形態において、障壁602は、第1の流体メニスカスを生成するための第1のプロキシミティヘッド導管セッ

40

50

トと、第2の流体メニスカスを生成するための第2のプロキシミティヘッド導管セットと、の間に設けられる。なお、障壁602は、ある流体メニスカスを別の流体メニスカスから分離することができる任意の適切な形態で、プロキシミティヘッド内またはプロキシミティヘッド上に設けることができる。

【0076】

図9Bは、障壁602を伴う、代表的な供給口/排出口パターンのプロキシミティヘッド106-5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106-5は、領域670, 680にそれぞれ位置することができる複数のソース供給口306a', 306b'を有する。プロキシミティヘッド106-5は、また、複数のソース排出口304a', 304b'を有することもできる。一実施形態において、プロキシミティヘッド106-5は、それぞれ領域675, 685に位置することができる複数のソース供給口304a', 304b'を随意に含んでも良い。なお、複数のソース供給口306a'は、ウエハ表面に任意の適切な種類の流体を供給することができる。また、複数のソース供給口306b'は、複数のソース供給口306a'と同じ種類の流体を供給することができる一方で、別の一実施形態では、複数のソース供給口306a'と異なる種類の流体をウエハに供給するように構成することもできる。

10

【0077】

図10は、第1の流体メニスカス116a'と第2の流体メニスカス116b'とを障壁602によって分離された状態にある、動作時のプロキシミティヘッド106-4の側面を、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、メニスカス116a', 116b'は、例えば図9Aおよび図9Bで説明されたプロキシミティヘッドなど、本明細書で説明された、障壁602を伴う任意の適切な種類のプロキシミティヘッドによって形成することができる。

20

【0078】

一実施形態において、複数のソース供給口306a'は、メニスカス116a'を生成する流体を供給することができる、複数のソース供給口306b'は、116b'を生成する流体を供給することができる。複数のソース排出口304a'は、メニスカス116a'から流体を除去することができる、複数のソース排出口304b'は、メニスカス116b'から流体を除去することができる。代表的な一実施形態において、プロキシミティヘッド106-4は、方向690に運動して良い。なお、プロキシミティヘッド106-4は、所望のウエハ処理に応じ、任意の適切な方向に移動することができる。別の一実施形態では、プロキシミティヘッド106-4を一箇所にとどめた状態でウエハ108を移動させて良いし、更に別の一実施形態では、プロキシミティヘッド106-4およびウエハ108の両方を移動させて良い。メニスカス分離領域650に関しては、図11A~Cを参照にして以下で詳述される。

30

【0079】

図11Aは、非親和性のウエハ108'を使用したウエハ処理作業におけるメニスカス分離領域650を、本発明の一実施形態にしたがって示している。領域650は、図10を参照にして説明されたプロキシミティヘッド106-4のうち、障壁602がメニスカス116a'とメニスカス116b'とを分離する働きをする一領域を拡大したものである。一実施形態において、障壁602は非親和性であって良い。なお、障壁602は、ウエハ処理作業の種類に応じ、任意の適切なウエハ処理作業に用いられる任意の適切な化学剤または流体に対して非親和性であるように構成することができる。このような状況において、障壁602は、障壁602で占められる領域または障壁602に近い領域から流体をはじくように構成することができる。したがって、プロキシミティヘッド106とウエハ108'との間の領域にソース供給口304a'を通じて流体が入力されたとき、その流体は、非親和性の障壁602からはじかれる。また、一実施形態において、ウエハ108'は非親和性であるので、ウエハ108'も、ソース供給口304a'からの流体をはじく。したがって、流体は、非親和性の障壁602およびウエハ108'の両方からはじかれることになる。その結果、メニスカス116a'の表面張力、並びにメニスカス11

40

50

6 a' と障壁 6 0 2 およびウエハ 1 0 8' との間の反発相互作用によって、メニスカス 1 1 6 a' の境界は、曲線を描いて非親和性の障壁 6 0 2 およびウエハ 1 0 8' から逸れる。また、ウエハ 1 0 8' および障壁 6 0 2 から作用する非親和性効果のため、メニスカス 1 1 6 a' , 1 1 6 b' は、障壁 6 0 2 の下を移動しない。

【 0 0 8 0 】

プロキシミティヘッド 1 0 6 とウエハ 1 0 8' との間の領域では、ソース供給口 3 0 4 a' を通じて流体が入力される一方で、ソース排出口 3 0 6 a' を通じて流体が除去される。プロキシミティヘッド 1 0 6 - 4 とウエハ 1 0 8' との間の領域に、ソース供給口 3 0 6 b' を通じて流体が入力されるとき、その流体は、非親和性の障壁 6 0 2 によってはじかれる。ウエハ 1 0 8' は、非親和性である場合は、ソース供給口 3 0 4 a' からの流体をはじく。したがって、流体は、非親和性の障壁 6 0 2 およびウエハ 1 0 8' の両方からはじかれることになる。その結果、メニスカス 1 1 6 b' の表面張力、並びにメニスカス 1 1 6 b' と障壁 6 0 2 およびウエハ 1 0 8' との間の反発相互作用によって、メニスカス 1 1 6 b' の境界は、曲線を描いて障壁 6 0 2 およびウエハ 1 0 8' から逸れる。その結果、メニスカス 1 1 6 a' , 1 1 6 b' は完全に分離されるので、メニスカス 1 1 6 a' , 1 1 6 b' の流体が互いに混じり合うことはない。

10

【 0 0 8 1 】

プロキシミティヘッド 1 0 6 - 4 とウエハ 1 0 8' との間の領域では、ソース供給口 3 0 6 a' を通じて流体が入力される一方で、ソース排出口 3 0 4 a' を通じて流体が除去される。その結果、メニスカス 1 1 6 a' , 1 1 6 b' は完全に分離されるので、メニスカス 1 1 6 a' , 1 1 6 b' の流体が互いに混じり合うことはない。

20

【 0 0 8 2 】

図 1 1 B は、親水性のウエハ 1 0 8" を処理するプロキシミティヘッド 1 0 6 - 4 を、本発明の一実施形態にしたがって示している。図 1 1 B に示された領域 6 5 0' は、図 1 0 を参照にして説明された、障壁 6 0 2 がメニスカス 1 1 6 a' とメニスカス 1 1 6 b' とを分離する働きをするプロキシミティヘッド 1 0 6 - 4 の別の代表的な実施形態である。一実施形態において、ウエハ 1 0 8" は親水性であるので、プロキシミティヘッド 1 0 6 - 4 とウエハ 1 0 8" との間の領域における流体の入力によってメニスカス 1 1 6 a' が形成されるとき、メニスカス 1 1 6 a' の流体は、ウエハ 1 0 8" の表面に引き付けられる。したがって、一実施形態では、方向 7 0 2 へのプロキシミティヘッド 1 0 6 - 4 の移動に伴って、ウエハ表面上の薄い流体の層が、障壁 6 0 2 の下をウエハ表面に沿って移動する。そして、その流体は、流体メニスカス 1 1 6 b' を構成している流体と混じり合う。なお、メニスカス 1 1 6 a' からメニスカス 1 1 6 b' へと移動する流体の量は多くないので、もしメニスカス 1 1 6 b' によって実現されるウエハ処理が、少量の流体メニスカス 1 1 6 a' に持ちこたえられるならば、親水性のウエハ 1 0 8" の処理は望ましいかたちで実現される。

30

【 0 0 8 3 】

図 1 1 C は、部分的に親水性の障壁 6 0 2' を伴うプロキシミティヘッド 1 0 6 - 4 を、本発明の一実施形態にしたがって示している。図 1 1 C に示された領域 6 5 0" は、図 1 0 を参照にして説明された、障壁 6 0 2' がメニスカス 1 1 6 a' とメニスカス 1 1 6 b' とを分離する働きをするプロキシミティヘッド 1 0 6 - 4 の別の代表的な実施形態である。一実施形態において、障壁 6 0 2' は、疎水性の領域 6 0 2 a に加えて、部分的に親水性の領域 6 0 2 b を有して良い。したがって、親水性の領域 6 0 2 b は、メニスカス 1 1 6 a' , 1 0 6 b' の流体をそれぞれ引き付けることによって、メニスカス 1 1 6 a' , 1 1 6 b' の境界を任意の適切な形状にかたどることができる。

40

【 0 0 8 4 】

図 1 2 は、障壁 6 0 2" を伴うプロキシミティヘッド 1 0 6 - 5 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、障壁 6 0 2" は、親水性の領域 6 0 2 b および疎水性の領域 6 0 2 a を有する。一実施形態において、疎水性の領域 6 0 2 a は、疎水性の領域 6 0 2 a の近くで、メニスカス 1 1 6 a' , 1 1 6 b' のそれぞれの部分

50

を分離された状態に維持する。親水性の領域 602b は、メニスカス 116b' , 116b' からの流体を通過させるように構成される。このような構成は、メニスカス 116a' , 116b' の特定部分の混合を望まれる工程で用いることができる。

【0085】

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】

10

【0086】

【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。

【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。

20

【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。

【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。

30

【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。

【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8A】非親和性の障壁を処理するために用いられるマルチメニスカスプロキシミティヘッドの断面を、本発明の一実施形態にしたがって示した図である。

【図8B】親和性のウエハ表面に作用している状態のマルチメニスカス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詳細に示した図である。

40

【図8C】非親和性のウエハ表面に作用している状態のマルチメニスカス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詳細に示した図である。

【図9A】障壁を伴う、代表的な供給口/排出口パターンの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9B】障壁を伴う、代表的な供給口/排出口パターンの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】第1の流体メニスカスと第2の流体メニスカスとを障壁によって分離された状態にある、動作時の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11A】非親和性のウエハを使用したウエハ処理作業におけるメニスカス分離領域を

50

、本発明の一実施形態にしたがって示した図である。

【図 1 1 B】親水性のウエハを処理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 1 1 C】部分的に親水性の障壁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 1 2】障壁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。

【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

1 0 ... ウエハ	10
1 2 ... 液体 / 気体移動界面	
2 0 ... 親水性の領域	
2 2 ... 疎水性の領域	
2 6 ... 流体	
1 0 0 ... ウエハ処理システム	
1 0 2 a , 1 0 2 b ... ローラ	
1 0 4 a , 1 0 4 b ... アーム	
1 0 6 a , 1 0 6 b ... プロキシミティヘッド	
1 0 6 - 1 , 1 0 6 - 2 , 1 0 6 - 3 , 1 0 6 - 4 , 1 0 6 - 5 ... マルチメニスカス	
プロキシミティヘッド	20
1 0 8 ... ウエハ	
1 0 8 ' ... 疎水性のウエハ	
1 0 8 " ... 親水性のウエハ	
1 0 8 a ... 上面	
1 0 8 b ... 下面	
1 1 6 ... メニスカス	
1 1 6 a ... 第 1 の流体メニスカス	
1 1 6 b ... 第 2 の流体メニスカス	
1 1 6 a ' , 1 1 6 b ' ... 流体メニスカス	
1 1 8 ... I P A / 処理流体界面	30
3 0 2 ... 供給口	
3 0 4 ... 排出口	
3 0 4 a , 3 0 4 b ... 排出口	
3 0 6 ... 供給口	
3 0 6 a , 3 0 6 b ... 供給口	
3 1 0 ... I P A	
3 1 2 ... 吸引	
3 1 4 ... 処理流体	
4 0 2 ... 第 1 の流体メニスカス領域	
4 0 4 ... 第 2 の流体メニスカス領域	40
4 5 2 ... 隆起領域	
4 5 3 ... 表面	
4 5 4 ... 設備プレート	
4 5 6 ... ボディ	
4 5 8 ... 処理表面	
5 0 2 , 5 0 4 a , 5 0 4 b , 5 0 6 a , 5 0 6 b ... 流路	
6 0 2 ... 非親和性の障壁	
6 0 2 ' ... 親水性の障壁	
6 5 0 , 6 5 0 ' , 6 5 0 " ... メニスカス分離領域	
6 5 5 , 6 6 0 , 6 6 5 , 6 7 0 , 6 7 5 , 6 8 0 , 6 8 5 ... 領域	50

【 図 4 B 】

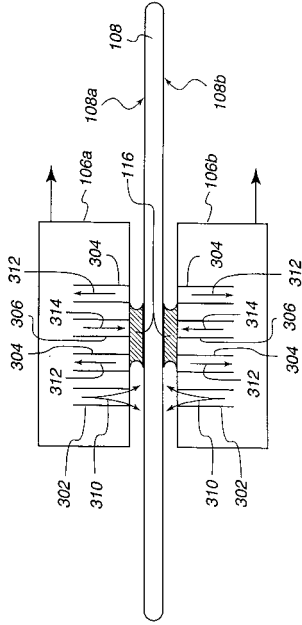


Fig. 4B

【 図 5 A 】

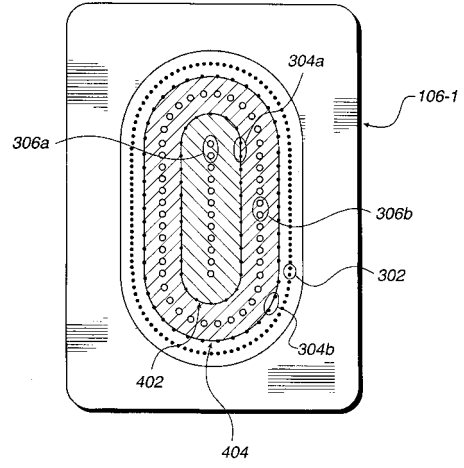


Fig. 5A

【 図 5 B 】

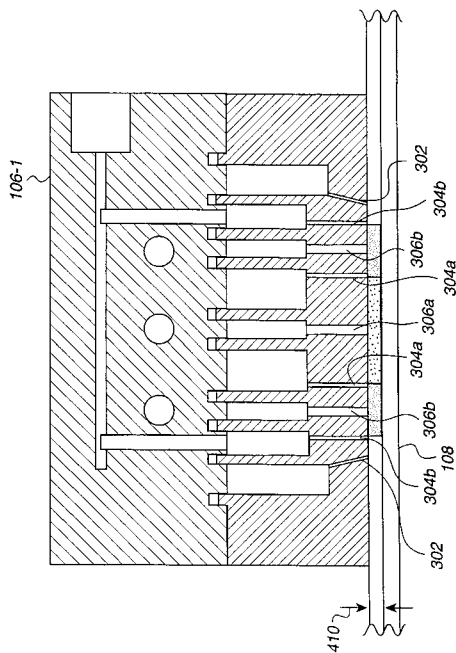


Fig. 5B

【 図 6 A 】

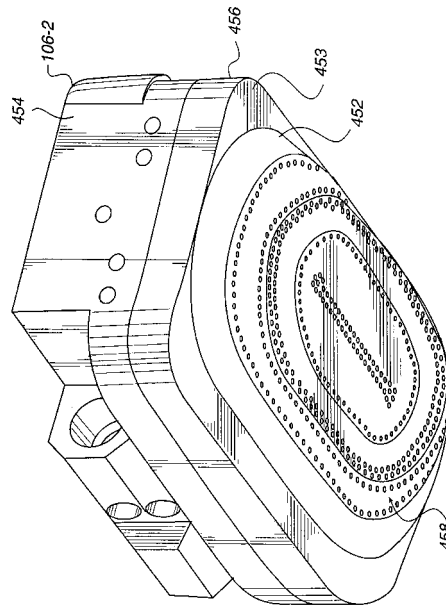


Fig. 6A

【図 6 B】

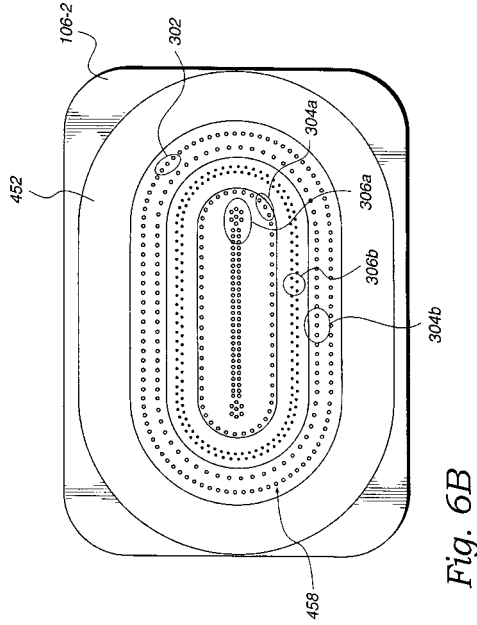


Fig. 6B

【図 6 C】

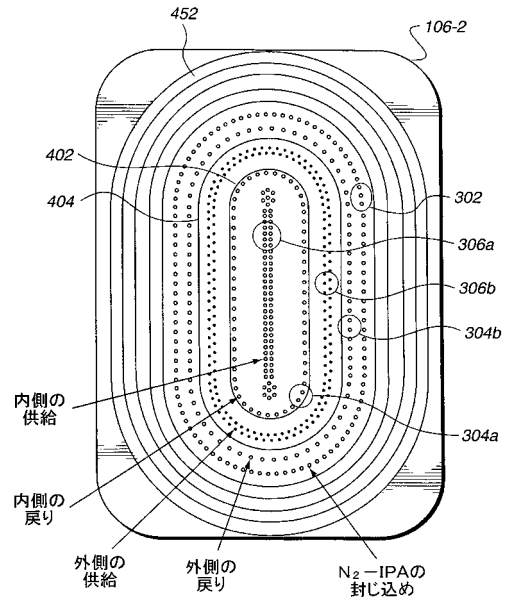


Fig. 6C

【図 6 D】

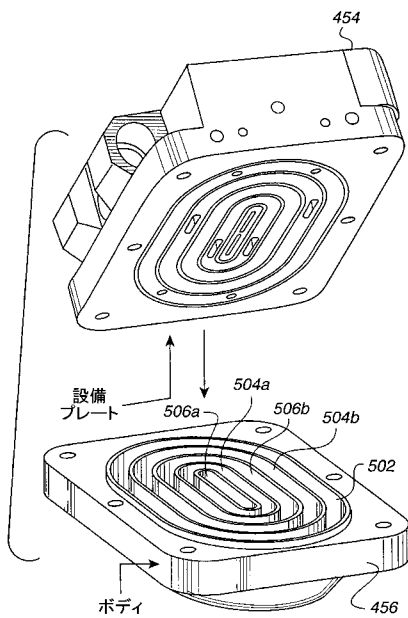


Fig. 6D

【図 6 E】

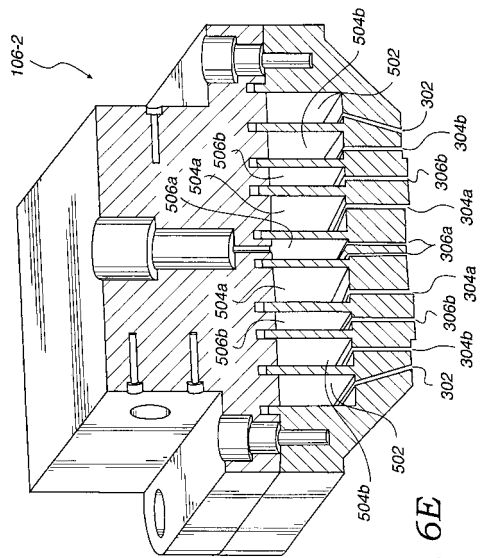


Fig. 6E

【 図 7 】

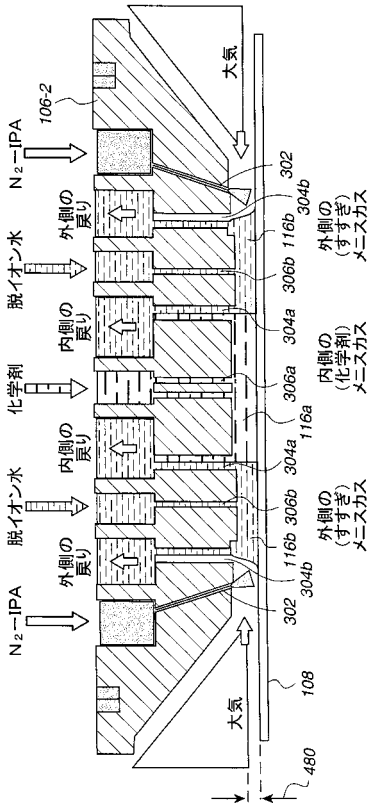


Fig. 7

【 図 8 A 】

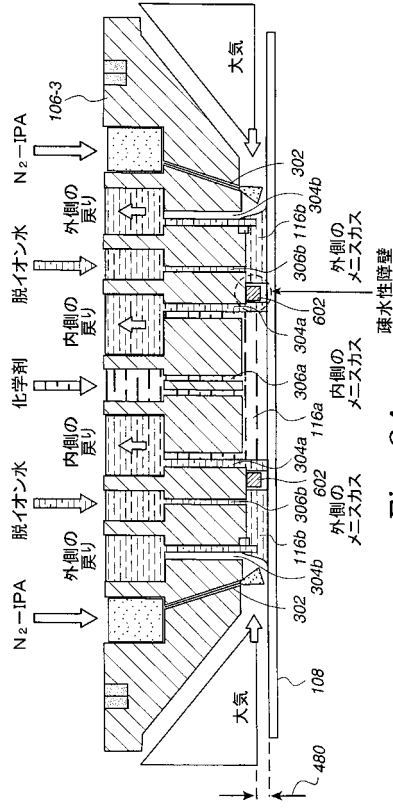


Fig. 8A

【 図 8 B 】

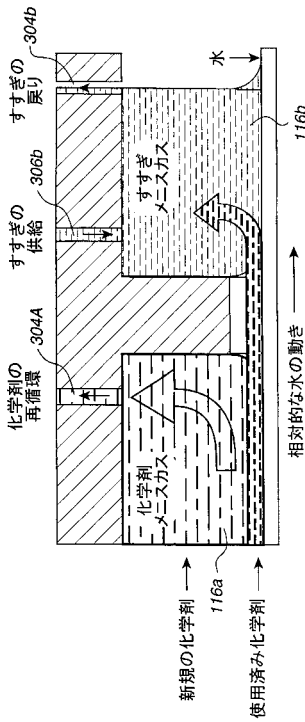


Fig. 8B

【 図 8 C 】

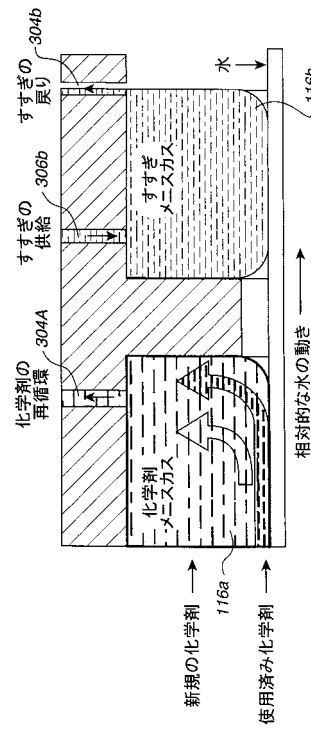


Fig. 8C

【図9A】

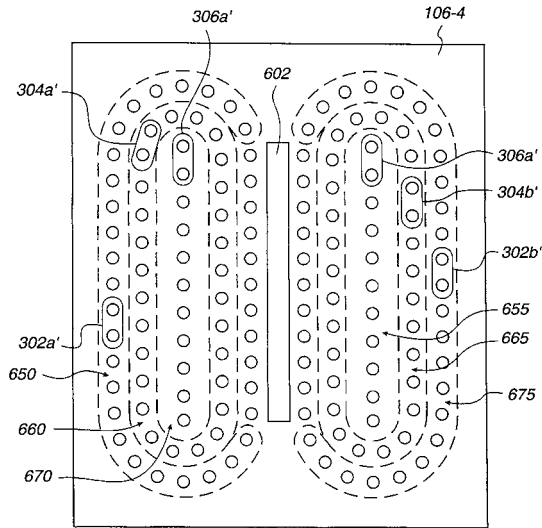


Fig. 9A

【図9B】

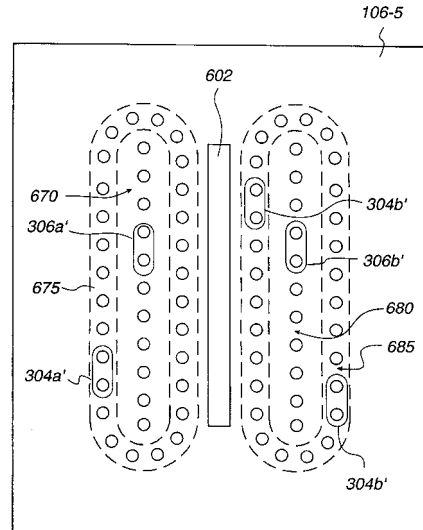


Fig. 9B

【図10】

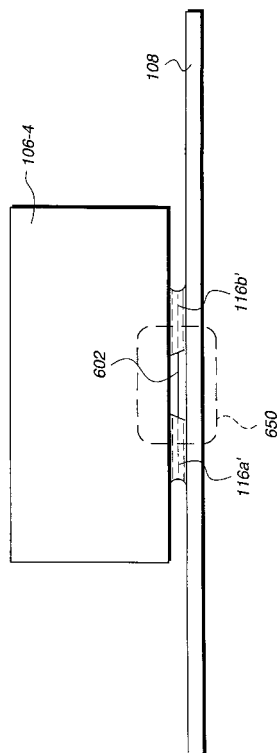


Fig. 10

【図11A】

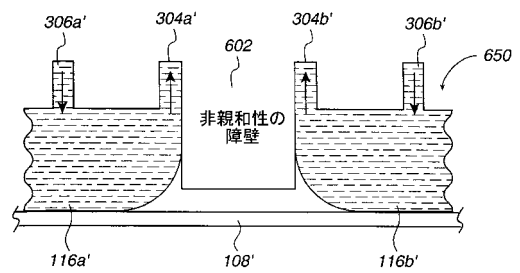


Fig. 11A

【図11B】

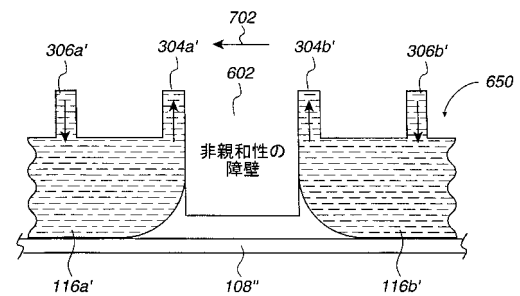


Fig. 11B

【 図 1 1 C 】

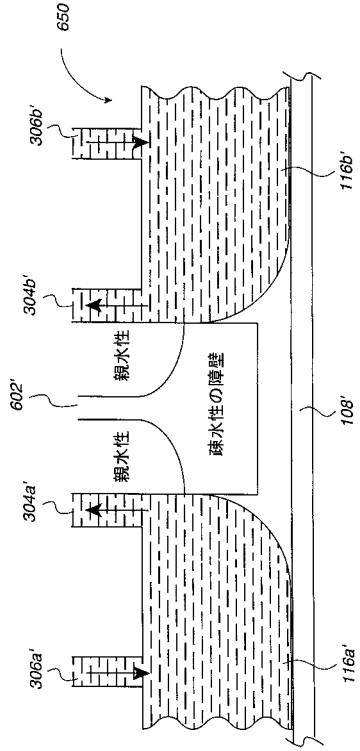


Fig. 11C

【 図 1 2 】

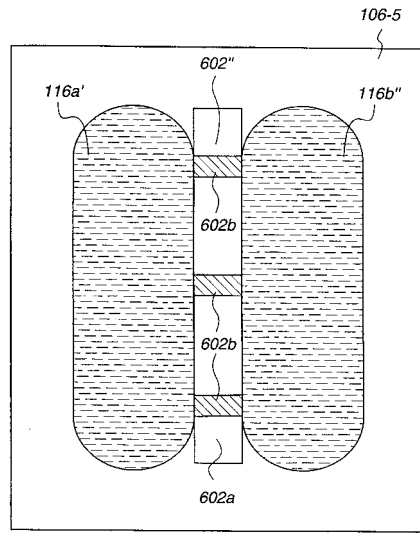


Fig. 12

フロントページの続き

(72)発明者 トーマス・ダブリュ．・アンダーソン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 5 1 リバーモア, ジャニス・コート, 1 4 1 8

審査官 早房 長隆

(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 4 / 0 3 2 1 6 0 (W O , A 1)

特開 2 0 0 3 - 1 0 0 6 8 9 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 0 5 3 0 4 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 1 / 3 0 4

C 2 3 F 1 / 2 4

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6