

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-294835

(P2005-294835A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.⁷

H01L 21/304

F I

H01L 21/304 643C

H01L 21/304 622Q

H01L 21/304 651K

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 43 頁)

(21) 出願番号 特願2005-100372 (P2005-100372)
 (22) 出願日 平成17年3月31日 (2005.3.31)
 (31) 優先権主張番号 10/817,620
 (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)

(71) 出願人 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 950
 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 カール・ウッズ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州950
 04 アプトス, ビレッジ・クリーク・ロ
 ード, 333

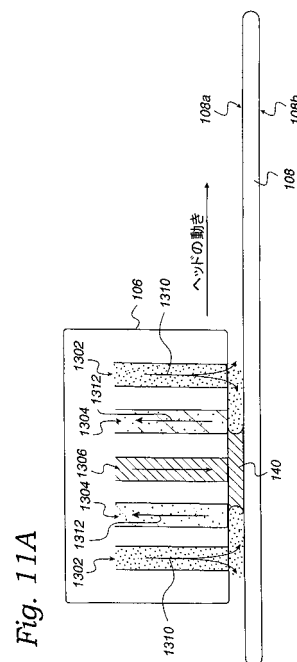
(54) 【発明の名称】 基板とメニスカスとの境界面およびその取り扱い方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ウエハ表面に対する流体の供給および除去の効率を高めた装置と方法の提供。

【解決手段】 近接ヘッド106は、ソース供給口1302, 1306およびソース排出口1304を含む。窒素ガスに含有されるイソプロピルアルコール蒸気1310がソース供給口1302を通じてウエハ表面に供給され、真空1312がソース排出口1304を通じてウエハ表面に供給され、処理液がソース供給口1306を通じてウエハ表面に供給される。流体メニスカス140は、ウエハ表面108aから処理液1310を除去するために真空1312を供給することに加えて、処理液1310を供給することによって、生成することができる。流体メニスカス140は、近接ヘッド106とウエハ表面との間に形成される流体層であり、安定した且つ制御可能な状態でウエハ表面108aを横切って移動することができる。

【選択図】 図11A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板を、前記基板の表面に供給される流体メニスカスで処理するための装置であって、前記基板の端部に隣接して前記基板とほぼ同一平面内に配置されるように構成されるドッキング表面であって、移動境界面を提供することによって前記流体メニスカスが前記基板の表面に出入りすることを可能にするドッキング表面を備える装置。

【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、前記ドッキング表面は、前記流体メニスカスのためのドッキングステーションを構成する、装置。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の基板を処理するための装置であって、更に、前記ドッキング表面を含む前記ドッキングステーションを保持するためのクーポンマガジンを備える装置。

【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、前記ドッキング表面は、前記基板の外周形状に合致する外周形状を有する、装置。

【請求項 5】

基板の処理に使用するための装置であって、近接ヘッドのためのドッキングステーションを前記基板の端部に隣接する位置に保持するように構成されるクーポンマガジンを備える装置。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、前記ドッキングステーションは、前記近接ヘッドの流体メニスカスのための移動境界面を提供するドッキング表面によって構成される、装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、前記クーポンマガジンは、上部および下部を含む、装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、前記ドッキングステーションは、前記上部と前記下部との間に保持される、装置。

30

【請求項 9】

請求項 5 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、前記ドッキングステーションは、石英材料である、装置。

【請求項 10】

請求項 5 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、前記ドッキングステーションは、親水性材料である、装置。

【請求項 11】

請求項 5 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、更に、前記クーポンマガジンを保持するように構成されるクーポンマガジンマウントを備える装置。

40

【請求項 12】

請求項 5 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、更に、前記ドッキングステーションを前記基板とほぼ共平面上に移動させるように構成されるレベリング機構を備える装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、前記レベリング機構は、前記ドッキングステーションを垂直面内で移動させるように構成される、装置。

【請求項 14】

50

請求項 1 2 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、
前記レベリング機構は、ボール止めを垂直に移動させるように構成されるネジを含む、
装置。

【請求項 1 5】

請求項 5 に記載の基板の処理に使用するための装置であって、
前記クーポンマガジンは、覗き窓を含む、装置。

【請求項 1 6】

基板を処理するための方法であって、
基板表面とほぼ共平面上に前記基板の端部に隣接して移動表面を配置する工程と、
前記移動表面と前記基板表面との間で流体メニスカスを移動させる工程と
を備える方法。 10

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の基板を処理するための方法であって、
前記移動表面を配置する工程は、前記移動表面の高さを調整することを含む、方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載の基板を処理するための方法であって、
前記高さ調整は、前記レベリング機構によって実現される、方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 6 に記載の基板を処理するための方法であって、
前記移動表面は、親水性材料である、方法。 20

【請求項 2 0】

請求項 1 6 に記載の基板を処理するための方法であって、
前記移動表面と前記基板表面との間で流体メニスカスを移動させる工程は、前記流体メ
ニスカスを前記基板表面上から前記移動表面上へと移動させること、および、前記流体メ
ニスカスを前記移動表面上から前記基板表面上へと移動させること、の一方を含む、方法
。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

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 30
の低減およびウエハの洗浄費用の削減を図りつつ、ウエハ表面に対する流体の供給および
除去の効率を高めるための、装置ならびに技術に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体チップの製造処理では、エッチング、洗浄、乾燥、およびメッキなどの工程を使用
し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、一般に、
エッチング処理、洗浄処理、乾燥処理、およびメッキ処理のために液体が供給され、ある
いは除去される。

【0 0 0 3】

例えば、ウエハの洗浄処理は、ウエハ表面に望ましくない残留物を残すような製造工程 40
が実施された場合に必要である。このような製造工程は、例えば、プラズマエッチング（
例えばタングステンエッチバック（W E B））および化学機械研磨（C M P）を含む。C
M P の場合は、ホルダ内にウエハが載置され、そのホルダによってウエハ表面が回転ベル
トポリシャに押し付けられる。このベルトポリシャでは、研磨を行うために、化学剤と研
磨材料とからなるスラリが使用される。この処理は、あいにく、ウエハ表面にスラリ粒子
および残留物を堆積させる傾向がある。ウエハ上に残留した望ましくない材料および粒子
は、とりわけ、ウエハ表面上にスクラッチなどの欠陥を生じさせたり、メタライゼーショ
ンによる立体形状間の不適切な相互作用を生じさせたりするおそれがある。このような欠
陥は、場合によっては、ウエハ上のデバイスを動作不能に陥らせるおそれがある。動作不
能なデバイスを伴うウエハを廃棄するための、不当な出費を回避するためには、望ましく 50

ない残留物を残すような製造工程の後に、適切に且つ効率良くウエハを洗浄する必要がある。

【0004】

湿式洗浄された後のウエハは、水または洗浄液の残りがウエハ上に残留しないように、効率良く乾燥させなければならない。液滴が形成される場合によくあることだが、ウエハ表面上の洗浄液が蒸発可能な状態にあるとき、洗浄液に予め溶解していた残留物すなわち汚染物は、洗浄液の蒸発後にウエハ表面に残留する（そして染みなどを形成する）。蒸発の発生を阻止するためには、ウエハ表面上に液滴を形成させることなく、可能な限り素早く洗浄液を除去しなければならない。これを達成する試みは、一つには、例えば遠心乾燥、IPA、またはマランゴニ乾燥など、異なる複数の乾燥技術のいずれかを用いる。これらの乾燥技術は、いずれも、ウエハ表面上の液体と気体との何らかの移動境界面を用いる。このような移動境界面がもし正しく維持された場合には、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。どの乾燥方式でもよくあるように、もし液体と気体との移動境界面が壊れた場合には、液滴の形成と共に蒸発が生じ、ウエハ表面上に汚染物を残留させる結果となる。

10

【0005】

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（SRD）である。図1は、SRDによる乾燥処理の際の、ウエハ10上における洗浄液の動きを示している。この乾燥処理では、湿ったウエハが、回転14の方向に高速で回転される。流体の方向の矢印16によって示されるように、SRDでは、ウエハの洗浄に使用された水または洗浄液が、遠心力の作用によって、ウエハの中心から引き離れてウエハの外側に引っ張られ、最終的にはウエハから引きずり落とされる。洗浄液がウエハから引き離されるにつれて、ウエハの中心には、液体と気体との移動境界面12が形成される。この境界面は、乾燥処理の進行に伴って、ウエハの外側に向かって移動する（すなわち、液体と気体との移動境界面12によって生成される円が大きくなる）。図1の例では、液体と気体との移動境界面12によって形成される円の内側は液体が無く、液体と気体との移動境界面12によって形成される円の外側は洗浄液である。したがって、乾燥処理の続行に伴って、液体と気体との移動境界面12の内側の領域（乾燥領域）は増大し、液体と気体との移動境界面12の外側の領域（濡れ領域）は減少する。先述のように、もし液体と気体との移動境界面12が壊れた場合には、ウエハ上に洗浄液の液滴が形成され、液滴の蒸発による汚染が引き起こされる。したがって、ウエハ表面上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制限することが肝要である。あいにく、今日の乾燥方法は、液体との移動境界面の崩壊を阻止することに関し、部分的に成功しているに過ぎない。

20

30

【0006】

また、SRD処理は、疎水性のウエハ表面を乾燥させることを得意としない。疎水性のウエハ表面の乾燥が難しいのは、このような表面が、水および水をベースにした（すなわち水性の）洗浄液をはじくからである。したがって、乾燥処理が続行され、洗浄液がウエハ表面から引き離されるのに伴って、残りの洗浄液は、（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、水性の洗浄液は、疎水性のウエハ表面との接触領域を最小量にしようとする。また、水性の洗浄液は、表面張力を受けて（すなわち水素間分子結合を受けて）凝集する傾向がある。したがって、疎水性のウエハ表面上には、疎水性の相互作用および表面張力が原因で、水性洗浄液の玉（すなわち液滴）が制御不能な状態で形成される。このような液滴の形成は、前述のように、有害な蒸発および汚染を引き起こす。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で、特に深刻である。したがって、SRD処理は、現段階で最もよく使用されている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適用される場合などに、ウエハ表面上で洗浄液の液滴の形成を低減させるのが困難である。

40

【0007】

また、洗浄、エッチング、およびメッキなどの他のウエハ処理工程でも、やはり、ウエハへの流体の供給およびウエハからの流体の除去を、汚染を低減させると共にウエハの歩

50

留まりを向上させる効果的な方法で行うにあたって問題がある。

【0008】

したがって、従来技術に伴う問題を回避するための方法および装置であって、流体の管理およびそのウエハへの供給を最適化することによって、ウエハ表面上において汚染物の堆積を低減させることができる、方法および装置が必要とされている。今日頻繁に生じるこのような汚染物の堆積は、合格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、ウエハの汚染を低減させると同時にウエハ表面上において流体を管理することができる基板処理（例えば乾燥、洗浄、エッチング、およびメッキなど）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。本発明は、言うまでもなく、工程、装置、システム、デバイス、または方法を含む各種の形態で実現することができる。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】

一実施形態において、基板をその基板の表面に供給される流体メニスカスで処理するための装置であって、基板の端部に隣接して基板と同一平面内に配置されるように構成されるドッキング表面を備える装置が提供される。該ドッキング表面は、流体メニスカスが基板の表面に出入りするのを可能にするための移動境界面を提供する。

【0011】

別の一実施形態において、基板の処理に使用するための装置であって、近接ヘッドのためのドッキングステーションを基板の端部に隣接する位置に保持するように構成されるクーボンマガジンを備える装置が提供される。

20

【0012】

別の一実施形態において、基板を処理するための方法であって、基板表面とほぼ共平面上に基板の端部に隣接して移動境界面を配置する工程を備える方法が提供される。該方法は、更に、移動境界面と基板表面との間で流体メニスカスを移動させる工程を備える。

【0013】

本発明は、多数の長所を有する。最も顕著な長所は、本明細書で提示される装置および方法が、ウエハ表面上に残留する望ましくない流体および汚染物を低減させると同時に半導体ウエハを効率良く処理する（洗浄する、乾燥する、エッチングする、メッキする、ならびにウエハに対する流体の供給および流体の除去の少なくとも一方の最適管理を伴うその他の適切なウエハ処理を行う）という点にある。こうして、ウエハ処理が効率良く行われる結果、ウエハの処理および製造が拡大され、高いウエハ歩留まりが実現される。

30

【0014】

本発明は、マルチモジュールマニホルドの利用を通じて供給される処理液のインプットに併せて真空による流体の除去を行うことによって、改善された処理を可能にすることができる。マルチモジュールマニホルドは、一つまたはそれ以上のマニホルド部分の入れ替えを通じて、多数の形態のうちの任意の一形態に構成することができる。

【0015】

前述の力によってウエハ表面上の流体膜に作用する圧力は、他の処理技術と比べて汚染物の残留を大幅に低減させた状態で、ウエハ表面における流体の供給および除去の少なくとも一方を最適化することができる。また、本発明では、ウエハ表面の近くに真空を形成するのとほぼ平行して、ウエハ表面に向けてイソプロピルアルコール（IPA）蒸気および処理液を供給しても良い。これは、メニスカスの高度な生成および制御ならびに処理液の境界面に沿ったその表面張力の低減をいずれも可能にするので、汚染物を残留させることなしに、ウエハ表面に対する流体の供給および除去の少なくとも一方を最適化することができる。IPAおよび処理液のインプット、ならびに流体のアウトプットによって生成されたメニスカスは、ウエハを処理するために、ウエハ表面に沿って移動されて良い。

40

【0016】

50

一実施形態では、ドッキングステーションを効果的に保持および配置するために、クーポンマガジンを使用することができる。ドッキングステーション（クーポンとしても知られる）は、ウエハ表面を模倣することができるので、近接ヘッドによって生成された流体メニスカスがウエハ表面上から離れる（またはウエハ表面上に達する）際に、ドッキングステーションは、メニスカスを通るためのほぼ連続した表面を提供し、そうして、メニスカスの安定性を強化することができる。また、処理されるウエハとほぼ共平面上にドッキングステーションがくるように、クーポンマガジンの高さを調整することができる。したがって、クーポンマガジンは、流体メニスカスを使用する任意の適切なウエハ処理工程に用いることができる。ウエハ処理は、このようにして、高度に強化および最適化することができる。

10

【0017】

本発明の原理を例示した添付の図面に併せて行われる以下の詳細な説明から、本発明の他の形態および長所が明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0018】**

本発明は、添付の図面に併せて行われる以下の詳細な説明によって、容易に理解されるであろう。説明を容易にするため、類似の参照番号は類似の構成要素を表すものとする。

【0019】

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促す目的で、数多くの詳細が設定されている。しかしながら、当業者ならば明らかなるように、本発明は、これらの詳細の一部または全部が特定され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らないように、周知の処理工程の詳細な説明は省略されている。

20

【0020】

本発明は、いくつかの好ましい実施形態の観点から説明されるが、当業者ならば、これまでの明細書を熟読し且つ図面を検討することによって、各種の代替、追加、置換、および等価物の形態を想到できることは、言うまでもない。したがって、本発明は、本発明の真の趣旨および範囲の範囲内において、このようなあらゆる代替、追加、置換、および等価物の形態を含むものと解釈される。

【0021】

以下の図面は、流体メニスカスを特定の形状、大きさ、および位置に生成するための近接ヘッドを伴った、代表的なウエハ処理システムの実施形態を示している。一実施形態において、ここで用いられる技術は、メニスカス真空IPA蒸気(MVIV)技術として知られている。この技術は、例えばメニスカス真空IPA蒸気乾燥(MVIVD)、メニスカス真空IPA蒸気洗浄(MVIVC)、メニスカス真空IPA蒸気エッチング(MVIVE)、およびメニスカス真空IPA蒸気メッキ(MVIVP)などの任意の適切なウエハ工程を実施するために用いることができる。なお、このシステムは例示的なものであるため、近接ヘッドをウエハのごく近くに移動させることができる他の任意の構成が用いられても良いことは、言うまでもない。図示された実施形態において、近接ヘッドは、ウエハの中心部からウエハの端部へと直線移動することができる。なお、ウエハの端部からその対角線上にあるもう一方の端部へと近接ヘッドが直線移動する他の実施形態、または、例えば放射運動、円運動、螺旋運動、ジグザグ運動、もしくはランダム運動などの他の非直線的な移動形態が用いられても良いことは、言うまでもない。あるいは、ユーザの望みどおりに定められた任意の適切な運動プロファイルが用いられても良い。また、一実施形態では、ウエハを回転させると同時に近接ヘッドを直線移動させることができるので、近接ヘッドは、ウエハのあらゆる部分を処理することが可能になる。また、ウエハを回転させず、近接ヘッドをウエハのあらゆる部分を処理可能な方式でウエハ上を移動させる、他の実施形態を用いても良い。また、本明細書で提示される近接ヘッドおよびウエハ処理システムは、例えば200mmのウエハ、300mmのウエハ、およびフラットパネルなど、形状および大きさが任意である基板の処理に用いることができる。処理システムを

30

40

50

、そのシステム構成に応じて、任意の適切なウエハ処理（例えばメッキ、エッチング、洗浄、および乾燥など）に用いられるように構成することができる。

【0022】

流体メニスカスは、近接ヘッドで支えると共に近接ヘッドで移動させる（例えばウエハ上に到達させる、ウエハ上から離れさせる、およびウエハ上を横切らせる）ことができる。本明細書で提示されるように、クーポンマガジンは、ドッキングステーションの保持および配置を行うことができるので、ドッキングステーションは、ウエハの端部から離れて位置することができる。そのうえ、流体メニスカスがウエハ上から離れる（またはウエハ上に到達する）際にウエハ表面を模倣することができる。したがって、ドッキングステーション（クーポンとしても知られる）は、メニスカスが通るためのほぼ連続した表面を提供し、そうすることによって、メニスカスの安定性を高めることができる。クーポンマガジンは、また、処理されているウエハとほぼ同じ高さ（すなわち共平面上）にドッキングステーションがくるように、ドッキングステーションの高さ調整を行うように構成されても良い。ドッキングステーションをウエハとほぼ共平面上に持つことによって、流体メニスカスをウエハ上に到達させ（またはウエハ上から離れさせ）、メニスカスの安定性を維持することができる。

10

【0023】

図2Aは、本発明の一実施形態におけるウエハ処理システム100を示している。システム100は、ウエハ表面の処理を可能にするためにウエハの保持および回転の少なくとも一方を行うローラ102a, 102bを備える。システム100は、また、一実施形態においてそれぞれ上部アーム104aおよび下部アーム104bに取り付けられている近接ヘッド106a, 106bを備える。近接ヘッドは、流体メニスカスの生成を可能にする任意の適切な装置であっても良い。上部アーム104aおよび下部アーム104bは、ウエハの半径に沿った、近接ヘッド106a, 106bのほぼ直線的な移動を可能にするアセンブリにおいて、その一部を構成することができる。更に別の実施形態において、該アセンブリは、ユーザによって定められた任意の適切な動きで近接ヘッド106a, 106bを移動させても良い。

20

【0024】

一実施形態において、アーム104は、近接ヘッド106aおよび近接ヘッド106bを、それぞれウエハの上方および下方に且つウエハのごく近くに保持するように構成される。例えば、代表的な一実施形態において、これは、近接ヘッドが水平に移動してウエハ処理の開始位置に到達した時点で、近接ヘッド106a, 106bが垂直に移動してウエハのごく近くに到達することができるように、上部アーム104aおよび下部アーム104bを垂直に移動可能にすることによって、実現されても良い。別の実施形態において、上部アーム104aおよび下部アーム104bは、処理に先立ってメニスカスが生成され、尚かつ近接ヘッド106a, 106bの間で生成されたそのメニスカスが処理対象のウエハ108の端部領域からそのウエハ表面上に到達する一位置において、近接ヘッド106a, 106bをスタートさせるように構成されても良い。したがって、上部アーム104aおよび下部アーム104bを、本明細書で提示されるウエハ処理を可能にする方式で近接ヘッド106a, 106bを移動させることができる任意の適切な形態に構成することができる。当然のことながら、システム100は、近接ヘッドをウエハのごく近くに移動させることによって、メニスカスの生成および制御を行うことができる限り、任意の適切な形態に構成されても良い。なお、ごく近くとは、メニスカスを維持できる限り、ウエハから任意の適切な距離であれば良い。一実施形態において、近接ヘッド106a, 106b（および本明細書で提示される他の任意の近接ヘッド）のそれぞれを、ウエハ表面上に流体メニスカスを生成するために、ウエハから約0.1mm～約10mmの位置に配することができる。好ましい一実施形態において、近接ヘッド106a, 106b（および本明細書で提示される他の任意の近接ヘッド）のそれぞれは、ウエハ表面上に流体メニスカスを生成するために、ウエハから約0.5mm～約2.0mmの位置に配され、更に好ましい一実施形態において、近接ヘッド106a, 106b（および本明細書で提示さ

30

40

50

れる他の任意の近接ヘッド)のそれぞれは、ウエハ表面上に流体メニスカスを生成するために、ウエハから約1.50mmの位置に配される。

【0025】

一実施形態において、システム100のアーム104は、ウエハの処理済み部分から未処理部分へと近接ヘッド106a, 106bを移動させることができるように構成される。当然のことながら、これらのアーム104は、望みどおりのウエハ処理を可能にする方式で、近接ヘッド106a, 106bを移動させることができる任意の適切な方式で移動可能であれば良い。一実施形態において、ウエハの表面に沿った近接ヘッド106a, 106bを動かすために、これらのアーム104をモータによって駆動しても良い。なお、
10 図中のウエハ処理システム100は、近接ヘッド106a, 106bを伴っているが、例えば1つ、2つ、3つ、4つ、5つ、6つなど、任意の適切な数の近接ヘッドが用いられても良いことは、言うまでもない。また、ウエハ処理システム100の近接ヘッド106a, 106bの少なくとも一方は、例えば本明細書で提示される任意の近接ヘッドによって示されるように、任意の適切な大きさまたは形状にすることができる。本明細書で提示されるこれらの各種の構成は、近接ヘッドとウエハとの間で流体メニスカスを生成する。流体メニスカスは、ウエハ表面に対して流体を供給すると共にその表面から流体を除去することによって、ウエハを横切るように移動して、ウエハを処理することができる。このように、ウエハに供給される流体に応じて、洗浄、乾燥、エッチング、およびメッキの少なくとも一つを実現することができる。したがって、近接ヘッド106a, 106bは、
20 本明細書で提示される多数の構成のうちの任意の構成をとることもできるし、あるいは、本明細書で提示される処理を可能にするその他の構成をとることもできる。当然のことながら、システム100は、ウエハの片面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。

【0026】

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、異なる種類の流体を出し入れすることによって、あるいは、異なる構成のメニスカスを使用することによって、ウエハの片面に一処理を施す一方で、ウエハのもう片面には同じ処理または異なる処理を施すように、構成されても良い。近接ヘッドは、また、ウエハの上面および下面の少なくとも一方に加えて、ウエハの斜めの端部も処理するように、構成することができる。これは、斜めの端部を処理するメニスカスをウエハの端部上に到達させる(または端部上から離れさせる)ことによって、実現することができる。当然のことながら、近接ヘッド106a, 106bは、同じ種類の装置であっても良いし、あるいは、
30 互いに異なる種類の近接ヘッドであっても良い。

【0027】

ウエハ108は、その処理される領域のごく近くに所望の近接ヘッドを持ってくることができる任意の適切な向きで、ローラ102a, 102bによって保持および回転されても良い。一実施形態において、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、これらのローラは、所望されるウエハの回転に応じて、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、ウエハの未処理領域を近接ヘッド106a, 106bのごく近くに移動させる働きをする。しかしながら、回転そのものは、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端部に向けて移動させることもない。したがって、代表的な一ウエハ処理工程において、ウエハの未処理領域は、近接ヘッド106a, 106bの直線運動およびウエハ108の回転運動の両方を通じて近接ヘッド106a, 106bに供される。ウエハ処理工程そのものは、少なくとも一つの近接ヘッドによって実行することができる。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、処理工程が進行するにつれてウエハ108の中心領域から端領域へと螺旋運動の形で拡大してゆく。別の一実施形態において、ウエハ108の処理済み部分は、近接ヘッド106a, 106bがウエハ108の縁からウエハ108の中心へと移動するにつれてウエハ108の端領域からウ
40
50

エハ 108 の中心領域へと螺旋運動の形で拡大してゆく。

【0028】

代表的な一実施形態において、近接ヘッド 106a, 106b は、ウエハ 108 の乾燥、洗浄、エッチング、およびメッキの少なくとも一つの処理を行うように構成されても良い。代表的な乾燥の一実施形態において、少なくとも一つの第 1 の供給口は、脱イオン水 (DIW) をインプットするように構成されて良く (DIW 供給口としても知られる)、少なくとも一つの第 2 の供給口は、イソプロピルアルコール (IPA) の蒸気を含む N_2 キャリアガスをインプットするように構成されても良く (IPA 供給口としても知られる)、少なくとも一つの排出口は、真空にすることによってウエハと特定の近接ヘッドとの間の領域から流体を除去するように構成されても良い (真空排出口としても知られる)。いくつかの代表的な実施形態では、IPA 蒸気を使用されているが、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、水に対して混和性の他の任意の蒸気が用いられても良い。なお、任意の適切なアルコール蒸気は、任意の適切なアルコールを含んで良い。そして、任意の適切なアルコールは、飽和炭素原子に付いた水酸基を伴う炭素ベースの任意の適切な化学剤であって良い。

10

【0029】

代表的な洗浄の一実施形態では、DIW が洗浄液に置き換えられて良い。代表的なエッチングの一実施形態では、DIW をエッチャントで置き換えた状態でエッチングを実施することができる。更なる一実施形態では、処理液を伴う流体メニスカスおよびメッキ用に構成された近接ヘッドによって、メッキをおこなうことができる。また、所望される処理

20

【0030】

近接ヘッドの面上に設けられた供給口および排出口は、本明細書で提示された安定したメニスカスを利用可能である限り、任意の適切な構成であれば良い。一実施形態では、少なくとも一つの N_2 / IPA 蒸気供給口を少なくとも一つの真空排出口に隣接して設け、この少なくとも一つの真空排出口を更に少なくとも一つの処理液供給口に隣接して設けることによって、IPA - 真空 - 処理液の配位を設定することができる。なお、所望のウエハ処理および強化を図りたいウエハ処理機能の種類に応じ、例えば IPA - 処理液 - 真空、処理液 - 真空 - IPA、および真空 - IPA - 処理液などの他の配位が用いられても良い。好ましい一実施形態では、ウエハを処理する目的で、近接ヘッドとウエハとの間で高度に且つ強力にメニスカスの生成、制御、および移動を行うために、IPA - 真空 - 処理液の配位を用いることができる。処理液供給口、 N_2 / IPA 蒸気供給口、および真空排出口は、上述された配位が維持される限り、適切な任意の形で配置されて良い。例えば、追加の一実施形態では、所望の近接ヘッドの構成に応じ、上記の N_2 / IPA 蒸気供給口、真空排出口、および処理液供給口に加えて IPA 蒸気排出口、処理液供給口、および真空排出口の少なくとも一つが追加で設けられても良い。なお、IPA - 真空 - 処理液の配位の厳密な構成は、利用形態に応じて可変である。例えば、IPA 供給口の位置と、真空の位置と、処理液供給口の位置との間の距離は、これらの距離が一致するように、あるいはこれらの距離が一致しないように変更されても良い。また、IPA 供給口と、真空と、処理液排出口との間の距離は、近接ヘッド 106a の大きさ、形状、および構成、ならび

30

40

【0031】

一実施形態において、近接ヘッド 106a, 106b は、ウエハ 108 の上面および下面のごく近くにそれぞれ配置されても良く、更に、IPA 供給口、DIW 供給口、および 1 つまたはそれ以上の真空排出口を用いて、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のメニスカスをウエハ 108 に接触するように生成しても良い。ウエハ処理用のメニスカスは、前掲の利用形態を参照して行われた説明にしたがって生成することができる。IPA および処理液のインプットとほぼ同時に、ウエハ表面のごく近

50

くには、IPA蒸気、処理液、およびウエハ表面上に存在し得る流体の少なくとも一つを除去するための真空が形成されても良い。代表的な本実施形態では、IPA蒸気を使用されているが、例えば窒素、適切な任意のアルコール蒸気、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、水に対して混和性の他の任意の蒸気が用いられても良い。これらの流体は、表面張力を低減させる流体としても知られている。メニスカスは、近接ヘッドとウエハとの間の領域にある部分の処理液である。なお、本明細書で使用される「アウトプット」は、ウエハ108と特定の近接ヘッドとの間の領域から流体を除去することを意味するものとし、「インプット」は、ウエハ108と特定の近接ヘッドとの間の領域に流体を導入することを意味するものとする。

【0032】

流体メニスカスは、ウエハ108の端部からウエハ上に到達することができる（またはウエハ108の端部からウエハを離れることができる）。ウエハ108の縁部において流体メニスカスの除去および供給の少なくとも一方を行うために、システム100は、その一実施形態において、ウエハ処理アセンブリの上面に取り付けられたカップルマガジン126を備える。一実施形態において、クーポンアセンブリ126は、下部124と上部122とを有する。クーポンアセンブリ126は、ドッキングステーション120を、ウエハ平面に対してほぼ平面的であると共に近接ヘッド106aと近接ヘッド106bとの間である正確な固定位置に保持するように構成されても良い。好ましい一実施形態において、ドッキングステーション120がウエハ面とほぼ共平面上にない場合は、ドッキングステーション120は、ウエハ108がドッキングステーションとほぼ共平面上にくるよう

に、（図7を参照にして詳述されるように）レベリング機構を用いて調整することができる。したがって、ドッキングステーションは、図2Bを参照にして詳述されるように、近接ヘッド106によって実行されている処理が終了し且つウエハ表面から離れる際に、ウエハ表面を模倣することができる。なお、本明細書で提示されるドッキングステーション120は、言うまでもなく、石英またはセラミックなどの適切な任意の親水性材料で形成されても良い。ドッキングステーションは、基板と同一平面内において基板の端部に隣接する流体メニスカス用ドッキング表面を有しても良い。ドッキングステーションのドッキング表面は、流体メニスカスが基板表面に出入りすることを可能にする移動境界面を形成することができる。一実施形態において、ドッキング表面は、基板の外周形状に合致する外周形状を有する。その結果、ドッキング表面は、近接ヘッドの流体メニスカスのための

移動境界面を形成することができる。したがって、ウエハを模倣したほぼ連続的な表面を提供することによって、ウエハ108に到達するまたはウエハ108から離れるメニスカスを安定した状態に保つことができる。

【0033】

なお、マガジncerpon126は、近接ヘッドの技術を用いるにあたって、規則的なまたは不規則的な幾何学的形状の基板を処理用の固定位置にしっかりと保持し且つ高さ調整するという、具体的な意図をもって設計されても良い。また、マガジncerpon126は、例えばエッチング、洗浄、乾燥、およびメッキなど、近接ヘッドによって行われる任意の適切な工程に用いられても良い。

【0034】

一実施形態において、クーポンマガジン126は、クーポンマウント128に取り付けられる。一実施形態において、クーポンマガジン126およびクーポンマウント128は、クーポンマガジンアセンブリとも呼ぶことができる。

【0035】

図2Bは、本発明の一実施形態におけるドッキングステーション120を使用する代表的な近接ヘッドドッキング工程を示している。ドッキングステーション120は、ウエハ108上で形成されたメニスカスを崩壊させることなくドッキングステーション102へと移動させられるように、弧状の湾曲108aを模倣することができる表面120aを有していても良い。代表的な一実施形態において、近接ヘッド106は、ウエハ108の位置106から離れてドッキングステーション120上の位置へと移動することができる。

10

20

30

40

50

ドッキングステーションは、クーポンマガジン 1 2 2 内の適所に保持される。

【 0 0 3 6 】

図 2 C は、本発明の一実施形態におけるウエハ 1 0 8 から離れてドッキングステーション 1 2 0 へと移動するメニスカスを示している。代表的な一実施形態において、近接ヘッド 1 0 6 によって形成されたメニスカス 1 4 0 は、後述される利用形態において更に詳述されるように、ウエハ 1 0 8 のウエハ表面を処理するために用いられても良い。メニスカス 1 4 0 は、ウエハから位置 1 6 0 へと移動されても良い。位置 1 6 0 は、ウエハ 1 0 8 の表面を模倣するドッキングステーション 1 2 0 の一部を含む。なお、ドッキングステーション 1 2 0 は、ウエハ表面を模倣することによってメニスカス 1 4 0 を安定した状態に維持することができる任意の適切な形に構成されても良い。また、ドッキングステーションは、メニスカス 1 4 0 がウエハ 1 0 8 から離れる際にウエハ表面を効果的に模倣することができる任意の適切な距離だけウエハ 1 0 8 から離れていても良い。一実施形態において、ウエハに最も近い部分のドッキングステーション 1 2 0 は、ウエハから 0 . 0 1 ~ 1 0 . 0 mm の距離にある。好ましい一実施形態において、ドッキングステーション 1 2 0 は、ウエハ 1 0 8 から約 0 . 1 mm の距離に位置する。

10

【 0 0 3 7 】

図 3 は、本発明の一実施形態におけるクーポンマガジン 1 2 6 を見やすくするためにいくつかの構成要素を省略して示したシステム 1 0 0 の拡大図である。クーポンマガジン 1 2 6 は、下部 1 2 6 に取り付けられた上部 1 2 2 を有しても良い。このような一実施形態において、上部 1 2 2 および下部 1 2 6 は、それらの間に位置するドッキングステーションの少なくとも一部に取り付けられることができる。一実施形態において、クーポンマガジン 1 2 6 は、例えばポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、およびポリエーテルエーテルケトン (P E E K) などの化学的に適合性で且つ機械的に安定な材料で作成されるデバイスホルダである。クーポンマガジン 1 2 6 は、所望の許容誤差の範囲内において、いくつかの正確な特徴を伴うように機械加工されても良い。クーポンマガジン 1 2 6 は、任意の適切な幾何学的大きさ、形状、および厚さを有する基板を、任意の適切な組み合わせの近接ヘッドの間、上方または下方に、確実に且つ正確に配置するように構成されても良い。本明細書で掲示される近接ヘッドは、M V I V マニホルドとしても知られている。クーポンマガジン 1 2 6 は、任意の適切な実験室検査用の取り付け備品または近接ヘッドを使用する任意の適切な製造装置において用いられても良い。ドッキングステーション 1 2 0 は、図 7 を参照にして説明されるように、カップルマガジン 1 2 6 の調整、すなわち高さ合わせによって、ウエハ表面に対してほぼ平面的にすることができる。一実施形態では、ドッキングステーション 1 2 0 をウエハ表面と共平面上にもってくるために、クーポンマガジン 1 2 6 およびクーポンマガジンマウント 1 2 8 のいずれか一方または両方が調整できる。したがって、クーポンマガジン 1 2 6 は、極めて柔軟な使用が可能であるうえ、ウエハ処理工程の高度に且つ強力に最適化することができる。

20

30

【 0 0 3 8 】

図 4 は、本発明の一実施形態における近接ヘッド 1 0 6 の一部を伴うカップルマガジン 1 2 6 を詳細に示した図である。図中には、供給口および排出口が示されている。一実施形態において、クーポンアセンブリ 1 2 6 は、上部 1 2 2 および下部 1 2 4 の形状および大きさを変化させることによって、例えば 2 0 0 mm のドッキングステーションおよび 3 0 0 mm のドッキングステーションなどのように、任意の具体的形状のドッキングステーション 1 2 0 を保持するように構成されても良い。クーポンマガジン 1 2 6 は、また、任意のランダム形状を有する様々な大きさおよび厚さのウエハを保持しても良い。

40

【 0 0 3 9 】

図 5 は、本発明の一実施形態における近接ヘッド 1 0 6 を伴わないクーポンマガジン 1 2 6 を示している。一実施形態において、クーポンマガジン 1 2 6 は、図 2 に代表的な形態を示されるような近接ヘッド 1 0 6 a および 1 0 6 b を機械的に且つ視覚的に検査するためのアクセスを可能にする覗き窓 1 4 0 を有する。このようにして、近接ヘッド 1 0 6

50

a, 106bの移動量はもちろん、近接ヘッド106aと近接ヘッド106bとの間の距離も決定することができる。

【0040】

図6は、本発明の一実施形態におけるクーポンマガジン126の上面図を示している。図に示されたクーポンマガジン126は、上述の図2Aに示されるようにクーポンマガジン126をクーポンマガジンマウント128に止めるための取り付け穴320を含んでいても良い。なお、クーポンマガジン126をクーポンマガジンマウント128に取り付けるには、数、種類、および構成の少なくとも一つが任意の適切なものである取り付け穴320を用いることができる。別の一実施形態において、クーポンマガジン126は、取り付け穴320を使用せずに、接着によってクーポンマガジンマウントに取り付けられても良い。したがって、クーポンマガジン126は、各種のドッキングステーションを伴う各種のクーポンマガジンを手軽に且つ短時間で交換可能であるような方式で、クーポンマガジンマウント128からの取外しとクーポンマガジンマウント128への取付けができる。

10

【0041】

一実施形態において、ドッキングステーション120の外縁部分は、クーポンマガジン126の上部122と下部124との間に挟まれている。ドッキングステーション120は、このようにして、ウエハ処理工程の間、しっかりと保持される。図中のドッキングステーション120は、内部に開口部を有する形で示されているが、メニスカスの崩壊を生じることなく流体メニスカスをウエハからドッキングステーションへと（およびその逆方向へと）移動させることができる任意の適切な構成を有していても良い。図中のクーポンマガジン126は、長方形で示されているが、ドッキングステーション120がしっかりと保持され尚かつ近接ヘッドが妨害を受けることなくドッキングステーションに近づいたりドッキングステーションから離れたりすることができる限り、形状および構成の少なくとも一方が任意の適切なものにすることができる。別の一実施形態において、クーポンマガジンは、本明細書に提示される方法でドッキングステーション120が保持および配置される限り、例えば1, 2, 3, 4, 5などの任意の適切な数の要素を有していても良い。

20

【0042】

図7は、本発明の一実施形態におけるレベリング機構を示した図である。一実施形態において、レベリング機構は、ドッキングステーション120をウエハ108のほぼ共平面上に持ってこられるように、クーポンマガジンを垂直面内で移動させることができる。一実施形態において、クーポンマガジン126の上部122は、クーポンマガジンマウント128内のボール止め262を終端とするネジ290に通じるアクセスポート288を含んでいても良い。ネジ290は、バネを含んでいても良い。ボール止め262は、クーポンアセンブリマウント128に接していても良い。一実施形態において、バネ264は、約5~15ポンド重の力を有していても良い。ネジ290を回転させることによって、ボール止め262は垂直に移動され、これは、クーポンマガジン126を、ひいてはドッキングステーション120を垂直に移動させる。したがって、クーポンマガジン126は、ドッキングステーション120をウエハ108とほぼ同じ高さにするように、垂直に移動することが可能である。一実施形態において、クーポンマガジン126は、距離280で示されるように垂直に移動することができる。なお、クーポンマガジン126を移動させることを目的とした図中の装置および方法は、代表的な性質のものであるので、クーポンマガジン126を移動させる方法として、任意の他の適切な形態が用いられても良いことは、言うまでもない。

30

40

【0043】

図8は、本発明の一実施形態におけるクーポンマガジン126の上部122を示している。上部122は、クーポンマガジンマウント128および下部124の両方に取り付けるために、数および種類の少なくとも一方が任意の適切なものである取り付け穴を含んでいても良い。一実施形態において、上部122は、上部122をクーポンマガジンマウン

50

ト 1 2 8 に止め付けるための取り付け穴 3 2 0 を有していても良い。上部 1 2 2 は、また、上部 1 2 2 をクーポンマガジンマウント 1 2 8 に止め付けるために用いることができる取り付け穴 2 0 2 を有していても良い。上部 1 2 2 は、また、(下部 1 2 4 と組み合わされた際に) 図 5 を参照にして上述された覗き窓を形成することができる窪み 3 2 2 を含んでも良い。

【 0 0 4 4 】

図 9 は、本発明の一実施形態におけるクーポンマガジン 1 2 6 の下部 1 2 4 を示している。下部 1 2 4 は、上部 1 2 2 の取り付け穴 3 2 0 に揃えることができる取り付け穴 3 9 0 を含んでいる。したがって、下部 1 2 4 は、取り付け穴 3 9 0 の使用によって上部 1 2 2 に止め付けられて、クーポンマガジン 1 2 6 を形成することができる。なお、上部 1 2 2 を下部 1 2 4 に繋げるために、例えば糊付けや接着などの任意の適切な取り付け方法が使用されても良いことは、言うまでもない。下部 1 2 4 は、やはり言うまでもなく、数および構成の少なくとも一方が任意の適切なものである取り付け穴 3 9 0 を有していても良い。

10

【 0 0 4 5 】

下部 1 2 4 は、また、上部の窪み 3 2 2 と組み合わされた際に覗き窓 1 4 0 を形成することができる窪み 3 8 0 を有していても良い。近接ヘッド同士の位置関係およびドッキングステーション 1 2 0 に対する近接ヘッドの位置関係は、このように、視覚的および機械的の少なくとも一方の方法でアクセスすることができる。また、下部 1 2 4 は、下部 1 2 4 の内部の周囲をほぼ取り囲む凹所 3 9 2 を有していても良い。凹所 3 9 2 は、ドッキングステーション 1 2 0 の外周を収めることによって確実に且つ丁度良い取り付けを実現することができるように構成されても良い。以下では、流体メニスカスを生成することができる代表的な近接ヘッドに関して説明される。

20

【 0 0 4 6 】

以下の図面は、流体メニスカスを生成することができる代表的な近接ヘッドを伴う代表的なウエハ処理システムを示したものである。なお、本明細書で提示される本発明の実施形態において、流体メニスカスを生成することができる任意の適切な種類の近接ヘッドを伴う任意の適切な種類のシステムが使用されても良いことは、言うまでもない。

【 0 0 4 7 】

図 1 0 は、本発明の一実施形態におけるウエハ処理システム 1 1 0 0 を示している。なお、例えばローラ、ピン、およびプラテンなど、ウエハを保持するまたは移動させる任意の適切な方法が使用可能であることは、言うまでもない。システム 1 1 0 0 は、ウエハを保持するおよび回転させることによってウエハ表面の処理を可能にするローラ 1 1 0 2 a , 1 1 0 2 b , 1 1 0 2 c を含んでいても良い。システム 1 1 0 0 は、一実施形態において上部アーム 1 1 0 4 a および下部アーム 1 1 0 4 b にそれぞれ取り付けることができる近接ヘッド 1 0 6 a , 1 0 6 b を含んでいても良い。上部アーム 1 1 0 4 a および下部アーム 1 1 0 4 b は、ウエハの半径に沿った、近接ヘッド 1 0 6 a , 1 0 6 b のほぼ直線的な移動を可能にする近接ヘッドキャリアアセンブリ 1 1 0 4 において、その一部を構成することができる。一実施形態において、近接ヘッドキャリアアセンブリ 1 1 0 4 は、近接ヘッド 1 0 6 a および近接ヘッド 1 0 6 b を、それぞれウエハの上方および下方に且つウエハのごく近くに保持するように構成されても良い。これは、近接ヘッドが水平に移動してウエハ処理の開始位置に到達した時点で、近接ヘッド 1 0 6 a , 1 0 6 b が垂直に移動してウエハのごく近くに到達することができるように、上部アーム 1 1 0 4 a および下部アーム 1 1 0 4 b を垂直に移動可能にすることによって、実現することができる。別の一実施形態において、流体メニスカスは、二つの近接ヘッド 1 0 4 a , 1 0 4 b の間に形成され、ウエハの上面および下面に移動されても良い。上部アーム 1 1 0 4 a および下部アーム 1 1 0 4 b は、近接ヘッド 1 0 6 a , 1 0 6 b を移動させることによって、本明細書に提示されたウエハ処理を可能にする任意の適切な形で構成されても良い。なお、近接ヘッドをウエハのごく近くに移動させることによって、ウエハ表面上におけるメニスカスの生成および制御を可能にする限り、任意の適切な形でシステム 1 1 0 0 を構成することが

30

40

50

できる。別の代表的な一実施形態において、近接ヘッド106は、アームの第2端によって定められる軸を中心に回転するアームの第1端に位置することができる。したがって、このような一実施形態では、近接ヘッドは、ウエハの表面の上方を弧状に移動することができる。更に別の一実施形態において、アームは、回転運動と直線運動とを組み合わせた形で移動することができる。図に示されたウエハは、各面に一つずつの近接ヘッドを有しているが、片面に一つの近接ヘッドを配されるだけでも良い。近接ヘッド106が使用されない面に対しては、ウエハスクラブブラシなどの他の表面調整処理を実施することができる。

【0048】

別の一実施形態において、システム1100は、ウエハに隣接する移動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いても良い。このような一実施形態において、流体メニスカスは、制御され且つ管理された状態で、ドッキングステーションとウエハ表面との間を移動することができる。繰り返しになるが、もしウエハの片面のみで処理が必要とされる場合は、一つの近接ヘッドを伴う一本のアームのみが用いられても良い。

【0049】

図11Aは、本発明の一実施形態におけるウエハ処理工程を実施する近接ヘッド106を示している。一実施形態において、近接ヘッド106は、ウエハ処理工程を実施するために、ウエハ108の上面108aのごく近くを移動する。なお、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140が例えば洗浄、すすぎ、乾燥、エッチング、およびメッキなどの任意の適切なウエハ処理工程を行うことが好ましい。また、近接ヘッド106は、ウエハ108の下面108bを処理するために用いられても良い。一実施形態では、流体メニスカスが上面108aを処理しているあいだ、近接ヘッド106が移動可能であるように、ウエハ108が回転されても良い。別の一実施形態では、近接ヘッド106がウエハ表面上に流体メニスカスを生成しているあいだ、ウエハ108は静止した状態に維持されても良い。近接ヘッドは、次いで、ウエハ表面の上方を移動する、すなわちウエハ表面をスキャンすることによって、流体メニスカスをウエハの表面に沿って移動させても良い。別の一実施形態において、近接ヘッド106は、流体メニスカスがウエハの全表面に及ぶように、十分な大きさに作成されていれば良い。このような一実施形態では、ウエハの表面に流体メニスカスを供給することによって、近接ヘッドを動かすことなくウエハの全表面を処理することができる。

【0050】

一実施形態において、近接ヘッド106は、ソース供給口1302, 1306およびソース排出口1304を含む。このような一実施形態では、窒素ガスに含有されるイソプロピルアルコール蒸気IPA/N₂1310がソース供給口1302を通じてウエハ表面に供給され、真空1312がソース排出口1304を通じてウエハ表面に供給され、処理液1314がソース供給口1306を通じてウエハ表面に供給される。

【0051】

一実施形態において、流体メニスカス140は、ウエハ表面108aから処理液1314およびIPA/N₂1310を除去するために真空1312を供給することに加えて、IPA/N₂1310および処理液1314を供給することによって、生成することができる。流体メニスカス140は、近接ヘッド106とウエハ表面との間に形成される流体層であり、安定した且つ制御可能な状態でウエハ表面108aを横切って移動することができる。一実施形態において、流体メニスカス140は、処理液1314の供給および除去をコンスタントに行うことによって形成されても良い。流体メニスカス140を形成する流体層は、ソース供給口1306、ソース排出口1304、およびソース供給口1302の大きさ、数、形状、およびパターンの少なくとも一つに応じ、形状および大きさの少なくとも一方が任意の適切なものとするすることができる。

【0052】

また、真空、IPA/N₂、真空、および処理液の流量は、生成を所望される流体メニ

10

20

30

40

50

スカスの種類に応じ、任意の適切な値を用いることができる。更に別の一実施形態において、IPA / N₂は、近接ヘッド106とウエハ表面との間の距離に応じ、流体メニスカス106の生成および使用の際に省略されても良い。このような一実施形態において、近接ヘッド106は、ソース供給口1312を備えていないので、流体メニスカス140は、ソース供給口1306による処理液1314の供給およびソース排出口1304による処理液1314の除去のみによって生成される。

【0053】

近接ヘッド106の他の実施形態において、近接ヘッド106の処理表面（近接ヘッドのうちソース供給口およびソース排出口が位置する領域）は、生成される流体メニスカスの構成に応じ、任意の適切なトポグラフィを有していても良い。一実施形態において、近接ヘッドの処理表面は、周囲の表面から凹んでいても、あるいは突き出しても良い。

10

【0054】

図11Bは、本発明の一実施形態における近接ヘッド106の一部を示した上面図である。図8Bを参照にして説明された近接ヘッド106の構成は、当然のことながら、代表的な性質のものである。したがって、流体メニスカスを生成するために用いられる近接ヘッドは、ウエハに対して処理液の供給および除去を行うことによってウエハ表面上に安定した流体メニスカスを生成することができる限り、他の構成を採用することが可能である。また、前述のように、N₂ / IPAを使用せずに流体メニスカスを生成する場合の近接ヘッド106の他の実施形態では、ソース供給口1316を必要としない。

【0055】

一実施形態の上面図では、左から右に向かって、ソース供給口セット1302、ソース排出口セット1304、ソース供給口セット1306、ソース排出口セット1304、およびソース供給口セット1302の順である。したがって、N₂ / IPAおよび処理用化学剤が、近接ヘッド106とウエハ108との間の領域にインプットされるのに伴って、真空は、ウエハ108上に残留し得るあらゆる流体膜および汚染物の少なくとも一方と共に、N₂ / IPAおよび処理用の化学剤を除去する。本明細書で提示されるソース供給口1302、ソース供給口1306、およびソース排出口1304は、例えば円状の開口、三角形の開口、および四角形の開口などの任意の適切な種類の幾何学的形状とすることができる。一実施形態において、ソース供給口1302、1306およびソース排出口1304は、円状の開口を有する。当然のことながら、近接ヘッド106を、生成を所望される流体メニスカス106の大きさおよび形状に応じて、大きさ、形状、および構成の少なくとも一つが任意の適切なものとしてすることができる。一実施形態において、近接ヘッドは、ウエハの半径に満たない大きさであっても良い。別の一実施形態において、近接ヘッドは、ウエハの半径を超える大きさであっても良い。別の一実施形態において、近接ヘッドは、ウエハの直径を超える大きさであっても良い。したがって、流体メニスカスの大きさは、任意の所定時間内に処理されることが望ましいウエハ表面上の領域の大きさに応じ、任意の適切な大きさとしてすることができる。また、近接ヘッド106は、例えば水平、垂直、またはその中間の任意の適切な姿勢など、ウエハ処理工程に応じて任意の適切な向きに配置することができる。近接ヘッド106は、また、一つまたはそれ以上の種類のウエハ処理工程が実施されるウエハ処理システムに組み込まれても良い。

20

30

40

【0056】

図11Cは、本発明の一実施形態における近接ヘッド106の供給口 / 排出口パターンを示している。この実施形態では、近接ヘッド106は、ソース供給口1302、1306およびソース排出口1304を含む。一実施形態において、ソース排出口1304はソース供給口1306を取り囲んでいても良く、ソース供給口1302はソース排出口1304を取り囲んでいても良い。

【0057】

図11Dは、本発明の一実施形態における近接ヘッド106の別の供給口 / 排出口パターンを示している。この実施形態では、近接ヘッド106は、ソース供給口1302、1306およびソース排出口1304を含む。一実施形態において、ソース排出口1304

50

はソース供給口 1306 を取り囲んでいても良く、ソース供給口 1302 はソース排出口 1304 を少なくとも部分的に取り囲んでいても良い。

【0058】

図 11E は、本発明の一実施形態における近接ヘッド 106 の更に別の供給口 / 排出口パターンを示している。この実施形態では、近接ヘッド 106 は、ソース供給口 1302、1306 およびソース排出口 1304 を含む。一実施形態において、ソース排出口 1304 は、ソース供給口 1306 を取り囲んでいても良い。一実施形態において、近接ヘッド 106 は、IPA / N₂ を供給することなく流体メニスカスを生成することができるので、この一実施形態において、近接ヘッド 106 は、ソース供給口 1302 を備えていない。なお、上述された供給口 / 排出口パターンは、代表的な性質のものであるので、安定した且つ制御可能な流体メニスカスを生成できる限り、任意の適切な種類の供給口 / 排出口パターンを用いることができる。

10

【0059】

本発明は、いくつかの好ましい実施形態の観点から説明されたが、当業者ならば、これまでの明細書を熟読し且つ図面を検討することによって、各種の代替、追加、置換、および等価物の形態を想到できることは、言うまでもない。したがって、本発明は、本発明の真の趣旨および範囲の範囲内において、このようなあらゆる代替、追加、置換、および等価物の形態を含むものと解釈される。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図 1】SRD による乾燥処理の際の、ウエハ上における洗浄液の動きを示した図である。

20

【図 2A】本発明の一実施形態におけるウエハ処理システムを示した図である。

【図 2B】本発明の一実施形態におけるドッキングステーションを使用する代表的な近接ヘッドドッキング工程を示した図である。

【図 2C】本発明の一実施形態におけるウエハから離れてドッキングステーションへと移動するメニスカスを示した図である。

【図 3】本発明の一実施形態におけるクーポンマガジンを見やすくするためにいくつかの構成要素を省略して示したシステム拡大図である。

【図 4】本発明の一実施形態における近接ヘッドの一部を伴うクーポンマガジンを詳細に示した図であって、図中には、供給口および排出口が示されている。

30

【図 5】本発明の一実施形態における近接ヘッドを伴わないクーポンマガジンを示した図である。

【図 6】本発明の一実施形態におけるクーポンマガジンを示した上面図である。

【図 7】本発明の一実施形態におけるクーポンマガジンの中に位置するレベリング機構を示した図である。

【図 8】本発明の一実施形態におけるクーポンマガジンの上部を示した図である。

【図 9】本発明の一実施形態におけるクーポンマガジンの下部を示した図である。

【図 10】本発明の一実施形態におけるウエハ処理システムを示した図である。

【図 11A】本発明の一実施形態におけるウエハ処理工程を実施する近接ヘッドを示した図である。

40

【図 11B】本発明の一実施形態における近接ヘッドの一部を示した上面図である。

【図 11C】本発明の一実施形態における近接ヘッドの供給口 / 排出口パターンを示した図である。

【図 11D】本発明の一実施形態における近接ヘッドの別の供給口 / 排出口パターンを示した図である。

【図 11E】本発明の一実施形態における近接ヘッドの更に別の供給口 / 排出口パターンを示した図である。

【符号の説明】

【0061】

50

1 0 ... ウエハ	
1 2 ... 液体と気体との移動境界面	
1 0 0 ... ウエハ処理システム	
1 0 2 ... ローラ	
1 0 4 ... アーム	
1 0 6 ... 近接ヘッド	
1 0 8 ... ウエハ	
1 0 8 a ... ウエハの上面	
1 0 8 b ... ウエハの下面	
1 2 0 ... ドッキングステーション	10
1 2 2 ... 上部	
1 2 4 ... 下部	
1 2 6 ... クーボンマガジン	
1 2 8 ... クーボンマガジンマウント	
1 4 0 ... 流体メニスカス、覗き窓	
2 0 2 ... 取り付け穴	
2 6 2 ... ボール止め	
2 6 4 ... パネ	
2 8 8 ... アクセスポート	
2 9 0 ... ネジ	20
3 2 0 ... 取り付け穴	
3 2 2 ... 窪み	
3 8 0 ... 窪み	
3 9 0 ... 取り付け穴	
3 9 2 ... 凹所	
1 1 0 0 ... ウエハ処理システム	
1 1 0 2 ... ローラ	
1 1 0 4 ... アーム	
1 3 0 2 ... ソース供給口	
1 3 0 4 ... ソース排出口	30
1 3 0 6 ... ソース供給口	
1 3 1 0 ... I P A / N ₂	
1 3 1 2 ... 真空	
1 3 1 4 ... 処理液	

【 図 1 】

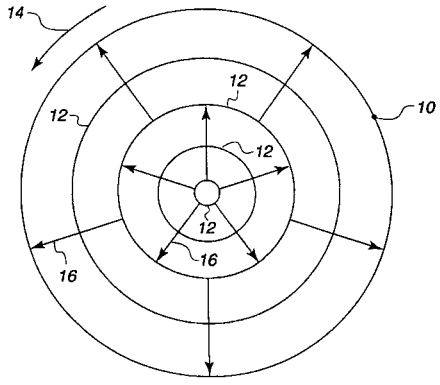


Fig. 1
(従来技術)

【 図 2 A 】

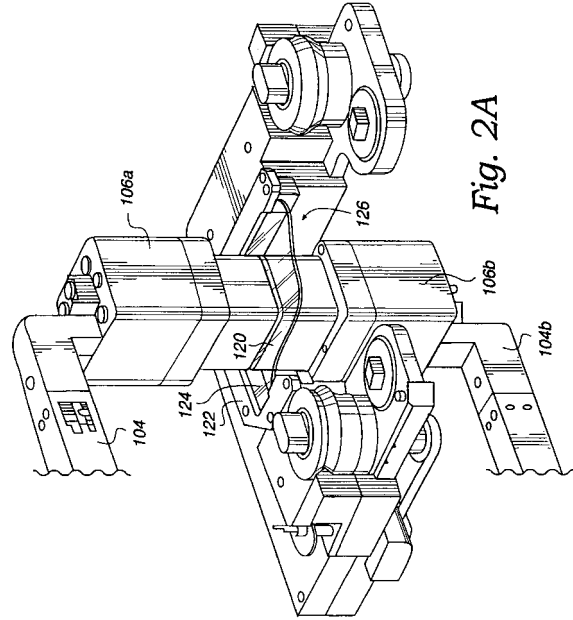


Fig. 2A

【 図 2 B 】

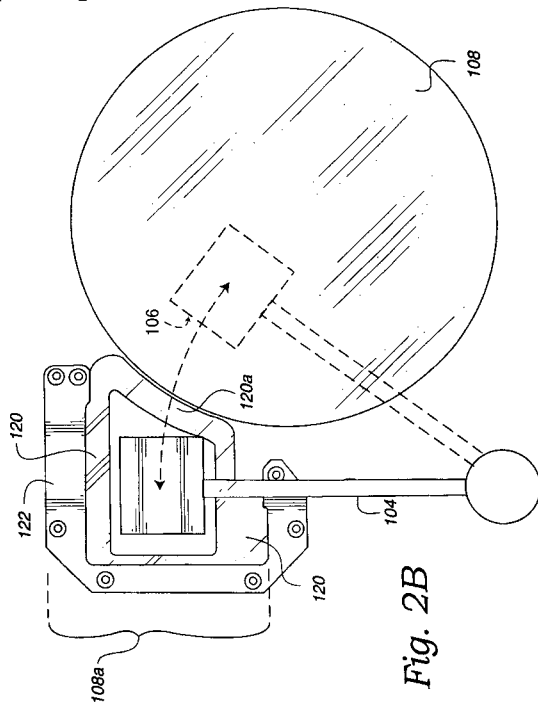


Fig. 2B

【 図 2 C 】

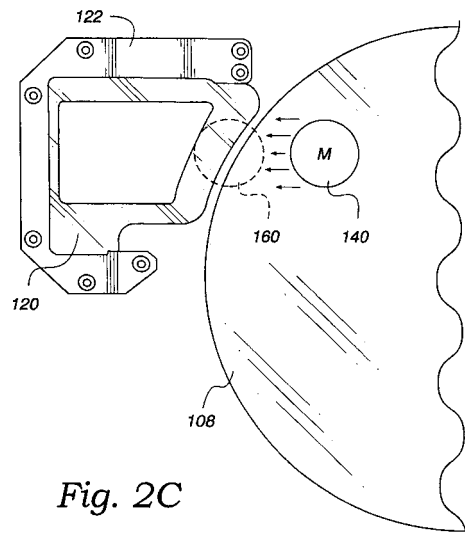


Fig. 2C

【 図 3 】

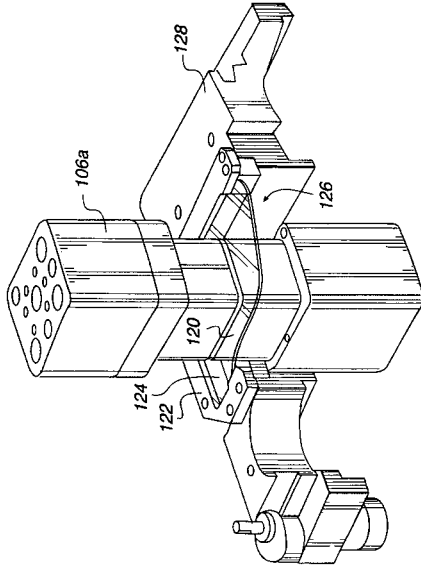


Fig. 3

【 図 4 】

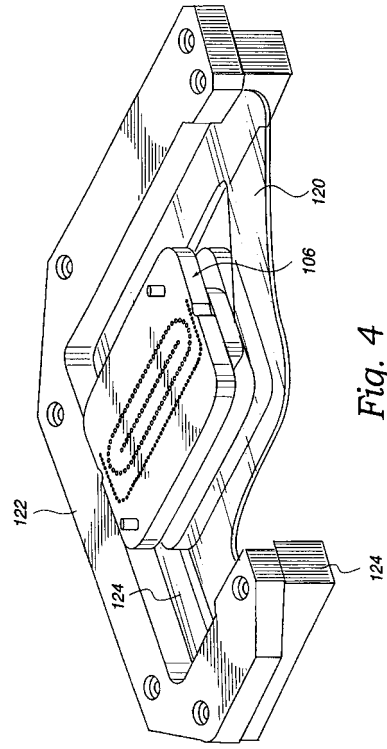


Fig. 4

【 図 5 】

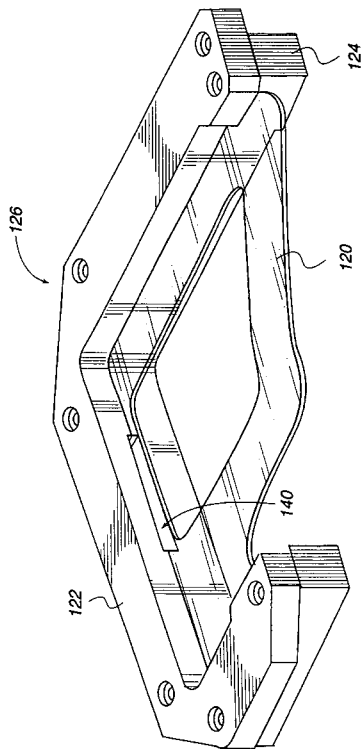


Fig. 5

【 図 6 】

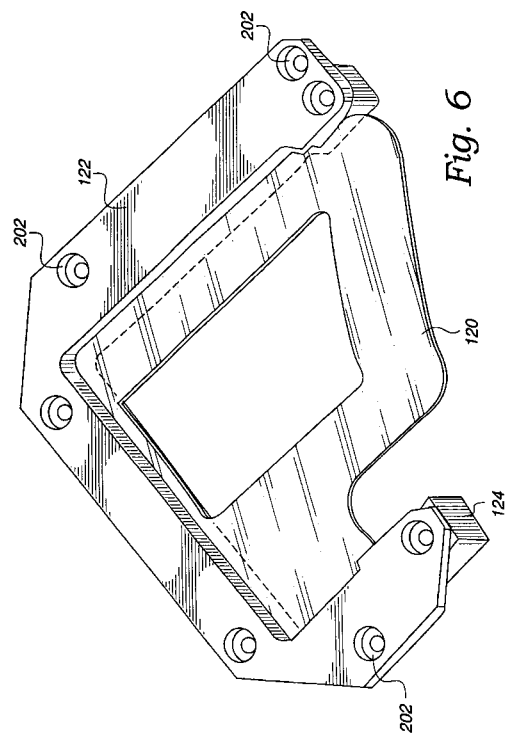


Fig. 6

【 図 1 1 D 】

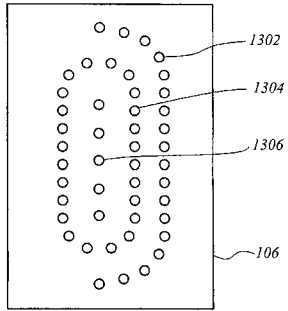


Fig. 11D

【 図 1 1 E 】

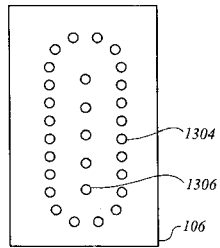


Fig. 11E

【 外国語明細書 】

1. TITLE OF THE INVENTION

Substrate Meniscus Interface and Methods for Operation

2. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

Background of the Invention

Field of the Invention

[0001]The present invention relates to semiconductor wafer processing and, more particularly, to apparatuses and techniques for more efficiently applying and removing fluids from wafer surfaces while reducing contamination and decreasing wafer cleaning cost.

Description of the Related Art

[0002]In the semiconductor chip fabrication process, it is well-known that there is a need to process a wafer using operations such as etching, cleaning, drying, and plating. In each of these types of operations, liquids are typically either applied or removed for the etching, cleaning, drying, and plating processes.

[0003]For example, wafer cleaning may have to be conducted where a fabrication operation has been performed that leaves unwanted residues on the surfaces of wafers. Examples of such a fabrication operation include plasma etching (e.g., tungsten etch back (WEB)) and chemical mechanical polishing (CMP). In CMP, a wafer is placed in a holder which pushes a wafer surface against a rolling belt polisher. This belt polisher uses a slurry which consists of chemicals and abrasive materials to cause the polishing. Unfortunately, this process tends to leave an accumulation of slurry particles and residues at the wafer surface. If left on the wafer, the unwanted residual material and particles may cause, among other things, defects such as scratches on the wafer surface and inappropriate interactions between metallization features. In some cases, such defects may cause devices on the wafer to become inoperable. In order to avoid the undue costs of discarding wafers having inoperable devices, it is therefore necessary to clean the wafer adequately yet efficiently after fabrication operations that leave unwanted residues.

[0004]After a wafer has been wet cleaned, the wafer must be dried effectively to prevent water or cleaning fluid remnants from leaving residues on the wafer. If the cleaning fluid on the wafer surface is allowed to evaporate, as usually happens when droplets form, residues or contaminants previously dissolved in the cleaning fluid will remain on the wafer surface after evaporation (e.g., and form spots). To prevent evaporation from taking place, the cleaning fluid must be removed as quickly as possible without the formation of droplets on the wafer surface. In an attempt to accomplish this, one of several different drying techniques are employed such as spin drying, IPA, or Marangoni drying. All of these drying techniques utilize some form of a moving liquid/gas interface on a wafer surface which, if properly maintained, results in drying of a wafer surface without the formation of droplets. Unfortunately, if the moving liquid/gas interface breaks down, as often happens with all of the aforementioned drying methods, droplets form and evaporation occurs resulting in contaminants being left on the wafer surface.

[0005]The most prevalent drying technique used today is spin rinse drying (SRD).

Figure 1 illustrates movement of cleaning fluids on a wafer 10 during an SRD drying process. In this drying process, a wet wafer is rotated at a high rate by rotation 14. In SRD, by use of centrifugal force, the water or cleaning fluid used to clean the wafer is pulled from the center of the wafer to the outside of the wafer and finally off of the wafer as shown by fluid directional arrows 16.

As the cleaning fluid is being pulled off of the wafer, a moving liquid/gas interface 12 is created at the center of the wafer and moves to the outside of the wafer (*i.e.*, the circle produced by the moving liquid/gas interface 12 gets larger) as the drying process progresses. In the example of Figure 1, the inside area of the circle formed by the moving liquid/gas interface 12 is free from the fluid and the outside area of the circle formed by the moving liquid/gas interface 12 is the cleaning fluid. Therefore, as the drying process continues, the section inside (the dry area) of the moving liquid/gas interface 12 increases while the area (the wet area) outside of the moving liquid/gas interface 12 decreases. As stated previously, if the moving liquid/gas interface 12 breaks down, droplets of the cleaning fluid form on the wafer and contamination may occur due to evaporation of the droplets. As such, it is imperative that droplet formation and the subsequent evaporation be limited to keep contaminants off of the wafer surface. Unfortunately, the present drying methods are only partially successful at the prevention of moving liquid interface breakdown.

[0006]In addition, the SRD process has difficulties with drying wafer surfaces that are hydrophobic. Hydrophobic wafer surfaces can be difficult to dry because such surfaces repel water and water based (aqueous) cleaning solutions. Therefore, as the drying process continues and the cleaning fluid is pulled away from the wafer surface, the remaining cleaning fluid (if aqueous based) will be repelled by the wafer surface. As a result, the aqueous cleaning fluid will want the least amount of area to be in contact with the hydrophobic wafer surface. Additionally, the aqueous cleaning solution tends to cling to itself as a result of surface tension (*i.e.*, as a result of molecular hydrogen bonding). Therefore, because of the hydrophobic interactions and the surface tension, balls (or droplets) of aqueous cleaning fluid form in an uncontrolled manner on the hydrophobic wafer surface. This formation of droplets results in the harmful evaporation and the contamination discussed previously. The limitations of the SRD are particularly severe at the center of the wafer, where centrifugal force acting on the droplets is the smallest. Consequently, although the SRD process is presently the most common way of wafer drying, this method can have difficulties reducing formation of cleaning fluid droplets on the wafer surface especially when used on hydrophobic wafer surfaces.

[0007]Additionally, in other wafer processing operations such as cleaning, etching, and plating, there are also problems with applying the fluids to the wafer and removing fluids from the wafer in an efficient manner that decreases contamination and increases wafer yield.

[0008]Therefore, there is a need for a method and an apparatus that avoids the prior art by enabling optimized fluid management and application to a wafer that reduces contaminating deposits on the wafer surface. Such deposits as often occur

urs today reduce the yield of acceptable wafers and increase the cost of manufacturing semiconductor wafers.

Summary of the Invention

[0009]Broadly speaking, the present invention fills these needs by providing a substrate processing (e.g., drying, cleaning, etching, plating, etc.) apparatus that is capable of managing fluids on wafer surfaces while at the same time reducing wafer contamination. It should be appreciated that the present invention can be implemented in numerous ways, including as a process, an apparatus, a system, a device or a method. Several inventive embodiments of the present invention are described below.

[0010]In one embodiment, an apparatus for processing a substrate with a fluid meniscus to be applied to a surface of the substrate is provided which includes a docking surface configured to be placed adjacent to an edge of the substrate where the docking surface is in the same plane as the substrate. The docking surface provides a transition interface to allow the fluid meniscus to enter and exit the surface of the substrate.

[0011]In yet another embodiment, an apparatus for use in processing a substrate is provided which includes a coupon magazine configured to hold a docking station for a proximity head where the coupon magazine is configured so the docking station is held in place adjacent to an edge of the substrate.

[0012]In another embodiment, a method for processing a substrate is provided which includes positioning a transition surface substantially coplanar to a substrate surface where the transition surface being adjacent to an edge of the substrate. The method further includes moving a fluid meniscus between the transition surface and the substrate surface.

[0013]The advantages of the present invention are numerous. Most notably, the apparatuses and methods described herein efficiently process (clean, dry, etch, plate, and other suitable type of wafer processing that involves optimal management of fluid application and/or removal from the wafer) semiconductor wafer while reducing unwanted fluids and contaminants remaining on a wafer surface. Consequently, wafer processing and production may be increased and higher wafer yields may be achieved due to efficient wafer processing.

[0014]The present invention enables the improved processing through the use of vacuum fluid removal in conjunction with processing fluid input that may be applied through usage of a multi-module manifold which is configurable in any one of numerous ways through the interchanging of one or more manifold sections.

[0015]The pressures generated on a fluid film at the wafer surface by the aforementioned forces enable optimal application and/or removal of fluid at the wafer surface with a significant reduction in remaining contamination as compared with other processing techniques. In addition, the present invention may utilize application of an isopropyl alcohol (IPA) vapor and processing fluid towards a wafer surface along with generation of a vacuum near the wafer surface at substantially the same time. This enables both the generation and intelligent control of

a meniscus and the reduction of fluid surface tension along a processing fluid interface and therefore enables optimal application and/or removal of fluids from the wafer surface without leaving contaminants. The meniscus generated by input of IPA, processing fluid and output of fluids may be moved along the surface of the wafer to process the wafer.

[0016] In one embodiment, a coupon magazine may be utilized to effectively hold and position a docking station. The docking station (may also be known as a coupon) can simulate a wafer surface so when the fluid meniscus generated by the proximity head(s) are moved off (or on) the wafer surface, the docking station may provide a substantially continuous surface for the meniscus to track therefore enhancing meniscus stability. In addition, the coupon magazine may be leveled so that the docking station can be made substantially coplanar with the wafer being processed. Therefore, the coupon magazine may be utilized in any suitable wafer processing operation using the fluid meniscus. In this fashion, wafer processing can be intelligently enhanced and optimized.

[0017] Other aspects and advantages of the present invention will become apparent from the following detailed description, taken in conjunction with the accompanying drawings, illustrating by way of example the principles of the present invention.

[0018] The present invention will be readily understood by the following detailed description in conjunction with the accompanying drawings. To facilitate this description, like reference numerals designate like structural elements.

Detailed Description

[0019] An invention for methods and apparatuses for processing a substrate is disclosed. In the following description, numerous specific details are set forth in order to provide a thorough understanding of the present invention. It will be understood, however, by one of ordinary skill in the art, that the present invention may be practiced without some or all of these specific details. In other instances, well known process operations have not been described in detail in order not to unnecessarily obscure the present invention.

[0020] While this invention has been described in terms of several preferable embodiments, it will be appreciated that those skilled in the art upon reading the preceding specifications and studying the drawings will realize various alterations, additions, permutations and equivalents thereof. It is therefore intended that the present invention includes all such alterations, additions, permutations, and equivalents as fall within the true spirit and scope of the invention.

[0021] The figures below illustrate embodiments of an exemplary wafer processing system proximity heads to generate a specific shape, size, and location of a fluid meniscus. In one embodiment, the technology utilized herein may be known as a meniscus vacuum IPA vapor (MVIV) technology. This technology may be utilized to perform any suitable type of wafer operation such as, for example, meniscus vacuum IPA vapor drying (MVIVD), meniscus vacuum IPA vapor cleaning (MVIVC), meniscus vacuum IPA vapor etching (MVIVE), meniscus vacuum IPA vapor plating (MVIVP), etc. It should be appreciated that the system is exemplary, and that any other

r suitable type of configuration that would enable movement of the proximity head(s) into close proximity to the wafer may be utilized. In the embodiments shown, the proximity head(s) may move in a linear fashion from a center portion of the wafer to the edge of the wafer. It should be appreciated that other embodiments may be utilized where the proximity head(s) move in a linear fashion from one edge of the wafer to another diametrically opposite edge of the wafer, or other non-linear movements may be utilized such as, for example, in a radial motion, in a circular motion, in a spiral motion, in a zig-zag motion, in a random motion, etc. In addition, the motion may also be any suitable specified motion profile as desired by a user. In addition, in one embodiment, the wafer may be rotated and the proximity head moved in a linear fashion so the proximity head may process all portions of the wafer. It should also be understood that other embodiments may be utilized where the wafer is not rotated but the proximity head is configured to move over the wafer in a fashion that enables processing of all portions of the wafer. In addition, the proximity head and the wafer processing system as described herein may be utilized to process any shape and size of substrates such as for example, 200 mm wafers, 300 mm wafers, flat panels, etc. The processing system may be configured to be utilized for any suitable processing (e.g., plating, etching, cleaning, drying, etc.) of the wafer depending on the configuration of the system.

[0022]A fluid meniscus can be supported and moved (e.g., onto, off of and across a wafer) with a proximity head. As described herein a coupon magazine may hold and position a docking station so the docking station can be located off the edge of the wafer and therefore simulate a wafer surface as a fluid meniscus is moved off (or on) the wafer. The docking station (may also be known as a coupon) can therefore provide a substantially continuous surface for the meniscus to track therefore enhancing meniscus stability. The coupon magazine may also be configured to level the docking station so that the docking station is substantially level (or coplanar) with the wafer being processed. By having the docking station substantially coplanar with the wafer, the fluid meniscus may move on (or off) the wafer and keep meniscus stability intact.

[0023]Figure 2A shows a wafer processing system 100 in accordance with one embodiment of the present invention. The system 100 includes rollers 102a and 102b which may hold and/or rotate a wafer to enable wafer surfaces to be processed. The system 100 also includes proximity heads 106a and 106b that, in one embodiment, are attached to an upper arm 104a and to a lower arm 104b respectively. The proximity head may be any suitable apparatus that may generate a fluid meniscus.

The upper arm 104a and the lower arm 104b can be part of an assembly which enables substantially linear movement of the proximity heads 106a and 106b along a radius of the wafer. In yet another embodiment, the assembly may move the proximity heads 106a and 106b in any suitable user defined movement.

[0024]In one embodiment the arms 104 are configured to hold the proximity head 106a above the wafer and the proximity head 106b below the wafer in close proximity to the wafer. For example, in one exemplary embodiment this may be accomplished by having the upper arm 104a and the lower arm 104b be movable in a vertical manner so once the proximity heads are moved horizontally into a location to start wafer processing, the proximity heads 106a and 106b can be moved vertically

to a position in close proximity to the wafer. In another embodiment, the upper arm 104a and the lower arm 104b may be configured to start the proximity heads 106a and 106b in a position where a meniscus is generated before processing and the meniscus that has already been generated between the proximity heads 106a and 106b may be moved onto the wafer surface to be processed from an edge area of a wafer 108. Therefore, the upper arm 104a and the lower arm 104b may be configured in any suitable way so the proximity heads 106a and 106b can be moved to enable wafer processing as described herein. It should also be appreciated that the system 100 may be configured in any suitable manner as long as the proximity head(s) may be moved in close proximity to the wafer to generate and control a meniscus. It should also be understood that close proximity may be any suitable distance from the wafer as long as a meniscus may be maintained. In one embodiment, the proximity heads 106a and 106b (as well as any other proximity head described herein) may each be located between about 0.1 mm to about 10 mm from the wafer to generate the fluid meniscus on the wafer surface. In a preferable embodiment, the proximity heads 106a and 106b (as well as any other proximity head described herein) may each be located about 0.5 mm to about 2.0 mm from the wafer to generate the fluid meniscus on the wafer surface, and in more preferable embodiment, the proximity heads 106a and 106b (as well as any other proximity head described herein) may be located about 1.50 mm from the wafer to generate the fluid meniscus on the wafer surface.

[0025] In one embodiment, the system 100, the arms 104 are configured to enable the proximity heads 106a and 106b to be moved from processed to unprocessed portions of the wafer. It should be appreciated that the arms 104 may be movable in any suitable manner that would enable movement of the proximity heads 106a and 106b to process the wafer as desired. In one embodiment, the arms 104 may be motivated by a motor to move the proximity head 106a and 106b along the surface of the wafer. It should be understood that although the wafer processing system 100 is shown with the proximity heads 106a and 106b, that any suitable number of proximity heads may be utilized such as, for example, 1, 2, 3, 4, 5, 6, etc. The proximity heads 106a and/or 106b of the wafer processing system 100 may also be any suitable size or shape as shown by, for example, any of the proximity heads as described herein. The different configurations described herein generate a fluid meniscus between the proximity head and the wafer. The fluid meniscus may be moved across the wafer to process the wafer by applying fluid to the wafer surface and removing fluids from the surface. In such a way, depending on the fluids applied to the wafer, cleaning, drying, etching, and/or plating may be accomplished. Therefore, the proximity heads 106a and 106b can have any numerous types of configurations as shown herein or other configurations that enable the processes described herein. It should also be appreciated that the system 100 may process one surface of the wafer or both the top surface and the bottom surface of the wafer.

[0026] In addition, besides processing the top and/or bottom surfaces of the wafer, the system 100 may also be configured to process one side of the wafer with one type of process (e.g., etching, cleaning, drying, plating, etc.) and process the other side of the wafer using the same process or a different type of process by inputting and outputting different types of fluids or by using a different configuration meniscus. The proximity heads can also be configured to process t

the bevel edge of the wafer in addition to processing the top and/or bottom of the wafer. This can be accomplished by moving the meniscus off (or onto) the edge of the wafer which processes the bevel edge. It should also be understood that the proximity heads 106a and 106b may be the same type of apparatus or different types of proximity heads.

[0027]The wafer 108 may be held and rotated by the rollers 102a and 102b in any suitable orientation as long as the orientation enables a desired proximity head to be in close proximity to a portion of the wafer 108 that is to be processed.

In one embodiment, the rollers 102a and 102b can rotate in a clockwise direction to rotate the wafer 108 in a counterclockwise direction. It should be understood that the rollers may be rotated in either a clockwise or a counterclockwise direction depending on the wafer rotation desired. In one embodiment, the rotation imparted on the wafer 108 by the rollers 102a and 102b serves to move a wafer area that has not been processed into close proximity to the proximity heads 106a and 106b. However, the rotation itself does not dry the wafer or move fluid on the wafer surfaces towards the edge of the wafer. Therefore, in an exemplary wafer processing operation, the unprocessed areas of the wafer would be presented to the proximity heads 106a and 106b through both the linear motion of the proximity heads 106a and 106b and through the rotation of the wafer 108. The wafer processing operation itself may be conducted by at least one of the proximity heads. Consequently, in one embodiment, processed portions of the wafer 108 would expand from a center region to the edge region of the wafer 108 in a spiral movement as the processing operation progresses. In another embodiment, when the proximity heads 106a and 106b are moved from the periphery of the wafer 108 to the center of the wafer 108, the processed portions of the wafer 108 would expand from the edge region of the wafer 108 to the center region of the wafer 108 in a spiral movement.

[0028]In an exemplary processing operation, it should be understood that the proximity heads 106a and 106b may be configured to dry, clean, etch, and/or plate the wafer 108. In an exemplary drying embodiment, the at least one of first inlet may be configured to input deionized water (DIW) (also known as a DIW inlet), the at least one of a second inlet may be configured to input N₂ carrier gas containing isopropyl alcohol (IPA) in vapor form (also known as IPA inlet), and the at least one outlet may be configured to remove fluids from a region between the wafer and a particular proximity head by applying vacuum (also known as vacuum outlet). It should be appreciated that although IPA vapor is used in some of the exemplary embodiments, any other type of vapor may be utilized such as for example, nitrogen, any suitable alcohol vapor, organic compounds, volatile chemicals, etc. that may be miscible with water. It should be appreciated that any suitable alcohol vapor may contain any suitable types of alcohols. It should be appreciated that the any suitable alcohol can be any suitable carbon-based chemical with a hydroxy group attached to a saturated carbon atom.

[0029]In an exemplary cleaning embodiment, a cleaning solution may be substituted for the DIW. An exemplary etching embodiment may be conducted where an etchant may be substituted for the DIW. In an additional embodiment, plating may be accomplished by using a fluid meniscus with processing fluid and proximity head configured for plating. In addition, other types of solutions may be inputted i

nto the first inlet and the second inlet depending on the processing operation desired.

[0030] It should be appreciated that the inlets and outlets located on a face of the proximity head may be in any suitable configuration as long as a stable meniscus as described herein may be utilized. In one embodiment, the at least one N₂/IPA vapor inlet may be adjacent to the at least one vacuum outlet which is in turn adjacent to the at least one processing fluid inlet to form an IPA-vacuum-processing fluid orientation. It should be appreciated that other types of orientations such as IPA-processing fluid-vacuum, processing fluid-vacuum-IPA, vacuum-IPA-processing fluid, etc. may be utilized depending on the wafer processes desired and what type of wafer processing mechanism is sought to be enhanced. In a preferable embodiment, the IPA-vacuum-processing fluid orientation may be utilized to intelligently and powerfully generate, control, and move the meniscus located between a proximity head and a wafer to process wafers. The processing fluid inlets, the N₂/IPA vapor inlets, and the vacuum outlets may be arranged in any suitable manner if the above orientation is maintained. For example, in addition to the N₂/IPA vapor inlet, the vacuum outlet, and the processing fluid inlet, in an additional embodiment, there may be additional sets of IPA vapor outlets, processing fluid inlets and/or vacuum outlets depending on the configuration of the proximity head desired. It should be appreciated that the exact configuration of the IPA-vacuum-processing fluid orientation may be varied depending on the application. For example, the distance between the IPA input, vacuum, and processing fluid input locations may be varied so the distances are consistent or so the distances are inconsistent. In addition, the distances between the IPA input, vacuum, and processing fluid output may differ in magnitude depending on the size, shape, and configuration of the proximity head 106a and the desired size of a process meniscus (i.e., meniscus shape and size). In addition, exemplary IPA-vacuum-processing fluid orientation may be found as referenced herein.

[0031] In one embodiment, the proximity heads 106a and 106b may be positioned in close proximity to a top surface and a bottom surface respectively of the wafer 108 and may utilize the IPA and DIW inlets and a vacuum outlet(s) to generate wafer processing menisci in contact with the wafer 108 which are capable of processing the top surface and the bottom surface of the wafer 108. The wafer processing meniscus may be generated in accordance with the descriptions in reference to Applications referenced above. At substantially the same time the IPA and the processing fluid is inputted, a vacuum may be applied in close proximity to the wafer surface to remove the IPA vapor, the processing fluid, and/or the fluids that may be on the wafer surface. It should be appreciated that although IPA is utilized in the exemplary embodiment, any other suitable type of vapor may be utilized such as for example, nitrogen, any suitable alcohol vapor, organic compounds, hexanol, ethyl glycol, acetone, etc. that may be miscible with water.

These fluids may also be known as surface tension reducing fluids. The portion of the processing fluid that is in the region between the proximity head and the wafer is the meniscus. It should be appreciated that as used herein, the term "output" can refer to the removal of fluid from a region between the wafer 108 and a particular proximity head, and the term "input" can be the introduction of fluid to the region between the wafer 108 and the particular proximity head.

[0032]The fluid meniscus may be moved on (or off) of the wafer at an edge of the wafer 108. For fluid meniscus removal and/or application on the periphery of the wafer 108, in one embodiment, the system 100 includes a coupon magazine 126 attached on a top surface of a wafer processing assembly. In one embodiment, coupon assembly 126 includes bottom portion 124 and top portion 122. The coupon assembly 126 may be configured to hold a docking station 120 in an accurate static position that is substantially planar to a wafer plane and between the proximity heads 106a and 106b. In a preferable embodiment, when the docking station 120 is not substantially coplanar with the wafer plane, the docking station 120 may be adjusted with a leveling mechanism (as discussed in further detail in reference to Figure 7) so the wafer 108 is substantially coplanar with the docking station. Therefore, the docking station may emulate a wafer surface when the process being conducted by the proximity head 106 is ending and transitioning off of the wafer surface as described in further detail in reference to Figure 2B. It should be appreciated that the docking station 120 as described herein may be made from any suitable hydrophilic material such as, for example, quartz, ceramic, etc. The docking station may have a docking surface for the fluid meniscus that is adjacent to an edge of the substrate where the docking surface is in the same plane as the substrate. The docking surface of the docking station may provide a transition interface to allow the fluid meniscus to enter and exit the surface of the substrate. In one embodiment, the docking surface has a radial contour that matches a radial contour of the substrate. As a result, the docking surface may provide a transition interface for a fluid meniscus of the proximity head. Therefore, by providing a substantially continuous simulate wafer surface, the meniscus that is transitioning onto or off of the wafer 108 may remain stable.

[0033]It should be appreciated that the magazine coupon 126 may be designed with a specific intent to securely hold and level a substrate of regular or irregular geometric shape in a static position for processing when using the proximity head technology. In addition, the magazine coupon 126 may be utilized with any suitable proximity head operation such as, for example, etching, cleaning, drying, plating, etc.

[0034]In one embodiment, the coupon magazine 126 is attached to a coupon magazine mount 128. In one embodiment, the coupon magazine 126 and the coupon magazine mount 128 may be known as a coupon magazine assembly.

[0035]Figure 2B illustrates an exemplary proximity head docking operation using the docking station 120 in accordance with one embodiment of the present invention. The docking station 120 may include a surface 120a that may simulate an arc curvature 108a so that a meniscus formed on the wafer 108 may travel off onto the docking station 120 without a breakdown in the meniscus. In one exemplary embodiment, the proximity head 106 may be moved from a location 106 of the wafer 108 to a location off of the wafer onto the docking station 120. The docking station is held onto place in the coupon magazine 122.

[0036]Figure 2C shows a meniscus traveling off of the wafer 108 onto the docking station 120 in accordance with one embodiment of the present invention. In one

exemplary embodiment, a meniscus 140 formed by the proximity head 106 may be used to process a wafer surface of the wafer 108 as described in further detail in the Applications. The meniscus 140 may be moved from the wafer to a location 160. The location 160 includes a portion of the docking station 120 that simulates a surface of the wafer 108. It should be appreciated that the docking station 120 may be configured in any suitable fashion that enables the simulation of the wafer surface to keep the meniscus 140 stable. It should also be understood that the docking station may be any suitable distance away from the wafer 108 that can effectively enable the docking station 120 to simulate a wafer surface as the meniscus 140 is moving off of the wafer 108. In one embodiment, distance of the closest portion of the docking station 120 to the wafer is between 0.01mm and 10.0mm. In a preferable embodiment, the docking station 120 is located about 0.1mm away from the wafer 108.

[0037]Figure 3 illustrates a close up view of the system 100 without some of the components to show a better view of the coupon magazine 126 in accordance with one embodiment of the present invention. The coupon magazine 126 may include a top portion 122 attached to a bottom portion 126. In such an embodiment, the top portion 122 and the bottom portion 126 may be attached with at least a portion of the docking station being located between the top portion 122 and the bottom portion 126. In one embodiment, the coupon magazine 126 is a device holder that may be fabricated from chemically compatible and mechanically stable materials such as, for example, polyethylene terephthalate (PET), Polyvinylidene Fluoride (PVDF), polyetheretherketone (PEEK), etc. The coupon magazine 126 may be machined with precise features to specific tolerances as desired. The coupon magazine 126 may be configured to be securely and accurately position a substrate of any suitable geometric size, shape, and thickness between, over, or under any suitable combination of proximity heads. Proximity heads as described herein and described herein may also be known as MVIV manifolds. The coupon magazine 126 may be used on any suitable lab test fixture or in any suitable production apparatus that may use proximity heads. The docking station 120 may be made substantially planar to the wafer surface by adjusting or leveling the coupon magazine 126 as discussed in reference to Figure 7. In one embodiment, either or both of the coupon magazine 126 or the coupon magazine mount 128 may be adjusted to make the docking station 120 coplanar with the wafer surface. Therefore, the coupon magazine 126 is extremely flexible in use and may intelligently and powerfully optimize wafer processing operations.

[0038]Figure 4 depicts a more detailed view of the coupon magazine 126 with a portion of the proximity head 106 showing inlets and outlets in accordance with one embodiment of the present invention. In one embodiment, by varying the shape and size of the top portion 122 and the bottom portion 124, the coupon assembly 126 may be configured to hold the docking station 120 of any specific shape, such as, for example, a 200 mm docking state, a 300 mm docking state, etc. The coupon magazine 126 may also hold any suitable random shape wafer of varied size and thickness.

[0039]Figure 5 shows the coupon magazine 126 without the proximity heads 106 in accordance with one embodiment of the present invention. In one embodiment, coupon magazine 126 has a sight window 140 through which may provide access to mech

anically as well as visually inspect the proximity head 106a and the proximity head 106b as shown in exemplary form in Figure 2. In this way the distance between the proximity heads 106a and 106b as well as the distance of the proximity heads 106a and 106b may be determined.

[0040]Figure 6 shows a top view of the coupon magazine 126 in accordance with one embodiment of the present invention. The coupon magazine 126 as shown may include attachment openings 320 through which the coupon magazine 126 may be bolted to the coupon magazine mount 128 as shown in Figure 2A above. It should be appreciated that any suitable number, types, and/or configurations of attachment openings 320 may be utilized to attach the coupon magazine 126 to the coupon magazine mount 128. In another embodiment, the coupon magazine 126 may be attached to the coupon magazine mount by bonding without use of attachment openings 320. The coupon magazine 126 therefore may be removed at attached to the coupon magazine mount 128 in a manner so different coupon magazines with different docking stations may be interchanged in a convenient and time saving manner.

[0041]In one embodiment, a portion of the outer edge of the docking station 120 is sandwiched between the top portion 122 and the bottom portion 124 of the coupon magazine 126. In this way, the docking station 120 may held securely during wafer processing operations. Although the docking station 120 is shown as having an opening in an interior portion, it should be appreciated that the docking station 120 may have any suitable configuration that would enable the fluid meniscus to travel from the wafer to the docking station (and vice versa) without meniscus breakdown. It should be appreciated that although the coupon magazine 126 is shown as being rectangular in shape, the coupon magazine 126 may be any suitable shape and/or configuration as long as the docking station 120 may be held securely and the proximity heads can move on and off of the docking station 120 without interference. In another embodiment, the coupon magazine may also have any suitable number of pieces such as, for example, 1, 2, 3, 4, 5, etc. as long as the docking station 120 may be held and positioned in the manner described herein.

[0042]Figure 7 illustrates a leveling mechanism in accordance with one embodiment of the present invention. In one embodiment the leveling mechanism enables the moving of the coupon magazine in a vertical plane so the docking station 120 may be made substantially coplanar with the wafer 108. In one embodiment, the top portion 122 of the coupon magazine 126 may include an access port 288 which leads to a screw 290 that ends with a ball detent 262 in the coupon magazine mount 128. The screw 290 may also include a spring. The ball detent 262 which may contact the coupon assembly mount 128. In one embodiment, the spring 264 may have a force of between about 5 to 15 lbs. By turning the screw 290 the ball detent 262 may be moved vertically and then the coupon magazine 126 and in turn the docking station 120 may be moved vertically. Therefore, the coupon magazine 126 may be moved in a vertical manner so the docking station 120 is made substantially level with the wafer 108. In one embodiment, the coupon magazine 126 may be moved vertically as shown by distance 280. It should be appreciated that the apparatus and method shown to move the coupon magazine 126 is just exemplary in nature and any other suitable manner of moving the coupon magazine 126 may be utilized.

[0043]Figure 8 shows the top portion 122 of the coupon magazine 126 in accordance with one embodiment of the present invention. The top portion 122 may include any suitable number and or type of attachment openings to both attach the top portion 122 to the coupon magazine mount 128 and the bottom portion 124. In one embodiment, the top portion 122 may have the attachment openings 320 for bolting the top portion 122 to the coupon magazine mount 128. The top portion 122 may also have attachment openings 202 which may be utilized to bolt the top portion 122 to the coupon magazine mount 128. The top portion 122 also may include an indentation 322 which may (when combined with the bottom portion 124) generate the sight window 140 as discussed above in reference to Figure 5.

[0044]Figure 9 illustrates the bottom portion 124 of the coupon magazine 126 in accordance with one embodiment of the present invention. The bottom portion 124 may include attachment openings 390 which may be aligned with the attachment openings 320 of the top portion 122. Therefore, by using the attachment openings 390, the bottom portion 124 may be bolted onto the top portion 122 to generate the coupon magazine 126. It should be appreciated that any suitable manner of attachment may be used to connect the top portion 122 to the bottom portion 124 such as, for example, gluing, bonding, etc. It should also be understood that the bottom portion 124 may have any suitable number and/or configurations of attachment openings 390.

[0045]The bottom portion 124 may also have an indentation 380 which when combined with the indentation 322 of the top portion may generate the sight window 140. In this manner, the location of the proximity heads with respect to each other and with respect to the docking station 120 may be visually and/or mechanically accessed. In addition, the bottom portion 124 may also have a recess 392 which substantially surrounds the perimeter of an internal portion of the bottom portion 124. The recess 392 may be configured so that the periphery of the docking station 120 fits within the recess 392 to provide a secure and snug attachment. The following describes an exemplary proximity head that can generate a fluid meniscus.

[0046]The following figures describe an exemplary wafer processing system with an exemplary proximity head that can generate a fluid meniscus. It should be appreciated that any suitable type of system with any suitable type of proximity head that can generate a fluid meniscus can be used with the embodiments of the present invention described herein.

[0047]Figure 10 shows a wafer processing system 1100 in accordance with one embodiment of the present invention. It should be appreciated that any suitable manner of holding or moving the wafer can be used such as, for example, rollers, pins, platen, etc. The system 1100 may include rollers 1102a, 1102b, and 1102c which can hold and rotate a wafer to enable wafer surfaces to be processed. The system 1100 may also include proximity heads 106a and 106b that, in one embodiment, can be attached to an upper arm 1104a and to a lower arm 1104b respectively. The upper arm 1104a and the lower arm 1104b can be a part of a proximity head carrier assembly 1104 which enables substantially linear movement of the proximity heads 106a and 106b along a radius of the wafer. In one embodiment the proximity

mity head carrier assembly 1104 may be configured to hold the proximity head 106a above the wafer and the proximity head 106b below the wafer in close proximity to the wafer. This may be accomplished by having the upper arm 1104a and the lower arm 1104b be movable in a vertical manner so once the proximity heads are moved horizontally into a location to start wafer processing, the proximity heads 106a and 106b can be moved vertically to a position in close proximity to the wafer. In another embodiment, the fluid meniscus may be formed between the two proximity heads 104a and 104b and moved onto the top and bottom surface of the wafer. The upper arm 1104a and the lower arm 1104b may be configured in any suitable way so the proximity heads 106a and 106b can be moved to enable wafer processing as described herein. It should also be appreciated that the system 1100 may be configured in any suitable manner as long as the proximity head(s) may be moved in close proximity to the wafer to generate and control a meniscus on the wafer surface. In another exemplary embodiment, the proximity head 106 may be located at a first end of an arm which rotates around an axis defined by a second end of the arm. Therefore, in such an embodiment, the proximity head may be moved in an arc over the surface of the wafer. In yet another embodiment, the arm may be moved in a combination of a rotational movement and a linear movement. Although shown with a proximity head 106 for each side of the wafer, a single head can be used for a single side of a wafer. Other surface preparation processes can be performed on sides where no proximity head 106 is used, such as a wafer scrub brush.

[0048] In another embodiment, the system 1100 may include a proximity head docking station that has a transition surface adjacent to the wafer. In such an embodiment, the fluid meniscus may transition between a docking station and the surface of the wafer while in a controlled and managed state. Again, if only one side of the wafer is desired to be processed, one arm with one proximity head may be utilized.

[0049] Figure 11A illustrates a proximity head 106 performing a wafer processing operation in accordance with one embodiment of the present invention. The proximity head 106, in one embodiment, moves while in close proximity to the top surface 108a of the wafer 108 to conduct the wafer processing operation. It should be appreciated that depending on the type of fluid applied to the wafer 108, the fluid meniscus 140 generated by the proximity head 106 on the wafer surface 108a may be any suitable wafer processing operation such as, for example, cleaning, rinsing, drying, etching, plating, etc. It should be appreciated that the proximity head 106 may also be utilized to process the bottom surface 108b of the wafer 108. In one embodiment, the wafer 108 may be rotated so the proximity head 106 may be moved while fluid meniscus processes the top surface 108a. In another embodiment, the wafer 108 may be held still while the proximity head 106 generates the fluid meniscus on the wafer surface. Then the proximity head may move or scan over the wafer surface and therefore move the fluid meniscus along the surface of the wafer. In yet another embodiment, the proximity head 106 may be made large enough so the fluid meniscus encompasses the surface area of the entire wafer. In such an embodiment, by applying the fluid meniscus to the surface of the wafer the entire surface of the wafer may be processed without movement of the proximity head.

[0050] In one embodiment, the proximity head 106 includes source inlets 1302 and 1306 and a source outlet 1304. In such an embodiment, isopropyl alcohol vapor in nitrogen gas IPA/N₂ 1310 may be applied to the wafer surface through a source inlet 1302, vacuum 1312 may be applied to the wafer surface through a source outlet 1304, and a processing fluid 1314 may be applied to the wafer surface through a source inlet 1306.

[0051] In one embodiment, the application of the IPA/N₂ 1310 and the processing fluid 1314 in addition to the application of the vacuum 1312 to remove the processing fluid 1314 and the IPA/N₂ 1310 from the wafer surface 108a can generate the fluid meniscus 140. The fluid meniscus 140 may be a fluid layer defined between the proximity head 106 and the wafer surface that can be moved across a wafer surface 108a in a stable and controllable manner. In one embodiment, the fluid meniscus 140 may be defined by a constant application and removal of the processing fluid 1314. The fluid layer defining the fluid meniscus 140 may be any suitable shape and/or size depending on the size, number, shape, and/or pattern of the source inlets 1306, source outlets 1304 and source inlets 1302.

[0052] In addition, any suitable flow rates of the vacuum, IPA/N₂, vacuum, and the processing fluid may be used depending on the type of fluid meniscus desired to be generated. In yet another embodiment, depending on the distance between the proximity head 106 and the wafer surface, the IPA/N₂ may be omitted when generating and utilizing the fluid meniscus 106. In such an embodiment, the proximity head 106 may not include the source inlet 1312 and therefore only the application of the processing fluid 1314 by the source inlet 1306 and the removal of the processing fluid 1314 by the source outlet 1304 generates the fluid meniscus 140.

[0053] In other embodiments of the proximity head 106, the processing surface of the proximity head 106 (the region of the proximity head where the source inlets and source outlets are located) may have any suitable topography depending on the configuration of the fluid meniscus to be generated. In one embodiment, the processing surface of the proximity head may be either indented or may protrude from the surrounding surface.

[0054] Figure 11B shows a top view of a portion of a proximity head 106 in accordance with one embodiment of the present invention. It should be appreciated that the configuration of the proximity head 106 as described in reference to Figure 8B is exemplary in nature. Therefore, other configurations of proximity heads may be utilized to generate the fluid meniscus as long as the processing fluid can be applied to a wafer surface and removed from the wafer surface to generate a stable fluid meniscus on the wafer surface. In addition, as discussed above, other embodiments of the proximity head 106 do not have to have the source inlet 1316 when the proximity head 106 is configured to generate the fluid meniscus without usage of N₂/IPA.

[0055] In the top view of one embodiment, from left to right are a set of the source inlet 1302, a set of the source outlet 1304, a set of the source inlet 1306, a set of the source outlet 1304, and a set of the source inlet 1302. Therefore, as N₂/IPA and processing chemistry are inputted into the region between the pr

proximity head 106 and the wafer 108, the vacuum removes the N_2 /IPA and the processing chemistry along with any fluid film and/or contaminants that may reside on the wafer 108. The source inlets 1302, the source inlets 1306, and the source outlets 1304 described herein may also be any suitable type of geometry such as for example, circular opening, triangle opening, square opening, etc. In one embodiment, the source inlets 1302 and 1306 and the source outlets 1304 have circular openings. It should be appreciated that the proximity head 106 may be any suitable size, shape, and/or configuration depending on the size and shape of the fluid meniscus 106 desired to be generated. In one embodiment, the proximity head may extend less than a radius of the wafer. In another embodiment, the proximity head may extend more than the radius of the wafer. In another embodiment, the proximity head may extend greater than a diameter of the wafer. Therefore, the size of the fluid meniscus may be any suitable size depending on the size of a wafer surface area desired to be processed at any given time. In addition, it should be appreciated that the proximity head 106 may be positioned in any suitable orientation depending on the wafer processing operation such as, for example, horizontally, vertically, or any other suitable position in between. The proximity head 106 may also be incorporated into a wafer processing system where one or more types of wafer processing operations may be conducted.

[0056]Figure 11C illustrates an inlets/outlets pattern of a proximity head 106 in accordance with one embodiment of the present invention. In this embodiment, the proximity head 106 includes the source inlets 1302 and 1306 as well as source outlets 1304. In one embodiment, the source outlets 1304 may surround the source inlets 1306 and the source inlets 1302 may surround the source outlets 1304.

[0057]Figure 11D illustrates another inlets/outlets pattern of a proximity head 106 in accordance with one embodiment of the present invention. In this embodiment, the proximity head 106 includes the source inlets 1302 and 1306 as well as source outlets 1304. In one embodiment, the source outlets 1304 may surround the source inlets 1306 and the source inlets 1302 may at least partially surround the source outlets 1304.

[0058]Figure 11E illustrates a further inlets/outlets pattern of a proximity head 106 in accordance with one embodiment of the present invention. In this embodiment, the proximity head 106 includes the source inlets 1302 and 1306 as well as source outlets 1304. In one embodiment, the source outlets 1304 may surround the source inlets 1306. In one embodiment, the proximity head 106 does not include source inlets 1302 because, in one embodiment, the proximity head 106 is capable of generating a fluid meniscus without application of IPA/ N_2 . It should be appreciated that the above described inlets/outlets patterns are exemplary in nature and that any suitable type of inlets/outlets patterns may be used as long as a stable and controllable fluid meniscus can be generated.

[0059]While this invention has been described in terms of several preferred embodiments, it will be appreciated that those skilled in the art upon reading the preceding specifications and studying the drawings will realize various alterations, additions, permutations and equivalents thereof. It is therefore intended that the present invention includes all such alterations, additions, permutations, and equivalents as fall within the true spirit and scope of the invention.

3. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0060]Figure 1 illustrates movement of cleaning fluids on a wafer during an SRD drying process.

[0061] Figure 2A shows a wafer processing system in accordance with one embodiment of the present invention.

[0062]Figure 2B illustrates an exemplary proximity head docking operation using the docking station in accordance with one embodiment of the present invention.

[0063]Figure 2C shows a meniscus traveling off of the wafer onto the docking station in accordance with one embodiment of the present invention.

[0064]Figure 3 illustrates a close up view of the system without some of the components to show a better view of the coupon magazine in accordance with one embodiment of the present invention.

[0065]Figure 4 depicts a more detailed view of the coupon magazine with a portion of the proximity head showing inlets and outlets in accordance with one embodiment of the present invention.

[0066] Figure 5 shows the coupon magazine without the proximity heads in accordance with one embodiment of the present invention.

[0067]Figure 6 shows a top view of the coupon magazine in accordance with one embodiment of the present invention.

[0068]Figure 7 shows an leveling mechanism located in the coupon magazine in accordance with one embodiment of the present invention.

[0069]Figure 8 shows the top portion of the coupon magazine in accordance with one embodiment of the present invention.

[0070]Figure 9 illustrates the bottom portion of the coupon magazine in accordance with one embodiment of the present invention.

[0071]Figure 10 shows a wafer processing system in accordance with one embodiment of the present invention.

[0072]Figure 11A illustrates a proximity head performing a wafer processing operation in accordance with one embodiment of the present invention.

[0073]Figure 11B shows a top view of a portion of a proximity head in accordance with one embodiment of the present invention.

[0074]Figure 11C illustrates an inlets/outlets pattern of a proximity head in accordance with one embodiment of the present invention.

[0075]Figure 11D illustrates another inlets/outlets pattern of a proximity head in accordance with one embodiment of the present invention.

[0076]Figure 11E illustrates a further inlets/outlets pattern of a proximity head in accordance with one embodiment of the present invention.

1. An apparatus for processing a substrate with a fluid meniscus to be applied to a surface of the substrate, comprising:

a docking surface configured to be placed adjacent to an edge of the substrate, the docking surface being about in the same plane as the substrate, and providing a transition interface to allow the fluid meniscus to enter and exit the surface of the substrate.

2. An apparatus for processing a substrate as recited in claim 1, wherein the docking surface defines a docking station for the fluid meniscus.

3. An apparatus for processing a substrate as recited in claim 2, further comprising,

a coupon magazine for holding the docking station that includes the docking surface.

4. An apparatus for processing a substrate as recited in claim 1, wherein the docking surface has a radial contour that matches a radial contour of the substrate.

5. An apparatus for use in processing a substrate, comprising:
a coupon magazine configured to hold a docking station for a proximity head, the coupon magazine being configured so the docking station is held in place adjacent to an edge of the substrate.

6. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 5, wherein the docking station is defined by a docking surface that provides a transition interface for a fluid meniscus of the proximity head.

7. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 5, wherein the coupon magazine includes a top portion and a bottom portion.

8. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 7, wherein the docking station is held between the top portion and the bottom portion.

9. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 5, wherein the docking station is a quartz material.

10. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 5, wherein the docking station is a hydrophilic material.

11. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 5, further comprising,
a coupon magazine mount configured to hold the coupon magazine.

12. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 5, further comprising,
a leveling mechanism configured to move the docking station to be substantially coplanar with the substrate.

13. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 12, wherein the leveling mechanism is configured to move the docking station in a vertical plane.

14. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 12, wherein the leveling mechanism includes a screw configured to move a ball detent vertically.

15. An apparatus for use in processing a substrate as recited in claim 5, wherein the coupon magazine includes a sight window.

16. A method for processing a substrate, comprising:
positioning a transition surface substantially coplanar to a substrate surface

, the transition surface being adjacent to an edge of the substrate; and moving a fluid meniscus between the transition surface and the substrate surface.

17. A method for processing a substrate as recited in claim 16, wherein positioning the transition surface includes leveling the transition surface.

18. A method for processing a substrate as recited in claim 17, wherein the leveling is accomplished by the leveling mechanism.

19. A method for processing a substrate as recited in claim 16, wherein the transition surface is a hydrophilic material.

20. A method for processing a substrate as recited in claim 16, wherein moving the fluid meniscus between the transition surface and the substrate surface includes one of moving the fluid meniscus onto the transition surface from the substrate surface and moving the fluid meniscus onto the substrate surface from the transition surface.

1. ABSTRACT

An apparatus for processing a substrate with a fluid meniscus to be applied to a surface of the substrate is provided which includes a docking surface configured to be placed adjacent to an edge of the substrate where the docking surface is in the same plane as the substrate. The docking surface provides a transition interface to allow the fluid meniscus to enter and exit the surface of the substrate.

2. REPRESENTATIVE DRAWING

Fig. 2C

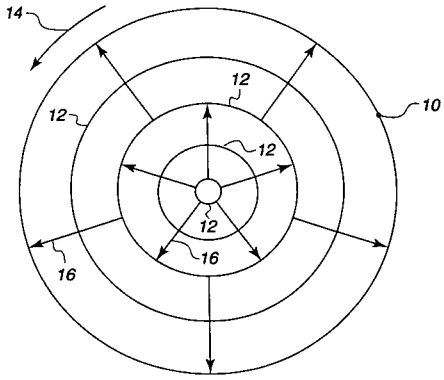


Fig. 1
(Prior Art)

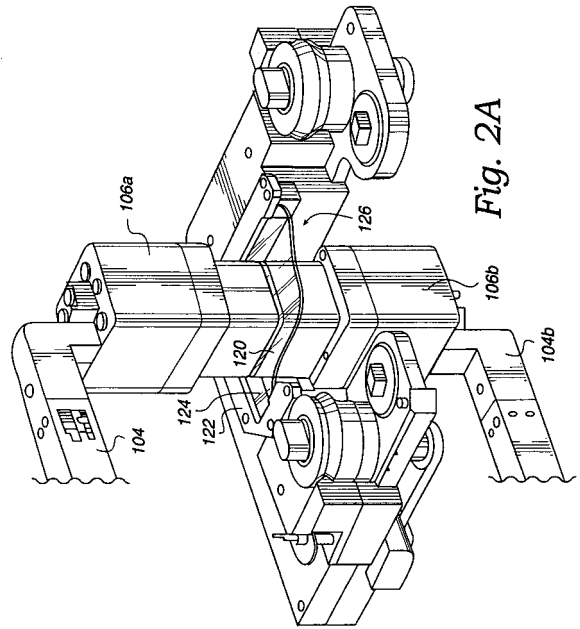


Fig. 2A

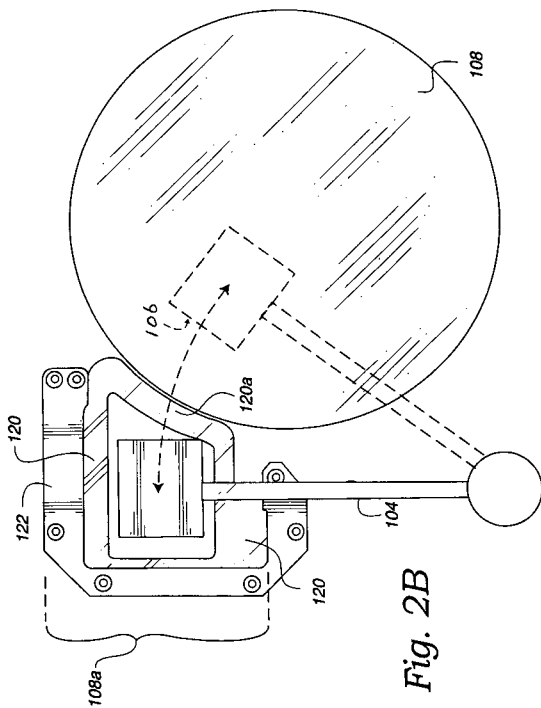


Fig. 2B

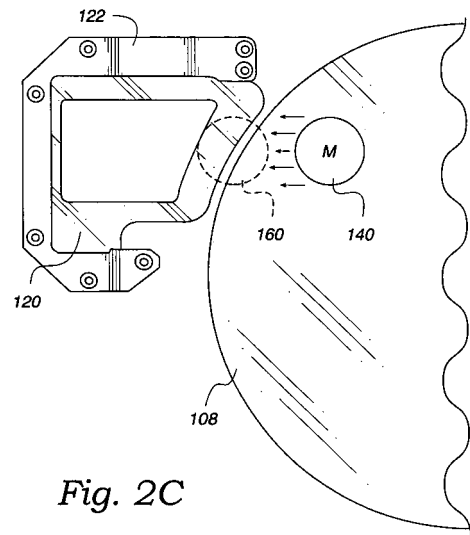


Fig. 2C

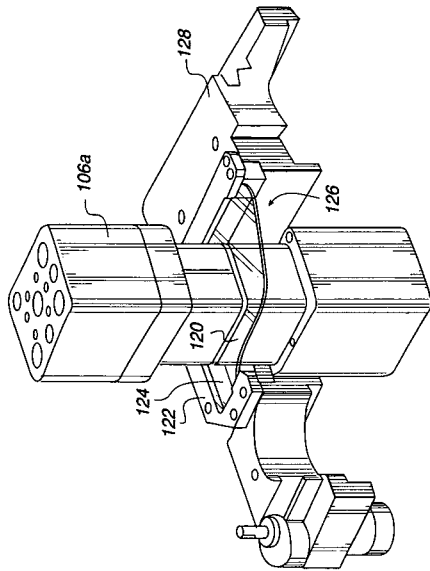


Fig. 3

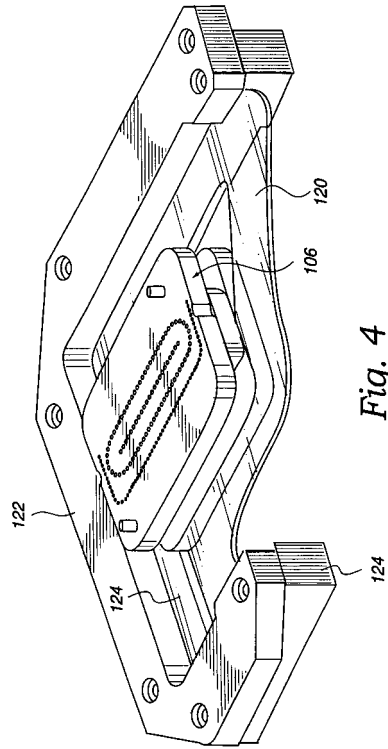


Fig. 4

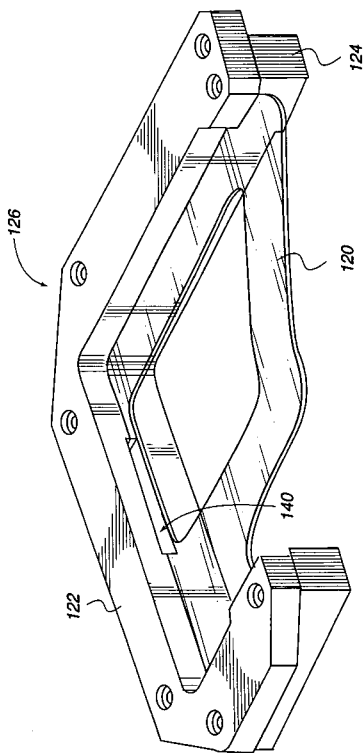


Fig. 5

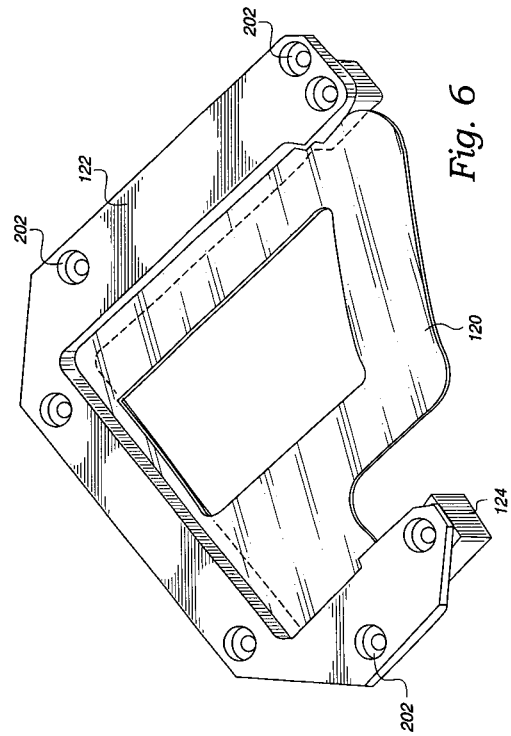


Fig. 6

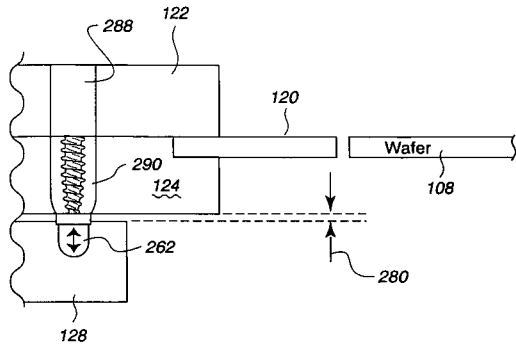


Fig. 7

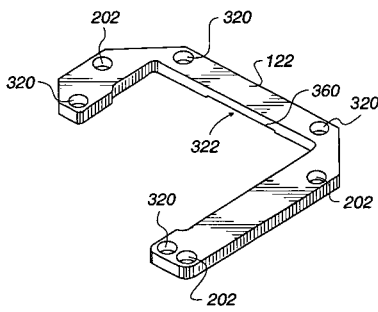


Fig. 8

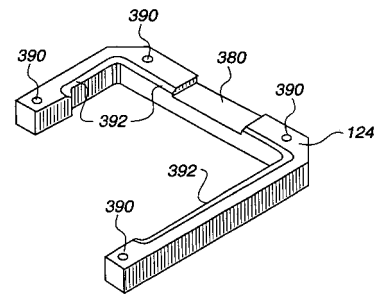


Fig. 9

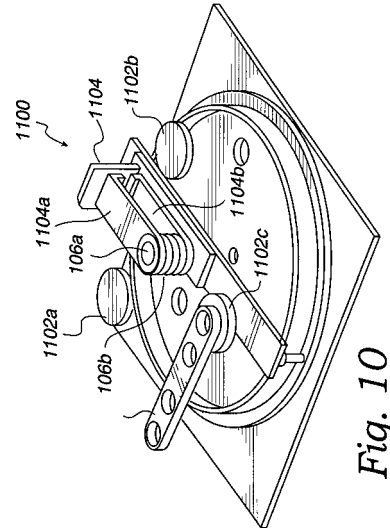


Fig. 10

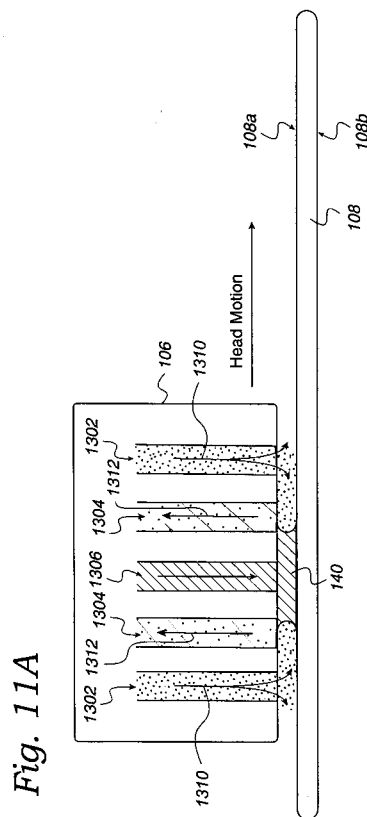


Fig. 11A

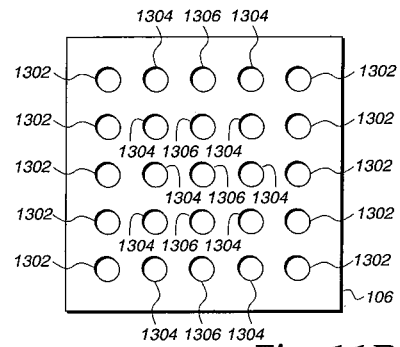


Fig. 11B

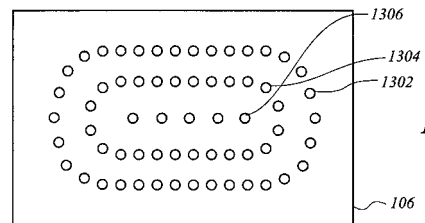


Fig. 11C

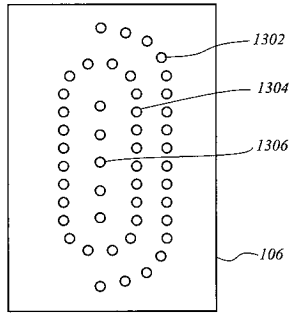


Fig. 11D

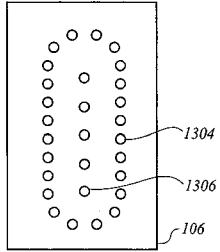


Fig. 11E