

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 3 部門第 4 区分  
 【発行日】平成 25 年 5 月 23 日 (2013.5.23)

【公表番号】特表 2010-525166 (P2010-525166A)  
 【公表日】平成 22 年 7 月 22 日 (2010.7.22)  
 【年通号数】公開・登録公報 2010-029  
 【出願番号】特願 2010-504056 (P2010-504056)  
 【国際特許分類】

C 23C 18/31 (2006.01)

【FI】

C 23C 18/31 E

【手続補正書】

【提出日】平成 25 年 4 月 3 日 (2013.4.3)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】ウエハ無電解めっきのための方法および装置

【背景技術】

【0001】

集積回路やメモリセルなどの半導体デバイスの作成では、半導体ウエハ（「ウエハ」）上に構造を形成するために、一連の製造工程が実施される。ウエハは、シリコン基板上に定められたマルチレベル構造の形態をとる集積回路デバイスを含む。基板レベルでは、拡散領域を伴うトランジスタデバイスが形成される。その後形成されるレベルでは、所望の集積回路デバイスを形成するために、相互接続金属配線がパターン形成され、トランジスタデバイスに電氣的に接続される。また、パターン形成された導電層は、誘電体材料によってその他の導電層から絶縁される。

【0002】

集積回路を構築するために、まず、ウエハの表面上にトランジスタが形成される。次いで、一連の製造プロセス工程を通じて、複数の薄膜層の形で配線構造および絶縁構造が追加される。一般に、形成されたトランジスタの上には、第 1 の誘電体（絶縁）材料層が堆積される。この基層の上には、後続の金属（例えば銅やアルミニウムなど）層が形成され、電気を流す導電線を形成するためにエッチングされ、次いで、必要な絶縁体を線間に形成するために誘電体材料を充填される。

【0003】

銅線は、一般に、PVD シード層（PVD Cu）と、それに続く電気めっき層（ECPCu）とからなるが、PVD Cu に代わるものとして、ひいては ECPCu に代わるものとして、無電解化学物質の使用が考慮されている。相互接続の信頼性および性能を向上させるものとして、無電解銅（Cu）および無電解コバルト（Co）の技術が考えられる。無電解 Cu は、ギャップ充填プロセスを最適化してボイド形成を最小限に抑えるために、共形バリアの上に薄い共形シード層を形成するために使用することができる。さらに、平坦化された Cu 線上への選択的 Co キャップ層の堆積は、Cu 線に対する誘電体バリア層の付着を向上させ、Cu - 誘電体バリア間の界面におけるボイドの形成および伝搬を抑えることができる。

無電解めっきプロセス中は、還元剤から溶液中の Cu（または Co）へ電子が移動され、その結果、還元された Cu（または Co）がウエハ表面上に堆積される。無電解銅め

き溶液の配合は、溶液中のCu（またはCo）イオンを巻き込む電子移動プロセスを最大にするように最適化される。無電解めっきプロセスを通じて実現されるめっき厚さは、ウエハ上における無電解めっき溶液の滞在時間に依存する。無電解めっき反応は、無電解めっき溶液へのウエハの曝露を受けて、直ちになおかつ継続的に生じるので、無電解めっきプロセスは、制御されたやり方で、かつ制御された条件下で実施することが望ましい。このため、改良された無電解めっき装置が必要とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第2005/0160990号公報

【特許文献2】欧州特許第01061157A1号公報

【特許文献3】米国特許第2003/0118732号公報

【発明の概要】

【0005】

一実施形態では、半導体ウエハ無電解めっき装置が開示される。装置は、ウエハを支持するように定められた上表面を有するプラテンを含む。プラテンは、プラテンの上表面の周囲からプラテンの下表面へ下向きに伸びる外表面も含む。装置は、内部表面によって定められた内側空間を有する流体受けも含む。流体受けは、プラテンとその上に支持されるウエハとを内側空間内に収容するように構成される。流体受けの内部表面とプラテンの外表面との間に当接されたときに液密バリアを形成するために、流体受けの内部表面に沿ってシールが設けられる。また、流体受け内で、シールより上方の幾つかの対応する場所で電気めっき溶液を吐出するために、幾つかの流体吐出ノズルが位置決めされる。

【0006】

別の実施形態では、半導体ウエハ無電解めっきのためのシステムが開示される。システムは、ウエハを支持するための上表面と、該上表面から下向きに伸びる外表面とを有するように定められたプラテンを含む。システムは、内表面とプラテンの外表面との間に液体保持空間を形成するために、プラテンとその上に支持されるウエハとを収容するように定められた、流体受けも含む。また、液体保持空間内で、プラテンの上表面より下方の場所で流体を吐出するために、幾つかの流体吐出ノズルも定められる。システムは、さらに、幾つかの流体吐出ノズルと流体連通した流体取り扱いシステムを含む。流体取り扱いシステムは、無電解めっき溶液で液体保持空間を満たし、その無電解めっき溶液がプラテンの上に盛り上がって流れ、プラテンの上表面上に支持されるウエハの上を流れるようにするために、幾つかの流体吐出ノズルへそしてそれらの流体吐出ノズル内に無電解めっき溶液を流れさせるように定められる。

【0007】

別の実施形態では、半導体ウエハ無電解めっきのための方法が開示される。該方法では、プラテン上にウエハが支持される。また、プラテンを囲うようにウエハより下方の場所に定められる液体保持空間内で、無電解めっき溶液が吐出される。無電解めっき溶液は、液体保持空間を満たし、盛り上がって、ウエハの上面の周囲からウエハの上面の中心へ内向きに広がる実質的に一様な形で、ウエハの上面に流れるように吐出される。方法は、また、ウエハの上面から無電解めっき溶液の大部分を除去するために液体保持空間から無電解めっき溶液を排出させる工程を含む。ウエハの上面は、液体保持空間から無電解めっき溶液が排出されたら直ちにすすがれる。

本発明を例として示した添付の図面に関連させた以下の詳細な説明から、本発明のその他の態様および利点が明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態にしたがって、ドライイン - ドライアウト無電解めっきチャンバの等角図を示した説明図である。

【図2】本発明の一実施形態にしたがって、チャンバの中心を通る縦断面を示した説明図

である。

【図 3】本発明の一実施形態にしたがって、上側近接ヘッドがウエハの中心まで伸びている状態のチャンバの上面を示した説明図である。

【図 4】本発明の一実施形態にしたがって、上側近接ヘッドが近接ヘッドドッキングステーション上方の定位置に後退されている状態のチャンバの上面を示した説明図である。

【図 5】本発明の一実施形態にしたがって、プラテンが完全に下降された位置にある状態の、プラテンおよび流体受けを通る縦断面を示した説明図である。

【図 6 A】本発明の一実施形態にしたがって、ウエハがチャンバ内のウエハ引き渡し位置にある様子を示した説明図である。

【図 6 B】本発明の一実施形態にしたがって、プラテンがウエハ引き渡し位置へ上昇された様子を示した説明図である。

【図 6 C】本発明の一実施形態にしたがって、プラテンがシール位置のすぐ上の滞空位置にある様子を示した説明図である。

【図 6 D】本発明の一実施形態にしたがって、安定化フローの完了に続いてプラテンが流体受けシールに当接するように下降された様子を示した説明図である。

【図 6 E】本発明の一実施形態にしたがって、ウエハがすすぎプロセスを経ている様子を示した説明図である。

【図 6 F】本発明の一実施形態にしたがって、ウエハが上側近接ヘッドおよび下側近接ヘッドによる乾燥プロセスを経ている様子を示した説明図である。

【図 7】本発明の一実施形態にしたがって、近接ヘッドによって実施されえる代表的プロセスを示した説明図である。

【図 8】本発明の一実施形態にしたがって、クラスタ構成を示した説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下の説明では、本発明の完全な理解を可能にするために、多くの詳細が特定されている。しかしながら、当業者ならば明らかなように、本発明は、これらの一部または全部の詳細を特定しなくても実施されえる。また、本発明が不必要に不明瞭になるのを避けるため、周知のプロセス工程の詳細な説明は省略される。

【0010】

図 1 は、本発明の一実施形態にしたがって、ドライイン・ドライアウト無電解めっきチャンバ（以下では「チャンバ 100」）の等角図を示した説明図である。チャンバ 100 は、ウエハを乾燥状態で受け取り、ウエハに対して無電解めっきプロセスを実施し、ウエハに対してすすぎプロセスを実施し、ウエハに対して乾燥プロセスを実施し、処理済みのウエハを乾燥状態で提供するように構成されている。チャンバ 100 は、基本的にあらゆるタイプの無電解めっきプロセスを実施することができる。例えば、チャンバ 100 は、ウエハに対して Cu または Co を無電解めっきするプロセスを実施することができる。また、チャンバ 100 は、モジュール式のウエハ処理システムに組み込まれるように構成される。例えば、一実施形態では、チャンバ 100 は、管理式の大気圧移送モジュール（MTM：Managed atmospheric Transfer Module）に接続される。

【0011】

チャンバ 100 は、MTM などのインターフェース・モジュールからウエハを乾燥状態で受け取るように装備される。チャンバ 100 は、チャンバ 100 内でウエハに対して無電解めっきプロセスを実施するように装備される。チャンバ 100 は、チャンバ 100 内でウエハに対して乾燥プロセスを実施するように構成される。チャンバ 100 は、ウエハを乾燥状態でインターフェース・モジュールに戻すように構成される。チャンバ 100 は、チャンバ 100 の共通内部空間内でウエハに対して無電解めっきプロセスおよび乾燥プロセスを実施するように構成されることが好ましい。また、チャンバ 100 の共通内部空間内でのウエハ無電解めっきプロセスおよびウエハ乾燥プロセスをサポートするために、流体取り扱いシステム（FHS：Fluid Handling System）が提供される。

【0012】

チャンバ１００は、チャンバ１００の内部空間の上側領域内に定められた第１のウエハ処理ゾーンを含む。第１のウエハ処理ゾーンは、第１のウエハ処理ゾーン内に配されたときのウエハに対して乾燥プロセスを実施するように装備される。チャンバ１００は、また、チャンバ１００の内部空間の下側領域内に定められた第２のウエハ処理ゾーンを含む。第２のウエハ処理ゾーンは、第２のウエハ処理ゾーン内に配されたときのウエハに対して無電解めっきプロセスを実施するように装備される。また、チャンバ１００は、チャンバ１００の内部空間内で第１のウエハ処理ゾーンと第２のウエハ処理ゾーンとの間を垂直に移動することができるプラテンを含む。プラテンは、第１のウエハ処理ゾーンと第２のウエハ処理ゾーンとの間でウエハを搬送するように、そして無電解めっきプロセス時にウエハを第２のウエハ処理ゾーン内で支持するように定められる。

#### 【００１３】

図１に関して、チャンバ１００は、外側構造底部と構造天井部１０５とを含む外側構造壁１０３によって定められる。チャンバ１００の外側構造は、チャンバ１００の内部空間内の大気圧未満圧力条件、すなわち真空条件に関連した力に抵抗することができる。チャンバ１００の外側構造は、また、チャンバ１００の内部空間内の大気圧を上回る圧力条件に関連した力に抵抗することもできる。一実施形態では、チャンバの構造天井部１０５は、窓１０７Ａを装備している。また、一実施形態では、チャンバの外側構造壁１０３に、窓１０７Ｂが提供されている。しかしながら、窓１０７Ａ、１０７Ｂは、チャンバ１００の動作に不可欠ではないことを理解されるべきである。例えば、一実施形態では、チャンバ１００は、窓１０７Ａ、１０７Ｂを伴わないように構成される。

#### 【００１４】

チャンバ１００は、フレームアセンブリ１０９上に位置するように定められる。その他の実施形態では、図１に示された代表的なフレームアセンブリ１０９と異なるフレームアセンブリが用いられてよいことを、理解されるべきである。チャンバ１００は、チャンバ１００にウエハを挿入するため、およびチャンバ１００からウエハを取り出すための入口ドア１０１を含むように定められる。チャンバ１００は、さらに、安定化アセンブリ３０５と、プラテンリフト・アセンブリ１１５と、近接ヘッド駆動機構１１３とを含み、これらの各要素は、より詳細に後ほど説明される。

#### 【００１５】

図２は、本発明の一実施形態にしたがって、チャンバ１００の中心を通る縦断面を示した説明図である。チャンバ１００は、ウエハ２０７が入口ドア１０１と通って挿入されるときにそのウエハ２０７がチャンバ内部空間の上側領域内で駆動ローラアセンブリ３０３（不図示）および安定化アセンブリ３０５によって係合されるように定められる。プラテンリフト・アセンブリ１１５によって、プラテン２０９は、チャンバ内部空間の上側領域と下側領域との間を垂直方向に移動するように定められる。プラテン２０９は、駆動ローラアセンブリ３０３および安定化アセンブリ３０５からウエハ２０７を受け取り、そのウエハ２０７をチャンバ内部空間の下側領域の第２のウエハ処理ゾーンに移動させるように定められる。以下で、より詳細に後ほど説明されるように、チャンバの下側領域内では、プラテン２０９は、無電解めっきプロセスを可能にするために流体受け２１１に界接するように定められる。

#### 【００１６】

チャンバの下側領域内での無電解めっきプロセスに続いて、ウエハ２０７は、プラテン２０９およびプラテンリフト・アセンブリ１１５を通じて持ち上げられ、駆動ローラアセンブリ３０３および安定化アセンブリ３０５によって係合可能な位置へ戻される。駆動ローラアセンブリ３０３および安定化アセンブリ３０５によってしっかり係合されると、プラテン２０９は、チャンバ１００の下側領域内の位置へ下降される。無電解めっきプロセスを経たウエハ２０７は、次いで、上側近接ヘッド２０３および下側近接ヘッド２０５によって乾燥される。上側近接ヘッド２０３は、ウエハ２０７の上表面を乾燥させるように定められ、下側近接ヘッドは、ウエハ２０７の下表面を乾燥させるように定められる。

#### 【００１７】

近接ヘッド駆動機構 113 によって、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 は、ウエハ 207 が駆動ローラアセンブリ 303 および安定化アセンブリ 305 によって係合されているときにウエハ 207 を直線状に横切って移動するように定められる。一実施形態では、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 は、ウエハ 207 が駆動ローラアセンブリ 303 によって回転されている間にウエハ 207 の中心へ移動するように定められる。こうすれば、ウエハ 207 の上表面および下表面を、それぞれ上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 に完全に曝すことができる。チャンバ 100 は、さらに、定位置へ後退されたときの上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 のそれぞれを受け取るための、近接ヘッド・ドッキングステーション 201 を含む。近接ヘッド・ドッキングステーション 201 は、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 のそれぞれに関連付けられたメニスカスを、それらがウエハ 207 の上に載ると同時に滑らかに移行させることができる。近接ヘッド・ドッキングステーション 201 は、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 がそれぞれの定位置へ後退されたときに、駆動ローラアセンブリ 303、安定化アセンブリ 305、またはウエハ 207 を受け取るために上昇されたプラテン 209 に界接しないことを保証するように、チャンバ内に位置決めされる。

【0018】

図 3 は、本発明の一実施形態にしたがって、上側近接ヘッド 203 がウエハ 207 の中心まで伸びている状態のチャンバの上面を示した説明図である。図 4 は、本発明の一実施形態にしたがって、上側近接ヘッド 203 が近接ヘッド・ドッキングステーション 201 上方の定位置に後退されている状態のチャンバの上面を示した説明図である。前述のように、ウエハ 207 は、入口ドア 101 を通ってチャンバ 100 内に受け取られると、駆動ローラアセンブリ 303 および安定化アセンブリ 305 によって係合され、保持される。近接ヘッド駆動機構 113 によって、上側近接ヘッド 203 は、近接ヘッド・ドッキングステーション 201 上のその定位置からウエハ 207 の中心へ直線状に移動させることができる。同様に、近接ヘッド駆動機構 113 によって、下側近接ヘッド 205 は、近接ヘッド・ドッキングステーション 201 上のその定位置からウエハ 207 の中心へ直線状に移動させることができる。一実施形態では、近接ヘッド駆動機構 113 は、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 を近接ヘッド・ドッキングステーション 201 からウエハ 207 の中心へ一緒に移動させるように構成される。

【0019】

図 3 に示されるように、チャンバ 100 は、外側構造壁 103 および内側ライナ 301 によって定められる。したがって、チャンバ 100 は、二重壁システムを組み入れている。外側構造壁 103 は、チャンバ 100 内に真空機能を提供してそれによって真空境界を形成するのに十分な強度を有する。一実施形態では、外側構造壁 103 は、ステンレス鋼などの構造金属で形成される。しかしながら、外側構造壁 103 を形成するためには、基本的に、適切な強度特性を有するその他の任意の構造材料が使用可能であることを、理解されるべきである。外側構造壁 103 は、また、チャンバ 100 を M T M などの別のモジュールに界接可能にするのに十分な精度でもって定められる。

【0020】

内側ライナ 301 は、化学的境界を提供し、チャンバ内の化学物質を外側構造壁 103 に到達させないためのセパレータとして機能する。内側ライナ 301 は、チャンバ 100 内に存在しえる様々な化学物質に化学的に適合する不活性材料で形成される。一実施形態では、内側ライナ 301 は、不活性なプラスチック材料で形成される。しかしながら、内側ライナ 301 を形成するためには、基本的に、適切に成形可能なその他の任意の化学的に不活性な材料が使用可能であることを、理解されるべきである。また、内側ライナ 301 は、真空境界を提供する必要がないことも、理解されるべきである。前述のように、外側構造壁 103 は、真空境界を提供するように定められる。また、一実施形態では、洗浄を容易にするために内側ライナ 301 を取り外したり、または単純に新しい内側ライナ 301 に交換したりすることができる。

## 【 0 0 2 1 】

チャンバ 1 0 0 は、ウエハの無電解めっきプロセスを促進するためおよびウエハ表面を例えば酸化などの望ましくない反応から保護するために雰囲気制御されるように構成される。このため、チャンバ 1 0 0 は、内部圧力制御システムおよび内部酸素含有量制御システムを装備している。一実施形態では、チャンバ 1 0 0 は、1 0 0 ミリートル未満まで排気することができる。一実施形態では、チャンバ 1 0 0 は、およそ 7 0 0 トールで動作され则认为られる。

## 【 0 0 2 2 】

チャンバ 1 0 0 内部空間内の酸素濃度は、重要なプロセスパラメータであることがわかる。より具体的には、ウエハ表面における望ましくない酸化反応を確実に回避するためには、ウエハ処理環境内の酸素濃度が低いことが求められる。チャンバ 1 0 0 内部空間内の酸素濃度は、ウエハがチャンバ 1 0 0 内に存在しているときに 2 p p m (百万分の 1) 未満のレベルに維持され则认为られる。チャンバ 1 0 0 内の酸素濃度は、チャンバ 1 0 0 の内部空間に配管された真空ソースによってチャンバを空にして、高純度の窒素でチャンバ 1 0 0 内部空間を再充填することによって低減される。したがって、チャンバ 1 0 0 内部空間内の酸素濃度は、チャンバ 1 0 0 内部空間を低い圧力まで排気し、酸素含有量を無視できる超高純度の窒素でチャンバ 1 0 0 内部空間を再充填することによって、大気レベル、すなわち約 2 0 % の酸素レベル未満に低減される。一実施形態では、チャンバ 1 0 0 内部空間を 1 トールまで排気し、超高純度の窒素でそれを大気圧まで再充填することを 3 度行うことによって、チャンバ 1 0 0 内部空間内の酸素濃度を約 3 p p m まで下げることが望ましい。

## 【 0 0 2 3 】

無電解めっきプロセスは、温度感受性のプロセスである。したがって、ウエハ表面上に存在しているときの無電解めっき溶液の温度にチャンバ 1 0 0 内部空間雰囲気条件が及ぼす影響を最小限に抑えることが望ましい。このため、チャンバ 1 0 0 は、ウエハの上をガスが直接流れることのないように、外側構造壁 1 0 3 と内側ライナ 3 0 1 との間に存在するエアギャップを通じてチャンバ 1 0 0 内部空間にガスを導入可能であるように定められる。ウエハ表面上に無電解めっき溶液が存在しているときにウエハの上をガスが直接流れると、ウエハ上に存在している無電解めっき溶液の温度を低下させるであろう蒸発冷却効果が引き起こされ、それに相応して無電解めっき反応速度が変化される可能性がある。また、チャンバ 1 0 0 内部空間にガスを間接的に導入する機能に加えて、チャンバ 1 0 0 は、ウエハ表面の上に無電解めっき溶液が施されるときにチャンバ 1 0 0 内部空間内の蒸気圧を飽和状態まで上昇させられるようにも装備されている。チャンバ 1 0 0 内部空間が無電解めっき溶液に対して飽和状態にあると、上記の蒸発冷却効果が最小限に抑えられであろう。

## 【 0 0 2 4 】

再び図 3 および図 4 を参照すると、安定化アセンブリ 3 0 5 は、ウエハ 2 0 7 を駆動ローダ・アセンブリ 3 0 3 内に保持するためにウエハ 2 0 7 のエッジに圧力を加えるように定められた安定化ローラ 6 0 5 を含む。したがって、安定化ローラ 6 0 5 は、ウエハ 2 0 7 のエッジに係合するように構成される。安定化ローラ 6 0 5 の外形は、安定化ローラ 6 0 5 とウエハ 2 0 7 との間の一定の角度ずれに適應するように定められる。また、安定化アセンブリ 3 0 5 は、安定化ローラ 6 0 5 の垂直位置の機械的調整を可能にするようにも構成される。図 6 に示された安定化アセンブリ 3 0 5 は、2 0 0 m m ウエハに適應するための 1 つの安定化ローラ 6 0 5 を含む。別の実施形態では、安定化アセンブリ 3 0 5 は、3 0 0 m m ウエハに適應するために 2 つの安定化ローラ 6 0 5 を伴うように構成されることができる。

## 【 0 0 2 5 】

やはり再び図 3 および図 4 を参照すると、駆動ローラアセンブリ 3 0 3 は、ウエハ 2 0 7 のエッジに係合してウエハ 2 0 7 を回転させるように構成された 1 対の駆動ローラ 7 0 1 を含む。各駆動ローラ 7 0 1 は、ウエハ 2 0 7 のエッジに係合するように構成される。

各駆動ローラ701の外形は、駆動ローラ701とウエハ207との間の一定の角度ずれに適應するように定められる。また、駆動ローラアセンブリ303は、各駆動ローラ701の垂直位置の機械的調整を可能にするようにも構成される。駆動ローラアセンブリ303は、ウエハ207のエッジに向かうようにおよびウエハ207のエッジから遠ざかるように駆動ローラ701を移動させることができる。ウエハ207のエッジに対する安定化ローラ605の係合は、駆動ローラ701をウエハ207エッジに係合させる。

#### 【0026】

再び図2を参照すると、プラテンリフト・アセンブリ115は、プラテン209上のウエハ207を、ウエハ回転面、すなわちウエハが駆動ローラ701および安定化ローラ605によって係合される面から、プラテン209が流体受け211のシールに当接する処理位置へ移動させるように構成される。図5は、本発明の一実施形態にしたがって、プラテン209が完全に下降された位置にある状態の、プラテン209および流体受け211を通る縦断面を示した説明図である。プラテン209は、加熱された真空チャックとして構成される。一実施形態では、プラテン209は、化学的に不活性な材料で作成される。別の実施形態では、プラテン209は、化学的に不活性な材料をコーティングされる。プラテン209は、真空供給源911に接続された真空チャネル907を含み、これらは、作動時にプラテン209に対してウエハ207を真空圧着する。プラテン209に対するウエハ207の真空圧着は、プラテン209とウエハ207との間の熱抵抗を減少させるとともに、ウエハ207がチャンバ100内を垂直に搬送される際に滑らないようにする。

#### 【0027】

様々な実施形態において、プラテン209は、200mmウエハまたは300mmウエハに適應するように定めることができる。また、プラテン209およびチャンバ100は、基本的にあらゆるサイズのウエハに適應するように定めることができる。所定のウエハサイズについて、プラテン209上表面、すなわちプラテン209圧着表面の直径は、そのウエハの直径に僅かに満たないように定められる。このプラテン対ウエハのサイズ設定は、ウエハのエッジをプラテン209外周の上縁を僅かに越えて広げさせることによって、ウエハがプラテン209上に位置しているときの、ウエハエッジと安定化ローラ605および駆動ローラ701のそれぞれとの間の係合を可能にする。

#### 【0028】

上述のように、無電解めっきプロセスは、温度感受性のプロセスである。プラテン209は、ウエハ207の温度を制御可能にするために加熱されるように定められる。一実施形態では、プラテン209は、温度を最高摂氏100度に維持することができる。また、プラテン209は、温度を摂氏0度の低さに維持することもできる。通常のプラテン209動作温度は、摂氏約60度であると考えられる。プラテン209のサイズが300mmウエハに適應している実施形態では、プラテン209は、内側加熱ゾーンおよび外側加熱ゾーンをそれぞれ形成するために、2つの内部抵抗加熱コイルを伴うように定められる。各加熱ゾーンは、自身の制御用熱電対を含む。一実施形態では、内側加熱ゾーンは、700ワット(W)の抵抗加熱コイルを用い、外側ゾーンは、2000Wの抵抗加熱コイルを用いる。プラテン209のサイズが200mmウエハに適應している実施形態では、プラテン209は、1250Wの内部加熱コイルと対応する制御用熱電対とによって定められる1つの加熱ゾーンを含む。

#### 【0029】

流体受け211は、プラテン209がチャンバ100内で完全に下降されたときにプラテン209を受けるように定められる。流体受け211の流体保持機能は、流体受け211の内周に定められた流体受けシール909に当接するようにプラテン209が下降されたときに完全になる。一実施形態では、流体受けシール909は、流体受けシール909に十分に接触するようにプラテン209が下降されたときにプラテン209と流体受け211との間に液密シールを形成する加圧シールである。流体受けシール909に当接するようにプラテン209が下降されたときに、プラテン209と流体受け211の間には

、ギャップが存在することがわかる。したがって、流体受けシール 909 に対するプラテン 209 の当接は、流体受けシール 909 の上方でプラテン 209 と流体受け 211 との間に存在するギャップを無電解めっき溶液で満たし、その無電解めっき溶液をプラテン 209 の上表面上に圧着されているウエハ 207 の周囲から溢れ上がらせるために、電気めっき溶液を流体受けに注入することを可能にする。

#### 【0030】

一実施形態では、流体受け 211 は、流体受け 211 内に電気めっき溶液を吐出するための 8 つの流体吐出ノズルを含む。流体吐出ノズルは、流体受け 211 沿いに等間隔で分布している。各流体吐出ノズルは、各流体吐出ノズルからの流体吐出速度が実質的に同じになるように、分配マニホールドからの管によって供給を受ける。また、流体吐出ノズルは、各流体吐出ノズルから放出される流体がプラテン 209 の上表面より下方の場所、すなわちプラテン 209 の上表面上に圧着されているウエハ 207 より下方の場所で流体受け 211 に入るように設けられる。また、プラテン 209 およびウエハ 207 が流体受け 211 内に存在していないときは、流体吐出ノズルを通して流体受け 211 に洗浄溶液を注入することによって、流体受け 211 を洗浄することができる。流体受け 211 は、ユーザが定めた頻度で洗浄することができる。例えば、流体受けは、1 枚のウエハを処理するごとなどの頻繁な頻度で、またはウエハ 100 枚ごとに一度などの稀な頻度で洗浄することができる。

#### 【0031】

チャンバ 100 は、幾つかのすすぎノズル 903 と幾つかの吹き降ろしノズル 905 とを含むすすぎパー 901 も含む。すすぎノズル 903 は、ウエハ 207 をすすぎ位置に置くためにプラテン 209 が移動されたときにウエハ 207 の上面にすすぎ流体を吹き付けるように方向付けされる。すすぎ位置では、すすぎ流体が流体受け 211 に流れ込み、そこから排出することができるように、プラテン 209 と流体受けシール 909 との間に隙間が存在する。一実施形態では、300 mm ウエハをすすぐために 2 つのすすぎノズル 903 が提供され、200 mm ウエハをすすぐために 1 つのすすぎノズル 903 が提供される。吹き降ろしノズル 905 は、すすぎプロセス時にウエハの上面から流体を除去することを補助するために、ウエハの上面に窒素などの不活性ガスを向かわせるように定められる。無電解めっき反応は、無電解めっき溶液がウエハ表面に接触しているときに継続的に生じるので、無電解めっき期間の終了とともに、ウエハから無電解めっき溶液を迅速になおかつ一様に除去する必要があることがわかる。このため、すすぎノズル 903 および吹き降ろしノズル 905 は、ウエハ 207 からの迅速でなおかつ一様な無電解めっき溶液の除去を可能にする。

#### 【0032】

チャンバ 100 の動作は、流体取り扱いシステム (FHS: Fluid Handling System) によってサポートされる。一実施形態では、FHS は、チャンバ 100 とは別のモジュールとして定められ、チャンバ 100 内の様々な構成要素に流体連通式に接続される。FHS は、無電解めっきプロセスに、すなわち流体受け吐出ノズル、すすぎノズル、および吹き降ろしノズルに従事するように定められる。FHS は、また、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 に従事するようにも定められる。FHS と、流体受け 211 内の各流体吐出ノズルに従事する供給ラインとの間には、混合マニホールドが配される。このため、流体受け 211 内の各流体吐出ノズルに流れる無電解めっき溶液は、流体受け 211 に達する前に予混合される。

#### 【0033】

流体供給ラインは、電気めっき溶液が各流体吐出ノズルから例えば実質的に均一な流量でどのように実質的に均等に流体受け 211 に流れ込むように、混合マニホールドを流体受け 211 内の様々な流体吐出ノズルに流体接続するように配される。FHS は、混合マニホールドと流体受け 211 内の流体吐出ノズルとの間に配された流体供給ラインからの、電気めっき溶液の一掃を可能にするために、それらの流体供給ラインからの窒素パージを可能にするように定められる。FHS は、また、各すすぎノズル 903 にすすぎ用の



流体を提供することによって、そして各吹き降ろしノズル 905 に不活性ガスを提供することによって、ウエハすすぎプロセスをサポートするようにも定められる。FHS は、すすぎノズル 903 から放出される液体圧力を制御するために、圧力調整器の手動設定を可能にするように定められる。

#### 【0034】

チャンバ 100 は、幾つかの流体ドレン場所を含む。一実施形態では、チャンバ 100 内に、3つの別々の流体ドレン場所、すなわち 1) 流体受け 211 からの主要ドレン、2) チャンバ床ドレン、および 3) プラテン真空タンクドレンが提供される。これらの各ドレンは、FHS 内に提供された共通設備ドレンに接続される。

#### 【0035】

図 6A は、本発明の一実施形態にしたがって、ウエハ 207 がチャンバ 100 内のウエハ引き渡し位置にある様子を示した説明図である。チャンバ 100 は、チャンバ 100 を接続された例えば MTM などの外部モジュールからウエハを受け入れるように動作される。一実施形態では、入口ドア 101 が下げられ、ロボット式ウエハ取り扱い機器によってウエハ 207 がチャンバ 100 に入力される。ウエハ 207 がチャンバ 100 内に置かれるとき、駆動ローラ 701 および安定化ローラ 605 は、それらの完全後退位置にある。ウエハ 207 は、ウエハ 207 のエッジが駆動ローラ 701 および安定化ローラ 605 に接近するように、チャンバ 100 内に位置決めされる。駆動ローラ 701 および安定化ローラ 605 は、次いで、図 6A に示されるように、ウエハ 207 のエッジに係合するために、ウエハ 207 のエッジに向かって移動される。

#### 【0036】

ウエハ引き渡し位置は、チャンバ 100 内におけるウエハ乾燥位置でもあることがわかる。ウエハ引き渡しプロセスおよびウエハ乾燥プロセスは、チャンバ 100 の上側領域 1007 内で生じる。流体受け 211 は、チャンバ 100 の下側領域 1009 内で、ウエハ引き渡し位置の真下にある。この構成は、ウエハ引き渡し位置から下側領域 1009 内のウエハ処理位置へのウエハ 207 の移動を可能にするために、プラテン 209 を上昇および下降させることを可能にする。ウエハ引き渡しプロセス時に、プラテン 209 は、ロボット式ウエハ取り扱い機器に干渉することのないように完全下降位置にある。

#### 【0037】

一実施形態では、ウエハ 207 をチャンバ 100 内に配置しはじめる前に、チャンバ 100 内で以下の条件が満たされていることが望ましい。

- ・チャンバ内に既にウエハがないことを確認する。
- ・駆動ローラ 701 がそれらの完全後退位置にあることを確認する。
- ・安定化ローラ 605 がその完全後退位置にあることを確認する。
- ・入口ドア 101 を下降させる前に、チャンバへの液体入力が停止されていることを確認する。
- ・上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 が近接ヘッド・ドッキングステーション 201 上のそれらの定位置にあることを確認する。
- ・チャンバ 100 内の圧力が、チャンバ 100 がウエハ 207 を受け取るために開かれたときにチャンバ 100 内部空間が曝される外部モジュール内の圧力に十分に近いかどうかを確認する。一実施形態では、チャンバ 100 内の十分に近い圧力は、外部モジュール圧力の  $\pm 10$  トール以内である。
- ・チャンバ 100 内の酸素含有量が、チャンバ 100 がウエハ 207 を受け取るために開かれたときにチャンバ 100 内部空間が曝される外部モジュール内の酸素含有量に十分に近いかどうかを確認する。一実施形態では、チャンバ 100 内の十分に近い酸素含有量は、外部モジュール酸素含有量の  $\pm 5$  ppm 以内である。

#### 【0038】

チャンバ 100 内へウエハ 207 を移送する手順は、チャンバ 100 を外部モジュールに対して閉じているロッカーバルブを開くことから開始する。次いで、ウエハ 207 は、ウエハ引き渡し位置に配置されるように、ロボット式ウエハ取り扱い機器によってチャン

バ 1 0 0 内に到達される。次いで、駆動ローラ 7 0 1 が、その完全伸展位置へ、ウエハ 2 0 7 のエッジに向かって移動される。次いで、安定化ローラ 6 0 5 が、ウエハ 2 0 7 のエッジに係合してウエハ 2 0 7 のエッジを駆動ローラ 7 0 1 によっても係合させるために、ウエハ 2 0 7 に向かって移動される。安定化ローラ 6 0 5 によるウエハ 2 0 7 の確実な係合は、ウエハ 2 0 7 がチャンバ 1 0 0 内で適切な位置に存在していることを示すものである。ロボット式ウエハ取り扱い機器は、次いで、ウエハ 2 0 7 から下降され、チャンバ 1 0 0 から後退される。次いで、入口ドア 1 0 1 およびロッカーバルブが閉じられる。

#### 【 0 0 3 9 】

チャンバ 1 0 0 内に受け取られた後、ウエハ 2 0 7 は、処理のために、チャンバ 1 0 0 の下側領域 1 0 9 へ移動される。プラテンリフト・アセンブリ 1 1 5 およびシャフト 8 0 1 によって、プラテン 2 0 9 は、チャンバ 1 0 0 の上側領域 1 0 0 7 からチャンバ 2 0 7 の下側領域 1 0 0 9 へウエハ 2 0 7 を搬送するために使用される。図 6 B は、本発明の一実施形態にしたがって、プラテン 2 0 9 がウエハ引き渡し位置へ上昇された様子を示した説明図である。プラテン 2 0 9 を上昇させる前に、上側近接ヘッド 2 0 3 および下側近接ヘッド 2 0 5 がそれらの定位置にあることの確認がなされる。また、プラテン 2 0 9 を上昇させる前に、必要に応じてウエハ 2 0 7 を駆動ローラ 7 0 1 によって回転させることもできる。プラテン 2 0 9 は、次いで、ウエハピックアップ位置へ上昇される。ウエハピックアップ位置では、プラテン 2 0 9 への真空供給が開始される。安定化ローラ 6 0 5 は、その後退位置へ移動され、ウエハ 2 0 7 から遠ざけられる。また、駆動ローラ 7 0 1 も、それらの後退位置へ移動され、ウエハ 2 0 7 から遠ざけられる。この時点では、ウエハ 2 0 7 は、プラテン 2 0 9 に対して真空吸着されている。一実施形態では、プラテンの真空圧は、ユーザが指定した最大値より小さいことを確認される。プラテンの真空圧が許容範囲である場合は、ウエハ引き渡しプロセスが進められる。そうでない場合は、ウエハ引き渡しプロセスは中止される。

#### 【 0 0 4 0 】

プラテン 2 0 9 は、ユーザが指定した温度に加熱され、ウエハ 2 0 7 は、ウエハ 2 0 7 の加熱を可能にするために、ユーザが指定した継続期間の間、プラテン 2 0 9 上に保持される。次いで、ウエハを上に乗せられたプラテン 2 0 9 は、プラテン 2 0 9 が流体受けシール 9 0 9 に当接する位置のすぐ上の、すなわちシール位置のすぐ上の、滞空位置へ下降される。図 6 C は、本発明の一実施形態にしたがって、プラテン 2 0 9 がシール位置のすぐ上の滞空位置にある様子を示した説明図である。滞空位置における、プラテン 2 0 9 と流体受けシール 9 0 9 との間の距離は、ユーザによって選択可能なパラメータである。一実施形態では、滞空位置における、プラテン 2 0 9 と流体受けシール 9 0 9 との間の距離は、約 1 . 2 7 mm から約 6 . 3 5 mm までの範囲内である。

#### 【 0 0 4 1 】

ウエハ 2 0 7 を上に乗せられたプラテン 2 0 9 が滞空位置にあるときに、無電解めっきプロセスを開始することができる。無電解めっきプロセスの前に、F H S は、無電解めっき用の化学物質を予混合状態で再循環させるように動作される。プラテン 2 0 9 が滞空位置に維持されている間に、流体吐出ノズル 1 0 0 1 による流体受け 2 1 1 内への無電解めっき溶液 1 0 0 3 の流れが開始される。プラテン 2 0 9 が滞空位置にあるときの無電解めっき溶液 1 0 0 3 の流れは、安定化フローと称される。安定化フローの間、無電解めっき溶液 1 0 0 3 は、流体吐出ノズルから、プラテン 2 0 9 と流体受けシール 9 0 9 との間を通り、流体受け 2 1 1 の排水溜め内へ流れ落ちる。流体吐出ノズル 1 0 0 1 は、プラテン 2 0 9 が流体受けシール 9 0 9 に当接するように下降されたときにプラテン 2 0 9 の裏側の周囲近くに均等に位置決めされるように、流体受け 2 1 1 の周囲沿いに実質的に等間隔に設けられる。また、各流体吐出ノズル 1 0 0 1 は、それらから吐出される無電解めっき溶液 1 0 0 3 が、プラテン 2 0 9 の上に保持されているウエハ 2 0 7 より下方の場所で吐出されるように位置決めされる。

#### 【 0 0 4 2 】

安定化フローは、プラテン 2 0 9 が流体受けシール 9 0 9 に当接するように下降される

前に、各流体吐出ノズル１００１への無電解めっき溶液１００３の流れを安定化させることを可能にする。安定化フローは、ユーザが指定した長さの時間が経過するまで、またはユーザが指定した量の無電解めっき溶液１００３が流体吐出ノズル１００１から吐出されるまで続く。一実施形態では、安定化フローは、約０．１秒から約２秒までの期間にわたって続く。また、一実施形態では、安定化フローは、約２５ｍＬから約５００ｍＬまでの量の無電解めっき溶液１００３が流体吐出ノズル１００１から吐出されるまで続く。

#### 【００４３】

安定化フローが完了すると、プラテン２０９は、流体受けシール９０９に当接するように下降される。図６Ｄは、本発明の一実施形態にしたがって、安定化フローの完了に続いてプラテン２０９が流体受けシール９０９に当接するように下降された様子を示した説明図である。流体受けシール９０９がプラテン２０９によって当接されると、流体吐出ノズル１００１から流れる無電解めっき溶液１００３は、ウエハ２０７の周囲から溢れ上がるために、流体受け２１１とプラテン２０９との間の空間を満たす。流体吐出ノズル１００１は、プラテン２０９の周囲近くに実質的に均等に設けられるので、無電解めっき溶液１００３は、ウエハ２０７の周囲からウエハ２０７の中心に向かって実質的に同心状に流れるために、ウエハの周縁から盛り上がる。

#### 【００４４】

一実施形態では、流体受けシール９０９がプラテン２０９によって当接された後に、さらに約２００ｍＬから約１０００ｍＬまでの量の無電解めっき溶液１００３が流体吐出ノズル１００１から吐出される。更なる無電解めっき溶液１００３の吐出には、約１秒から約１０秒までの時間がかかるであろう。ウエハ２０７の表面全体を無電解めっき溶液１００３で覆うための更なる無電解めっき溶液１００３の吐出に続いて、ウエハ表面上で無電解めっき反応を生じるユーザが定めた期間が経過する。

#### 【００４５】

ユーザが定めた無電解めっきプロセスのための期間に続き、ウエハ２０７は、すすぎプロセスを施される。図６Ｅは、本発明の一実施形態にしたがって、ウエハがすすぎプロセスを経ている様子を示した説明図である。すすぎプロセスのために、プラテン２０９は、ウエハすすぎ位置へ上昇される。プラテン２０９が上昇されると、プラテン２０９と流体受けシール９０９との間のシールが破られ、ウエハ２０７の上にある無電解めっき溶液１００３の大半は、流体受け２１１の排水溜めに流れ込む。ウエハ２０７上にある残りの無電解めっき溶液１００３は、すすぎノズル９０３からすすぎ流体１００５をウエハ２０７へ吐出することによって除去される。一実施形態では、すすぎ流体１００５は、脱イオン水（ＤＩＷ：Deionized Water）である。一実施形態では、すすぎノズル９０３は、ＦＨＳ内の１つのバルブから供給される。プラテン２０９は、もし必要であれば、すすぎプロセス中に移動させることができる。また、ウエハ表面から液体を吹き飛ばすために、窒素などの不活性ガスを吹き降ろしノズル９０５から吐出することができる。すすぎ流体１００５流および吹き降ろし不活性ガス流の作動および継続期間は、ユーザが指定するパラメータである。

#### 【００４６】

ウエハすすぎプロセスに続いて、ウエハ２０７は、ウエハ引き渡し位置と同じであるウエハ乾燥位置へ移動される。再び図６Ｂを参照すると、プラテン２０９は、ウエハ２０７を駆動ローラ７０１および安定化ローラ６０５に接近させて位置決めするために上昇される。プラテン２０９をすすぎ位置から上昇させる前に、上側近接ヘッド２０３および下側近接ヘッド２０５がそれらの定位置にあるか、駆動ローラ７０１が完全に後退されているか、および安定化ローラ６０５が完全に後退されているか、の確認がなされる。ウエハが乾燥位置へ上昇されると、駆動ローラ７０１は、それらの完全伸展位置へ移動され、安定化ローラ６０５は、ウエハ２０７のエッジに係合して駆動ローラ７０１もウエハ２０７のエッジに係合させるために移動される。この時点で、プラテン２０９への真空供給は停止され、プラテンは、ウエハ２０７から僅かに遠ざかるように下降される。ウエハ２０７が駆動ローラ７０１および安定化ローラ６０５によってしっかり保持されていることが確認

されると、プラテン 209 は、流体受けシール位置へ下降され、チャンバ内でのウエハ処理の継続期間の間そこに留まる。

【0047】

図 6 F は、本発明の一実施形態にしたがって、ウエハ 207 が上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 による乾燥プロセスを経ている様子を示した説明図である。一実施形態では、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 への流れが、これらの近接ヘッドが近接ヘッド・ドッキングステーション 201 にある状態で開始される。別の実施形態では、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 は、これらの近接ヘッドへの流れが開始される前に、ウエハ 207 の中心へ移動される。これらの近接ヘッド 203、205 への流れを開始させるために、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 の両方に対する真空供給が開始される。ユーザが定めた期間が経過したら、次いで、上側乾燥メニスカス 1011A および下側乾燥メニスカス 111B を形成するために、レシピによって定められた流量で窒素およびイソプロピルアルコール (IPA) が上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 へ流される。もし近接ヘッド・ドッキングステーション 201 で流れが開始される場合は、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 は、ウエハの回転とともにウエハの中心へ移動される。もしウエハの中心で流れが開始される場合は、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 は、ウエハの回転とともにウエハドッキングステーション 201 へ移動される。乾燥プロセス時におけるウエハの回転は、初期回転速度で開始され、ウエハを横切る近接ヘッド 203、205 の走査にともなって調整される。一実施形態では、乾燥プロセス時に、ウエハは、約 0.25 毎分回転数 (rpm) から約 10 rpm までの速度で回転される。ウエハ回転速度は、ウエハの上における近接ヘッド 203 / 205 の半径方向位置の関数として変化する。また、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 の走査速度は、初期走査速度で開始され、ウエハを横切る近接ヘッド 203、205 の走査にともなって調整される。一実施形態では、近接ヘッド 203、205 は、約 1 mm / 秒から約 75 mm / 秒までの速度でウエハを横切って走査する。乾燥プロセスが完了すると、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 は、近接ヘッド・ドッキングステーション 201 へ移動され、近接ヘッド 203、205 への IPA 流、近接ヘッド 203、205 への窒素流、および近接ヘッド 203、205 への真空供給が停止される。

【0048】

乾燥プロセス時に、上側近接ヘッド 203 および下側近接ヘッド 205 は、それぞれウエハ 207 の上面 207A および底面 207B にごく接近して位置決めされる。この位置につくと、近接ヘッド 203、205 は、ウエハ 207 の上面および底面に流体を施すことならびにウエハ 207 の上面および底面から流体を除去することができるウエハ処理メニスカス 1011A、1011B をウエハ 207 に接触させて生成するために、IPA ソース入口、DIW ソース入口、および真空ソース出口を用いることができる。ウエハ処理メニスカス 1011A、1011B は、図 7 に関して提供される説明にしたがって生成されてよく、この場合は、ウエハ 207 と近接ヘッド 203、205 との間の領域に、IPA 蒸気および DIW が入力される。IPA および DIW の入力と実質的に同時に、それらの IPA 蒸気、DIW、およびウエハ表面上にあるかもしれない流体を出力するために、ウエハ表面にごく接近して真空を施すことができる。代表的な実施形態では、IPA が用いられるが、任意の適切なアルコール蒸気、有機化合物、ヘキサノール、エチルグリコールなど、水と混ぜることができる任意のその他の適切なタイプの蒸気が用いられてよい。IPA に代わるものとして、ジアセトン、ジアセトンアルコール、1 - メトキシ - 2 - プロパノール、エチルグリコール、メチルピロリドン、エチルアセテート、2 - ブタノールが非限定的に挙げられる。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る。表面張力を低減させる流体は、2 つの表面間 (すなわち近接ヘッド 203、205 とウエハ 207 の表面との間) の表面張力勾配を増大させる働きをする。

【0049】

近接ヘッド 203、205 とウエハ 207 との間の領域にある部分の DIW は、動的液

体メニスカス１０１１Ａ、１０１１Ｂである。本明細書において使用される「出力」という用語は、ウエハ２０７と特定の近接ヘッド２０３／２０５との間の領域からの流体の除去を意味することができ、「入力」という用語は、ウエハ２０７と特定の近接ヘッド２０３／２０５との間の領域への流体の導入であることができる。

#### 【００５０】

図７は、本発明の一実施形態にしたがって、近接ヘッド２０３／２０５によって実施されえる代表的プロセスを示した説明図である。図７は、ウエハ２０７の上面２０７Ａが処理される様子を示しているが、プロセスは、ウエハ２０７の底面２０７Ｂについても実質的に同様な形で実現されえることがわかる。図７は、基板乾燥プロセスを例示しているが、その他の多くの作成プロセス（例えばエッチング、すすぎ、洗浄など）も、同様の形でウエハ表面に施されてよい。一実施形態では、ソース入口１１０７は、ウエハ２０７の上面２０７Ａにイソプロピルアルコール（ＩＰＡ）蒸気を施すために用いられてよく、ソース入口１１１１は、上面２０７Ａに脱イオン水（ＤＩＷ）を施すために用いられてよい。また、ソース出口１１０９は、上面２０７Ａの上または近くにあるかもしれない流体または蒸気を除去するために、上面２０７Ａにごく接近した領域に真空を施すために用いられてよい。

#### 【００５１】

少なくとも１つのソース入口１１０７が少なくとも１つのソース出口１１０９に隣接し、該少なくとも１つのソース出口１１０９がさらに少なくとも１つのソース入口１１１１に隣接する少なくとも１つの組み合わせが存在しさえすれば、ソース入口とソース出口は、任意の適切な組み合わせで用いられてよいことがわかる。ＩＰＡは、例えば、窒素キャリアガスの使用を通じて入力されるＩＰＡ蒸気の形態などの、任意の適切な形態をとってよい。さらに、本明細書では、ＤＩＷが用いられるが、例えば、その他の方式で浄化された水、洗浄用の流体、ならびにその他の処理用の流体および化学物質など、基板処理を可能するまたは向上させることが可能な任意のその他の適切な流体が用いられてよい。一実施形態では、ソース入口１１０７を通じてＩＰＡの流入１１０５が提供され、ソース出口１１０９を通じて真空１１１３が施され、ソース入口１１１１を通してＤＩＷの流入１１１５が提供される。ウエハ２０７上に流体膜が残留している場合は、ＩＰＡの流入１１０５によって基板表面に第１の流体圧力が印加されてよく、ＤＩＷの流入１１１５によって基板表面に第２の流体圧力が印加されてよく、そして、真空１１１３によって、基板表面上のＤＩＷ、ＩＰＡ、および流体膜を除去するために第３の流体圧力が印加されてよい。

#### 【００５２】

ウエハ表面２０７Ａ上への流体の流量を制御し、なおかつ施される真空を制御することによって、メニスカス１０１１Ａは、任意の適切な形で管理および制御されることがわかる。例えば、一実施形態では、ＤＩＷの流れ１１１５を増大させ、なおかつ／または真空１１１３を低減させることによって、ソース出口１１０９を通じた流出は、ほぼ全て、ＤＩＷと、ウエハ表面２０７Ａから除去されている流体になるであろう。別の実施形態では、ＤＩＷの流れ１１１５を減少させ、なおかつ／または真空１１１３を増大させることによって、ソース出口１１０９を通じた流出は、実質的に、ＤＩＷとＩＰＡとの混合と、ウエハ表面２０７Ａから除去されている流体になるであろう。

#### 【００５３】

ウエハ乾燥プロセスに続いて、ウエハ２０７は、例えばＭＴＭなどの外部モジュールに戻ることができる。一実施形態では、ウエハを外部モジュールに戻しはじめる前に、チャンバ１００内で以下の条件が満たされていることが望ましい。

- ・ 入口ドア１０１を下降させる前に、チャンバへの液体入力が停止されていることを確認する。
- ・ 入口ドア１０１が下降されていることを確認する。
- ・ 上側近接ヘッド２０３および下側近接ヘッド２０５が近接ヘッド・ドッキングステーション２０１上のそれらの定位置にあることを確認する。
- ・ チャンバ１００内の圧力が、チャンバ１００がウエハ２０７を受け取るために開かれた

ときにチャンバ１００内部空間が曝される外部モジュール内の圧力に十分に近いかどうかを確認する。一実施形態では、チャンバ１００内の十分に近い圧力は、外部モジュール圧力の±１０トル以内である。

・チャンバ１００内の酸素含有量が、チャンバ１００がウエハ２０７を受け取るために開かれたときにチャンバ１００内部空間が曝される外部モジュール内の酸素含有量に十分に近いかどうかを確認する。一実施形態では、チャンバ１００内の十分に近い酸素含有量は、外部モジュール酸素含有量の±５ppm以内である。

#### 【００５４】

ウエハを外部モジュールに戻すプロセスは、チャンバ１００を外部モジュールに対して閉じているロッカーバルブを開くことを含む。次いで、ウエハ乾燥位置からウエハを取り出すために、チャンバ内のとある位置へロボット式ウエハ取り扱い機器が挿入される。すると、安定化ローラ６０５は、その完全後退位置へ、ウエハ２０７のエッジから遠ざかるように移動される。次いで、駆動ローラ７０１は、それらの完全後退位置へ移動され、ウエハ２０７のエッジから遠ざけられる。この時点で、ウエハは、ロボット式取り扱い機器によって保持されている。ウエハを上保持したロボット式ウエハ取り扱い機器は、次いで、チャンバ１００から後退される。次いで、入口ドア１０１およびロッカーバルブが閉じられる。

#### 【００５５】

図８は、本発明の一実施形態にしたがって、クラスタ構成１２００を示した説明図である。クラスタ構成１２００は、制御雰囲気移送モジュール１２０１、すなわち管理式移送モジュール（MTM）１２０１を含む。MTM１２０１は、スロットバルブ１２０９Ｅによってロードロック１２０５に接続される。MTM１２０１は、ロードロック１２０５からウエハを取り出すことができるロボット式のウエハ取り扱い装置１２０３、すなわちエンドエフェクタ１２０３を含む。MTM１２０１は、それぞれのスロットバルブ１２０９Ａ、１２０９Ｂ、１２０９Ｃ、および１２０９Ｄを通じて幾つかのプロセスモジュール１２０７Ａ、１２０７Ｂ、１２０７Ｃ、および１２０７Ｄにも接続される。一実施形態では、処理モジュール１２０７Ａ～１２０７Ｄは、湿式の制御雰囲気処理モジュールである。湿式の制御雰囲気処理モジュール１２０７Ａ～１２０７Ｄは、不活性な制御雰囲気環境内でウエハの表面を処理するように構成される。MTM１２０３の不活性な制御雰囲気環境は、MTM１２０３に不活性ガスが注入されるとともにMTM１２０３から酸素が追い出されるように管理される。一実施形態では、無電解めっきチャンバ１００を、処理モジュールとしてMTM１２０３に接続することができる。例えば、図８は、処理モジュール１２０７Ａを、実際はドライイン・ドライアウト無電解めっきチャンバ１００であるとして示している。

#### 【００５６】

MTM１２０３から全部または大部分の酸素を除去し、それを不活性ガスで置き換えることによって、MTM１２０３は、処理されたばかりのウエハを、チャンバ１００内で無電解めっきプロセスを実施される前または後に露出させない移行環境を提供する。特定の実施形態では、その他の処理モジュール１２０７Ｂ～１２０７Ｄは、電気めっきモジュール、無電解めっきモジュール、ドライイン・ドライアウト湿式処理モジュール、またはウエハ表面もしくは特徴の上への層の塗布、形成、除去、もしくはは堆積、もしくははその他のウエハ処理を可能にするその他のタイプのモジュールであってよい。

#### 【００５７】

一実施形態において、チャンバ１００および例えばFHSなどのインターフェース機器の監視および制御は、処理環境に対して遠隔配置されたコンピュータシステム上で動作するグラフィカルユーザインターフェース（GUI）を通じて提供される。GUIにおける読み出しを提供するために、チャンバ１００内およびインターフェース機器内における様々なセンサが接続される。チャンバ１００内およびインターフェース機器内における電子的に作動される各制御は、GUIを通じて作動させることができる。GUIは、また、チャンバ１００内およびインターフェース機器内における様々なセンサ読み出しに基づいて

警告および警報を表示するように定められる。GUIは、さらに、プロセス状態およびシステム条件を示すように定められる。

【0058】

本発明のチャンバ100は、数々の有利な特徴を取り入れている。例えば、チャンバ100内への上側近接ヘッド203および下側近接ヘッド205の組み入れは、ドライイン-ドライアウトのウエハ無電解めっきプロセス機能をチャンバ100に提供する。ドライイン-ドライアウト機能は、チャンバ100をMTMに界接可能にし、ウエハ表面上における化学反応をより厳密に制御可能にし、チャンバ100の外側における化学物質の運搬を阻止する。

【0059】

チャンバ100の二重壁構成も、利点をもたらす。例えば、外側構造壁が、強度および界接精度を提供する一方で、内側ライナは、化学物質を外側構造壁に到達させないための化学的境界を提供する。外側構造壁は、真空境界を提供する役割を担うので、内側ライナは、真空境界を提供可能である必要はなく、したがって、プラスチックなどの不活性材料で作成することができる。また、内側壁は、チャンバ100の洗浄または再装備を促進するために取り外すことが可能である。また、外側壁の強度は、チャンバ100内で不活性雰囲気条件を達成するために必要とされる時間を短縮可能にする。

【0060】

チャンバ100は、チャンバ100内の雰囲気条件の制御を提供する。乾燥時における不活性雰囲気条件の使用は、表面張力勾配(STG: Surface Tension Gradient)の形成を可能にし、これは、ひいては、近接ヘッドプロセスを可能にする。例えば、近接ヘッド乾燥プロセス時におけるSTGの形成を助けるために、チャンバ100内に、二酸化炭素雰囲気条件を確立することができる。湿式プロセスチャンバ内、すなわち無電解めっきチャンバ内へのSTG乾燥、すなわち近接ヘッド乾燥の統合は、多段階プロセス機能を可能にする。例えば、多段階プロセスは、チャンバの上方領域での近接ヘッドによる前洗浄工程、チャンバの下側領域での無電解めっきプロセス、ならびにチャンバの上側領域での近接ヘッドによる後洗浄工程および乾燥工程を含んでよい。

【0061】

さらに、チャンバ100は、必要とされる無電解めっき溶液の量を最小に抑えることによって、シングルショット化学物質、すなわち一度の使用で廃棄される化学物質の使用を可能にするように構成される。また、ウエハ上への堆積前における電解質の活性化を制御するために、ユースポイント混合方式が実行に移される。これは、注入管を組み入れた混合マニホールドの使用によって達成され、この場合は、流体受けの吐出場所のできるだけ近くにおいて、注入管を取り巻く化学物質の流れに活性用の化学物質が注入される。これは、反応物の安定性を高め、欠陥を低減させる。また、チャンバ100の急冷すぎ機能は、ウエハ上における無電解めっき反応時間の更なる制御を提供する。チャンバ100は、さらに、流体受けの限られた体積内への「バックフラッシュ」化学物質の導入によって容易に洗浄されるように構成される。「バックフラッシュ」化学物質は、無電解めっき溶液によって導入される可能性のある金属汚染物質を除去するように配合される。その他の実施形態では、チャンバ100は、さらに、様々なタイプのin-situ計測法を取り入れるように構成することができる。また、一部の実施形態では、チャンバ100は、ウエハ上において無電解めっき反応を開始させるために、放射熱源または吸収熱源を含むことができる。

【0062】

本発明は、幾つかの実施形態の観点から説明されているが、当業者ならば、前述の説明を読み、図面を吟味することによって、これらの実施形態の様々な代替、追加、置換、および等価の形態を実現しえることがわかる。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ことを意図される。