

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5305316号  
(P5305316)

(45) 発行日 平成25年10月2日 (2013. 10. 2)

(24) 登録日 平成25年7月5日 (2013. 7. 5)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006. 01)

H O 1 L 21/302 1 O 4 H

H O 1 L 21/304 (2006. 01)

H O 1 L 21/304 6 4 5 C

請求項の数 27 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2007-85108 (P2007-85108)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成19年3月28日 (2007. 3. 28)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-266610 (P2007-266610A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成19年10月11日 (2007. 10. 11)	(74) 代理人	110001737
審査請求日	平成22年3月4日 (2010. 3. 4)		特許業務法人スズエ国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	11/390, 196	(74) 代理人	100091351
(32) 優先日	平成18年3月28日 (2006. 3. 28)		弁理士 河野 哲
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100087653
			弁理士 鈴江 正二
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッチング後の処理システムのためのガス分配システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理空間を含む処理チャンバと；

前記処理チャンバに結合され、プロセスガスを受けて、前記プロセスガスからラジカルを発生するように構成されたりモートラジカル発生システムと；

前記ラジカルを受け、前記処理空間内に前記ラジカルの流れを分配するように構成され、拡散体を備えた前記ガス分配システムと；

前記処理チャンバに結合され、前記処理チャンバの前記処理空間に前記基板を支持し、前記基板の温度を調整するように構成された台と；

前記処理チャンバに結合され、前記処理チャンバを排気するように構成された真空排気システムとを具備し、

前記拡散体は、前記ラジカル発生システムの出口に結合された拡散体入口と、前記処理チャンバの前記処理空間に結合された拡散体出口とを有し、実質的に円錐ボリュウムと、この拡散体内に位置された円錐の中央ボディであって拡散体出口に位置された前記円錐の中央ボディとを備えており、

前記円錐の中央ボディは、前記リモートラジカル発生システムから放射している前記ラジカルの流れの軸方向の運動量を拡散するように構成されている処理システム。

【請求項 2】

前記ガス分配システムは、前記円錐の中央ボディのダウンストリーム側の前記拡散体出口で前記拡散体に結合するガス分配プレートを更に具備し、

10

20

前記ガス分配プレートは、前記ガス分配プレートを通過する１つ以上の開口を有している請求項１の処理システム。

【請求項３】

前記ガス分配プレートは、前記ガス分配プレートに実質的に均等に分配される複数の開口を含んでいる請求項２の処理システム。

【請求項４】

前記ガス分配プレートは、前記ガス分配プレートに等しくなく分配される複数の開口を含んでいる請求項２の処理システム。

【請求項５】

前記ガス分配システムは、

前記拡散体入口と、前記拡散体出口との間の前記拡散体内に位置づけられ、前記ラジカル発生システムから前記ラジカルのフローによって実質的に位置合わせされる前記中央ボディを含む前記拡散体プレートを更に具備し、

前記ラジカルの前記フローは、前記処理空間へ前記中央ボディ周辺で前記拡散体を通過する請求項１の処理システム。

【請求項６】

前記拡散体プレートは、前記拡散体出口に位置づけられる請求項５の処理システム。

【請求項７】

前記拡散体プレートは、前記拡散体入口と、前記拡散体出口との実質的に中間に位置づけられる請求項５の処理システム。

【請求項８】

前記ガス分配システムは、前記拡散体プレートのダウンストリーム側の前記拡散体出口で前記拡散体に結合されるガス分配プレートを更に備え、

前記ガス分配プレートは、前記ガス分配プレートを通過する１つ以上の開口を含んでいる請求項７の処理システム。

【請求項９】

前記中央ボディは、１つ以上の支持アームで支えられている請求項５の処理システム。

【請求項１０】

前記中央ボディは、前記中央ボディと、前記拡散体の外壁との間の前記ガス分配プレートに形成される１つ以上の開口を有するガス分配プレートで支えられる請求項１の処理システム。

【請求項１１】

前記拡散体は、

前記拡散体入口のすぐ近くの第１のエントラント領域と、

前記拡散体出口のすぐ近くの第２のエントラント領域とを含み、

前記第１のエントラント領域の半角は、前記第２のエントラント領域の半角未満である請求項１の処理システム。

【請求項１２】

前記第１のエントラント領域の半角は、ほぼ４５度以下である請求項１１の処理システム。

【請求項１３】

前記第１のエントラント領域の半角は、ほぼ１５度以下である請求項１１の処理システム。

【請求項１４】

前記ガス分配システムは、前記第１のエントラント領域と、前記第２のエントラント領域との間の前記拡散体内に位置づけられる拡散体プレートを更に備え、

前記拡散体プレートは、前記ラジカル発生システムから前記ラジカルのフローによって実質的に位置合わせされる前記中央ボディを含み、

前記ラジカルの前記フローは、前記処理空間へ前記中央ボディ周辺で前記拡散体を通過する請求項１１の処理システム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 15】

前記ガス分配システムは、前記拡散体プレートのダウンストリーム側の前記拡散体出口で前記拡散体に結合されたガス分配プレートを更に備え、

前記ガス分配プレートは、前記ガス分配プレートを通して 1 つ以上の開口を含んでいる請求項 14 の処理システム。

## 【請求項 16】

前記中央ボディは、ディスクを含んでいる請求項 14 の処理システム。

## 【請求項 17】

前記中央ボディは、円錐構造を含んでいる請求項 14 の処理システム。

## 【請求項 18】

前記中央ボディは、1 つ以上の支持アームで支えられている請求項 14 の処理システム。

10

## 【請求項 19】

前記ガス分配システムは、前記拡散体出口で前記拡散体内に位置づけられる拡散体プレートを更に備え、

前記拡散体プレートは、前記ラジカル発生システムから前記ラジカルのフローによって実質的に位置合わせされる前記中央ボディを含み、

前記ラジカルの前記フローは、前記処理空間へ前記中央ボディ周辺で前記拡散体を通して請求項 11 の処理システム。

## 【請求項 20】

前記中央ボディは、前記中央ボディと、前記拡散体の外壁との間の前記ガス分配プレートに形成される 1 つ以上の開口を有する蒸気分配プレートで支えられる請求項 19 の処理システム。

20

## 【請求項 21】

前記台は、前記台の上面に形成される 1 つ以上の溝を有し、

少なくとも 1 つの前記 1 つ以上の溝は、前記台のエッジまで延びている請求項 1 の処理システム。

## 【請求項 22】

前記台は、前記基板の前記温度を制御するために、1 つ以上の加熱部材、もしくは 1 つ以上の冷却素子、またはそれらの組合せを含んでいる請求項 1 の処理システム。

30

## 【請求項 23】

前記ラジカル発生システムに結合され、前記ラジカル発生システムに前記プロセスガスを供給するように構成されたプロセスガス供給システムを更に具備する請求項 1 の処理システム。

## 【請求項 24】

前記プロセスガス供給システムは、 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 、 $N_2O$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ 、 $NH_3$ 、 $NF_3$ 、もしくは  $CF_4$ 、またはそれらの 2 つ以上の何らかの組合せの 1 つ以上を供給するように構成されている請求項 23 の処理システム。

## 【請求項 25】

前記処理チャンバに結合され、前記基板の周囲エッジを越えて流れていくラジカルのフローを妨げるために前記処理空間を囲むように構成されたエッジリングを更に具備する請求項 1 の処理システム。

40

## 【請求項 26】

前記エッジリングは、前記台の周囲エッジに結合された台エッジリングを含んでいる請求項 25 の処理システム。

## 【請求項 27】

前記処理チャンバに結合され、前記基板の周囲エッジを越えて流れていくラジカルのフローを妨げるために、前記処理空間を囲むように構成されたエッジリング更に具備し、

前記エッジリングは、前記ガス分配システムの周囲エッジに結合されたエッジリングを含んでいる請求項 1 の処理システム。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、本出願と同日付出願の出願中米国特許出願番号  $\times \times / \times \times \times$  ,  $\times \times \times$ 、代理人整理番号 287928US の名称「エッチング後の基板の残渣を除去する処理システム」、および本出願と同日付出願の出願中米国特許出願番号  $\times \times / \times \times \times$  ,  $\times \times \times$ 、代理人整理番号 287925US の名称「基板上の残渣を除去する方法」、と関連するものであり、これら全体の内容は、引用によってここに取り入れられるものである。

## 【0002】

本発明は、エッチングプロセス後の、基板の減少されたダメージのための処理処理システムに関し、特に、効率的に基板にラジカルを移送し、基板より上にラジカルを分配するように構成されたガス分配システムを有するエッチング後の処理システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0003】

半導体プロセス中の（ドライ）プラズマエッチングプロセスは、シリコン基板にパターニングされる微細線に沿った、またはビアまたはコンタクト内の材料を除去するかまたはエッチングを行うために利用されることができる。プラズマエッチングプロセスは、一般に上に横たわっているパターニングされた保護マスク層、例えばフォトレジスト層を有する半導体基板を処理チャンバに配置することを含む。一旦、基板がチャンバ内に配置されると、真空ポンプが周囲の処理圧力に到達するようにスロット調整されながら、イオン化可能な、解離性のガス混合は、予め指定された流量でチャンバ内に導入される。その後、存在するガス種の一部が、誘導的若しくは容量的のいずれかのラジオ周波数（RF）パワーの移送を介して、または、たとえば、電子サイクロトロン共鳴（ECR）を使用したマイクロ波パワーを介して、加熱された電子によってイオン化されるときにプラズマは、形成される。さらに、加熱された電子は、周囲のガス種のいくつかの種を解離させ、露出された表面をエッチングする化学に適した反応種（又は複数の反応種）を作成するために役に立つ。一旦、プラズマが形成されると、基板の選択された表面は、プラズマによってエッチングされる。プロセスは、基板の選択された領域内のさまざまな形態（例えばトレンチ、ビア、コンタクトなど）をエッチングするために望ましい反応物、および、イオン集団の適切な濃度を含む適切な条件を達成するように調整される。エッチングが必要であるこのような基板材料は、二酸化珪素（ $\text{SiO}_2$ ）、低誘電率（すなわち、low-k）誘電材料、ポリシリコン、および窒化シリコンを含む。一旦、パターンが、パターン化マスク層から、たとえばドライプラズマエッチングを用いて下地層に転写されると、フォトレジストの残っている層、およびエッチング後残渣は、アッシング（またはストリッピング）プロセスを介して除去される。例えば、従来のアッシングプロセスで、フォトレジストの残っている層を有する基板は、二原子酸素（ $\text{O}_2$ ）の導入、およびそのイオン化／解離から形成される酸素プラズマに曝される。しかしながら、基板に隣接した付近のプラズマの形成は、高エネルギー荷電粒子（例えばエネルギーを有する電子など）、および電磁（EM）放射（例えば紫外線（UV）放射）の制御されない曝露に至り得て、これらは、デバイス製造業者に容認できない下地層および／または構造にダメージを引き起こしかねない。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

本発明は、基板を処理するシステム、および、原子もしくは分子ラジカルで基板を処理するシステムに関する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

1つの実施形態に係る処理システムは、原子または分子ラジカルの流れを使用して、基板の残渣除去について記載される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

別の実施形態に係る処理システムは、処理空間と、処理チャンバに結合され、プロセスガスを受け、プロセスガスからラジカルを発生するように構成されたりモートラジカル発生システムと、処理空間内にラジカルを分配するように構成されたガス分配システムとを含む処理チャンバを具備する。ガス分配システムは、ラジカル発生システムの出口に結合された拡散体 ( d i f f u s e r ) 入口と、処理チャンバの処理空間に結合させた拡散体出口とを有する拡散体を含む。拡散体は、実質的に円錐ボリュームを含む。台は、処理チャンバに結合され、処理チャンバの基板を支持し、基板の温度を調整するように構成され、真空排気システムは、処理チャンバに結合され、処理チャンバを排気するように構成される。本発明の別の態様では、処理システムは、処理空間を含む処理チャンバと、前記処理チャンバに結合され、プロセスガスを受け、前記プロセスガスからラジカルを発生するように構成されたりモートラジカル発生システムとを含む。ラジカル送出システムは、前記処理空間内の前記ラジカルフローを受け、供給するように構成され、ここで、前記ラジカルシステムは、ダクト入口が前記ラジカル発生システムの出口に結合され、プレナムに結合させたダクトを有する。ガス分配プレートは、前記プレナムの出口に結合され、処理空間に前記ラジカルを分散させるように構成され、および、台は、前記処理チャンバに結合され、前記処理チャンバで基板を支持し、前記基板の温度を調整するように構成される。真空排気システムは、前記処理チャンバに結合され、前記処理チャンバを排気するように構成される。

10

## 【 0 0 0 7 】

本発明の別の態様は、処理空間を含む処理チャンバを有する処理システム、プロセスガスからラジカルを生成するための手段、および、前記ラジカルを処理空間に供給するための手段である。台は、前記処理チャンバに結合され、処理チャンバで基板を支持し、基板の温度を調整するように構成され、真空排気システムは、前記処理チャンバに結合され、前記処理チャンバを排気するように構成される。

20

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 0 8 】

以下の説明では、本発明の理解を容易にするために、および説明の目的のためであって限定されるものではない具体的な詳細、例えば処理システムの特定のジオメトリ、および、さまざまなプロセスの説明は、記載される。しかしながら、本発明が、これらの具体的な詳細から離れる他の実施形態においても実施されることができると理解されるべきである。

30

## 【 0 0 0 9 】

材料処理手順において、パターンエッチングは、光感応材料、例えばフォトレジストの薄膜層の、基板の上面への塗布を含み、この光感応材料は、エッチング中に基板の下層薄膜にこのパターンを転写するマスクを提供するために、その後パターニングされるものである。一般に感光材料をパターニングすることは、たとえば、マイクロリソグラフィシステムを使用して感光材料のレチクル ( および、関連した光学部品 ) を通した放射源によって露光されることを含み、そして、現像溶媒を使用して、感光材料 ( ポジ型フォトレジストの場合 ) の照射を受けた領域または非照射領域 ( ネガ型レジストの場合 ) の除去へと続

40

## 【 0 0 1 0 】

たとえば、図 1 A ~ 図 1 C に示すように、パターン 2 ( 例えば、パターニングされたフォトレジスト ) を有する光感応層 3 を含むマスクは、基板 5 の薄膜 4 に、形態パターンを転写するために利用されることができる。パターン 2 は、形態 6 を形成するために、例えば、ドライプラズマエッチングを使用して薄膜 4 に転写され、エッチング終了後、マスク 3 は除去される。従来は、マスク 3 は、ポリシリコンエッチングからのハロゲン残渣のような他の残渣と同様に、プラズマ、例えば酸素プラズマに基板を浸すことによって除去され、残っているマスク、および、エッチング後の残渣は、灰化される ( または剥離される ) 。しかしながら、感応性または精巧な構造または層を有する基板を、たとえば半導体製

50

造の前工程（F E O L）アプリケーションの間にドライクリーニングするとき、プラズマに直接さらすことは、エネルギーを有する（荷電の）パーティクル、電磁（E M）放射などの存在による有害な影響を有することとなり得る。

#### 【0011】

1つの実施形態に係る処理システム100は、基板125を支持するように構成された台120を有する処理チャンバ110を含んで図2に記載され、そこでは、処理プロセス、例えばエッチング後の処理プロセスは、実行される。基板125は、たとえば、半導体基板、ウェハ、または液晶ディスプレイであることができる。加えて、ラジカル発生システム115は、ラジカル送出システム140を介して、処理チャンバ110に結合される。

10

#### 【0012】

処理チャンバ110は、ダクトおよび圧力制御システム（例えば真空弁など）を介して真空排気システム170に更に結合され、そこにおいて、排気システム170は、基板125の処理プロセスを実行するのに適している圧力に、およびラジカル発生システム115のラジカルの生産に適している圧力に、処理チャンバ110、ラジカル送出システム140、およびラジカル発生システム115を排気するように構成されている。

#### 【0013】

なお図2を参照し、ラジカル発生システム115は、1つ以上のガス供給導管162を介してガス供給システム160から供給されたプロセスガスから原子ラジカルもしくは分子ラジカルまたはそれら両方を、離れて生成するように構成される。ラジカル発生システム115にて離れて形成されるラジカルは、ラジカル送出システム140を介して移送され、基板125より上の処理空間145に導入される。ラジカル送出システム140は、処理空間145にラジカルを導入し、一方でラジカルの流れに対して最小のインピーダンスを提供し、基板表面に到達する前にラジカルの再結合を抑制する。たとえば、ラジカル送出システムは、ダクト入口がラジカル発生システム115の出口に結合され、ダクト出口が処理チャンバ110に結合されたダクトを含むことができる。

20

#### 【0014】

ラジカル発生システム115は、基板125に対する最小のダメージで、化学的に何らかの残っているマスク層または残渣のフォトレジスト、エッチング後の残渣と反応し、除去するように構成された1つ以上の化学ラジカルを発生するように構成される。たとえば、ラジカル発生システム115は、酸素含有ガスもしくは弗素含有ガス、または両方を含んでいるプロセスガスから、酸素または弗素ラジカルを生成するように構成されたアップストリームプラズマソースを含むことができる。例えば、プロセスガスは、それぞれ、酸素（ $O_2$ ）、 $CO$ 、 $CO_2$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 、 $N_2O$ 、（またはさらに一般的に言えば、 $N_xO_y$ ）、 $N_2$ 、窒素三フッ化物（ $NF_3$ ）、 $NH_3$ 、 $O_3$ 、 $XeF_2$ 、 $ClF_3$ 、または $C_3F_8$ （またはさらに一般的に言えば、 $C_xF_y$ ）またはそれらの2つ以上の何らかの組合せを含むことができる。ラジカル発生システム115は、MKS Instruments社から市販されているASTeX（登録商標）製品（90 Industrial Way、ウィルミントン、MA 01887）であるアストロン（登録商標）反応性ガス発生器を含むことができる。

30

40

#### 【0015】

ラジカル発生システム115にプロセスガスを供給することに加えて、ガス供給システム160は、1つ以上のガス供給導管162を介してラジカル発生システム115に補助プロセスガスを供給するように、更に構成されることができる。補助プロセスガスは、ラジカル発生システム115にて形成されたラジカルの処理空間145への移送をアシストするためのキャリアガスとして利用されることができ、または、補助プロセスガスは、プロセスガスおよびプロセスガスから形成されたラジカルを希釈するように利用されることができる。補助ガスは、不活性ガス、例えば希ガス（すなわちHe、Ne、Ar、Kr、Xe）もしくは窒素（ $N_2$ ）またはそれらの組合せを含むことができる。たとえば、酸素（ $O_2$ ）を有するラジカル発生システム115への窒素の追加は、 $O_2$ の解離をアシスト

50

することができる。さらにまた、ガス供給システム 160 は、1 つ以上の補助ガス供給導管 164 を介して処理チャンバ 110 に直接補助プロセスガスを導入するように構成されることができる。

#### 【0016】

図示はしていないが、ガス供給システム 160 は、1 つ以上のガス供給源、1 つ以上のコントロールバルブ、1 つ以上のフィルタ、および/または 1 つ以上のマスフローコントローラを含むことができる。例えば、プロセスガスまたは補助プロセスガスの流量は、ほぼ 1 s c c m (標準状態の 1 分あたりの立方センチメートル) から、ほぼ 1 0 0 0 0 s c c m (または 1 分につき標準状態で 1 0 リットル、s l m) までの範囲とすることができる。たとえば、プロセスガスまたは補助プロセスガスの流量は、約 1 s l m から約 5 s l m までの範囲とすることができる。更なる実施例として、プロセスガスまたは補助プロセスガスの流量は、約 3 s l m から約 5 s l m までの範囲とすることができる。

10

#### 【0017】

ラジカル発生システム 115 からのダウストリームで、ラジカルは、ラジカル送出システム 140 を介し、処理チャンバ 110 内の処理空間 145 に流れる。ラジカル送出システム 140 は、温度を制御するために、気相ライン温度制御システム (図示せず) に結合されることができる。たとえば、温度は、ほぼ 20 からほぼ 100 までの範囲の値にセットされることができ、別の実施例として、温度は約 40 から約 80 までの範囲の値にセットされることができる。加えて、たとえば、ラジカル送出システム 140 は、約 50 リットル/秒を上回る高コンダクタンスによって特徴づけられることができる。

20

#### 【0018】

一旦ラジカルフローが処理空間 145 に入ると、ラジカルは、化学的に基板 125 の表面上の残渣と反応する。台 120 は、温度制御システム 130 に結合されている台 120 の中に埋め込まれた加熱部材 135 によって基板 125 の温度を上昇させるように構成される。加熱部材 135 は、抵抗加熱部材であることができ、または、加熱部材 135 は、熱電デバイスのアレイを含むことができる。基板ホルダ内の熱電デバイスの使用に対する付加的な詳細は、係属中の米国特許出願番号 10 / 809,787 号の名称「急速な温度変化および制御のための方法および装置」で提供され、その全体の内容は、参照によってここに取り入れられる。たとえば、温度制御システム 130 は、ほぼ 500 まで基板 125 の温度を上昇させるように構成されることができる。1 つの実施形態において、基板温度は、約 40 から約 500 までの範囲とすることができる。別の実施形態において、基板温度は、約 100 から約 300 までの範囲とすることができる。加えて、処理チャンバ 110 は、チャンバ壁の温度を制御するように構成された温度制御システム 130 に結合されることができる。

30

#### 【0019】

基板 125 の温度を上昇させることに加えて、台 120 は、処理の間、基板 125 を支持するように構成される。台 120 は、台 120 の上面およびおよび処理チャンバ 110 の移送面へ、およびその面から垂直に基板 125 を移動するために 3 つ以上のリフトピンを上下させることが可能なリフトピンアセンブリ (図示せず) を更に備えることができる。

40

#### 【0020】

リフトピンアセンブリにおいて、基板リフトピンは、共通のリフトピン部材に結合されることができ、台 120 の上面の下でまで降ろされることができる。

#### 【0021】

たとえば、電気駆動システム (電気ステッパモータ、およびねじ付きロッドを有する) または空気圧式駆動システム (エアシリンダを有する) を利用する駆動機構 (図示せず) は、共通のリフトピン部材を上下させる方法を提供する。基板 125 は、ゲートバルブ (図示せず) およびチャンバフィールドスルー通路を通して処理チャンバ 110 との間で移送されることができ、移送面で位置合わせされることができ、ロボット移送システム (図示せず) を介して、基板リフトピンによって受けられることができる。一旦基板 125 が

50

移送システムから受けられると、それは、基板リフトピンを降下させることによって台 120 の上面まで降ろされることができる。

【0022】

本発明の発明者は、エッチング後のクリーニングシステムのような従来の処理システムが、基板を保持する基板クランプ機構（例えば静電チャック）および／またはウェハの温度コントロールを容易にする基板裏面ガスフローシステムを含むことを認めている。このような形態が、本発明のいくつかの実施形態によって使用されることができる一方、本発明の発明者は、基板クランプ機構、および／またはウェハ裏面ガスフローは、エッチング後のクリーニングプロセスに対して、特にリモートラジカル発生器が使用されるところでは、必要でないとした。すなわち、本発明の発明者は、エッチング後のクリーニングシステムの台がコストを実質的に減少するために単純化されることができることを見いだした。したがって、本発明の1つの実施形態に係る処理システムは、クランプ機構を有しない台を含むか、裏面ガスフロー機構を有しないか、または、これらの形態のどちらも有しない。

10

【0023】

基板の台 120 上での移動またはスリップを防止するために、台 120 の上面は1つ以上の溝によって切り目をつけられることができる。そこにおいて、1つ以上の溝のうちの少なくとも1つは台のエッジに延びる。台 120 の上面に対する基板 125 の移動の間、台 120 の上面の1つ以上の溝は、たとえば、基板 125 の動き（またはすべり）を可能にすることができる潤滑層の形成を最小にする。1つ以上の溝のうちの少なくとも1つは、基板 125 の裏面と、台 120 の上面との間に閉じ込められ、潤滑層の形成が生じ得る雰囲気ガスの漏出を可能にするために台 120 のエッジまで延びる。

20

【0024】

さらに、台 120 の上面からの基板 125 の移動の間、まず最初に台 120 の上面から基板 125 を移動するとき、台 120 の上面の1つ以上の溝は、たとえば、台 120 に基板 125 のくっつき（吸込みによる）を最小にする。1つ以上の溝のうちの少なくとも1つは、基板リフトオフを容易にするために基板 125 の裏面と、台 120 の上面との間の雰囲気ガスの侵入を可能にするために、台 120 のエッジまで延びる。

【0025】

ここで図9～図11を参照し、いくつかの実施例は、1つ以上の溝を有する台の上面に切り目をつけて提供される。図9～図11に示されるいずれかの台構成は、ここで開示される処理システムのいずれにも使用されることができる。図9は、溝701の第1のレイと、実質的に矩形のパターンを形成する溝702の第2のレイとを有する台120を記載する。溝701の第1のレイと、溝702の第2のレイとは、互いに対して実質的に垂直で、台120の周囲エッジまで延びる。図10は、実質的に半径方向の溝801の第1のレイと、実質的に円形パターンを形成する実質的に円形溝802の第2のレイとを有する台120'を記載する。溝801の第1のレイと、溝802の第2のレイとは、実質的に互いに垂直であり、半径方向の溝801の第1のレイは、台120'の周囲エッジまで延びる。図11は、台120''の周囲エッジに延びる実質的に半径方向の溝901のレイを有する台120''を記載する。

30

40

【0026】

図2にて図示したように、排気ラインは、処理チャンバ110を真空排気システム170に接続する。真空排気システム170は、所望の真空度に処理チャンバ110を排気し、プロセスの間、処理チャンバ110からガス種を除去するための真空ポンプを含む。自動圧力コントローラ（APC）、および、オプションのトラップは、真空ポンプと直列に使用されることができる。真空ポンプは、ドライ荒引きポンプを含むことができる。別の形態として、真空ポンプは、1秒あたり5000リットル（および、より高い）まで、排気送り（feed）が可能なターボ分子ポンプ（TMP）を含むことができる。プロセス中、プロセスガス、もしくは補助プロセスガス、またはそれらの何らかの組合せは、処理チャンバ110に導入されることができ、チャンバ圧力は、APCによって調整されるこ

50



とができる。たとえば、チャンバ圧力は、ほぼ1 m T o r r からほぼ5 0 T o r r までの範囲とすることができ、更なる実施例で、チャンバ圧力は、約1 T o r r から約1 0 T o r r までの範囲とすることができ、A P C は、バタフライ形式バルブまたはゲートバルブを含むことができる。トラップは、処理チャンバ1 1 0 から副生成物を収集することができる。

#### 【0027】

加えて、処理システム1 0 0 内の何らかの部材は、セラミック材料、例えば酸化アルミニウムまたはイットリウム酸化物でコーティングされることができる。たとえば、何らかの部材は、 $Al_2O_3$ 、 $Sc_2O_3$ 、 $Sc_2F_3$ 、 $YF_3$ 、 $La_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ 、および、 $DyO_3$  からなる群から選択される材料でコーティングされることができる。

10

#### 【0028】

なお図2を参照し、処理システム1 0 0 は、処理システム1 0 0 の操作、および、その操作を制御するように構成されたコントロールシステム1 8 0 を更に含むことができる。コントロールシステム1 8 0 は、処理チャンバ1 1 0、台1 2 0、温度制御システム1 3 0、ラジカル発生システム1 1 5、ガス供給システム1 6 0、および真空排気システム1 7 0 に結合される。

#### 【0029】

コントロールシステム1 8 0 は、マイクロプロセッサ、メモリ、および、処理システム1 0 0 と通信し、処理システム1 0 0 からモニター出力と同様に処理システム1 0 0 の入力をアクティブにするために十分な制御電圧を生成することが可能なデジタル入出力ポートを含むことができる。

20

#### 【0030】

さらに、コントロールシステム1 8 0 は、処理チャンバ1 1 0、台1 2 0、温度制御システム1 3 0、ラジカル発生システム1 1 5、ガス供給システム1 6 0、および、真空排気システム1 7 0 に結合され、それらと情報を交換する。メモリに格納されたプログラムは、保存されたプロセスレシピによって処理システム1 0 0 の上記コンポーネントの制御に利用される。処理システムのコントロールシステム1 8 0 の1つの実施例は、テキサス、ダラスのデル社から入手可能なデルプレジジョンワークステーション6 1 0（登録商標）である。コントロールシステム1 8 0 は、また、汎用コンピュータ、デジタル信号プロセッサなどとして実行されることができる。

30

#### 【0031】

しかしながら、メモリに含まれる1つ以上の命令の1つ以上のシーケンスを実行しているプロセッサに応答して本発明の処理ステップに基づいてマイクロプロセッサの部分または全てを実行する汎用計算機システムとして、コントロールシステム1 8 0 は、実行されることができる。このような命令は、別のコンピュータの読み取り可能な媒体、例えばハードディスクまたはリムーバブルメディアドライブから、コントローラメモリに読み込まれることができる。マルチプロセッシング装置の1つ以上のプロセッサは、また、主メモリに含まれる命令のシーケンスを実行するために、コントローラマイクロプロセッサとして使用されることができる。代替の実施例では、配線による回路は、ソフトウェア命令の代わりにまたは結合して使用されることができる。したがって、実施形態は、ハードウェア回路、および、ソフトウェアの何らかの特定の組合せに限定されない。

40

#### 【0032】

本発明の教示に係るプログラムされた命令を保持するために、および、本発明を実施するのに必要であるデータ構造、テーブル、レコード、または他のデータを保存するために、コントロールシステム1 8 0 は、少なくとも1つのコンピュータ読み取り可能な媒体またはメモリ、例えばコントローラメモリを有する。コンピュータ読み取り可能なメディアの実施例は、コンパクトディスク、ハードディスク、フロッピー（登録商標）ディスク、テープ、光磁気ディスク、PROM（EPROM、EEPROM、フラッシュEPROM）、DRAM、SRAM、SDRAM、または、他のいかなる磁気媒体、コンパクトディスク（例えばCD ROM）、または他のいかなる光学的媒体、パンチカード、紙テープ

50

、または、孔パターンを有する他の物理メディア、搬送波 (carrier wave) (以下に記載する)、またはコンピュータが読むことができる他のいかなる媒体でもある。

#### 【0033】

コンピュータ読み取り可能なメディアのどれかの、または組合せに保存された本発明は、コントロールシステム180を制御するための、本発明を実施するためのデバイスまたは複数のデバイスを駆動するための、および/またはコントローラが人間のユーザと相互に作用することを可能にするためのソフトウェアを含む。このようなソフトウェアは、デバイスドライバ、オペレーティングシステム、開発ツール、および、アプリケーションソフトを含むが、これらに限定されるものではない。このようなコンピュータ読み取り可能なメディアは、本発明を実施する際に実行されるプロセスの全部又は一部(もしプロセスが分配されるならば)を実行するための本発明のコンピュータプログラム製品を更に含む。

10

#### 【0034】

本発明のコンピュータコードデバイスは、スクリプト、解釈可能な(interpretable)プログラム、ダイナミックリンクライブラリ(DLL)、Java(登録商標)クラス、および、完成した(complete)実行可能プログラムを含むがこれに限定されない何らかの解釈可能な、または実行可能コードメカニズムであることができる。さらに、本発明のプロセスの部分は、より良好な性能、信頼性、および/または費用のために分配されることができる。

20

#### 【0035】

ここで使用する用語「コンピュータ読み取り可能な媒体」は、実行のためのコントロールシステム180のプロセッサに命令を提供する際に関係する何らかの媒体を指す。コンピュータ読み取り可能な媒体は、不揮発性のメディア、揮発性のメディア、および、伝送メディアを含むがこれに限定されるものではない多くの形態をとることができる。不揮発性のメディアは、たとえば、光学的、磁氣的ディスク、および、光磁気ディスク、例えばハードディスクまたはリムーバブルメディアドライブを含む。揮発性のメディアは、ダイナミックメモリ、例えば主メモリを含む。さらに、コンピュータ読み取り可能なメディアの多数の形態は、実行のためのコントローラのプロセッサに1つ以上の命令の1つ以上のシーケンスを実行する際に含まれることができる。たとえば、命令は、まず最初にリモートコンピュータの磁気ディスク上に移動されることができる。リモートコンピュータは、遠く離れて、本発明の全てまたは一部を実施するための命令をダイナミックメモリへロードすることができ、コントローラ180にネットワーク上で命令を送ることができる。

30

#### 【0036】

コントロールシステム180は、処理システム100に対して近くで位置づけられることができ、または、それは、インターネットまたはイントラネットを介して処理システム100に対して遠く離れて位置づけられることができる。したがって、コントロールシステム180は、直接接続、イントラネット、またはインターネットの少なくとも1つを使用して処理システム100とデータを交換することができる。コントロールシステム180は、顧客サイト(すなわちデバイスメーカーなど)でイントラネットに接続することができ、またはベンダーサイト(すなわち装置製造業者)で、イントラネットに接続することができる。さらにまた、別のコンピュータ(すなわちコントローラ、サーバなど)は、直接接続、イントラネット、またはインターネットの少なくとも1つを介してデータを交換するために、コントロールシステム180にアクセスすることができる。

40

#### 【0037】

上記の如く、図2の処理システム100は、処理チャンバ内の基板にラジカルのリモート生成、および、このようなラジカルを送出を提供する。このような構成は、基板の付近の高エネルギーに電荷したパーティクルによって引き起こされ得る基板へのダメージを最小にする一方で、基板の処理、例えばエッチング後のクリーニングを可能とする。しかしながら、リモートラジカル発生器の使用は、基板の処理速度を低下させることとなり得て

50

、および/または基板の不均一性処理を生じることとなり得る。本発明の発明者は、基板での処理速度に影響を及ぼすラジカル速度の再結合として同様に、ラジカル送出システムのジオメトリのような設計特徴がラジカルの一様分布に影響を及ぼすことができることを見いだした。通常、基板表面に対するラジカル妨げられてない流れは、処理速度を改良するように再結合を減少するが、処理の不均一性を提供する。逆にいえば、ガス流れに対する障害(例えば分配プレート)を提供することは、均一性を改良することができるが、処理速度を減少することになり得る。したがって、本発明の実施形態は、均一な基板処理および/または基板処理速度を制御する異なるラジカル送出システムを含む。

【0038】

ここで図3を参照し、処理システム200は、別の実施形態に係るものを示す。処理システム200は、たとえば、図2の実施形態に類似したものであることができ、そこにおいて、同じであるか同様のコンポーネントを示すように、同様の参照番号を付す。処理システム200は、ダクト242を介してラジカル発生システム115の出口に結合されたガス分配プレナム244を有するラジカル送出システム240を備えている。ガス分配プレナムは、ガス分配プレート246に形成された複数の開口を介して処理空間245内に、ダクト242から受けとったラジカルを分配する。ガス分配プレナム244は、実質的に円筒状ボリュームを備えている。

【0039】

ガス分配プレート246は、ほぼ1個の開口からほぼ1000個の開口までの数の範囲として、望ましくは、ほぼ10個の開口からほぼ100個の開口までの数の範囲としての複数の開口を有して設計されていることができる。加えて、たとえば、ガス分配プレート246は、複数の開口を有して設計されていることができ、そして、各々の開口が、ほぼ1mmからほぼ100mmまでの範囲として、望ましくは、ほぼ4mmからほぼ10mmまでの範囲とする直径を有する。さらにまた、たとえば、ガス分配プレート246は、複数の開口を有して設計されていることができ、そして、各々の開口が、ほぼ1mmからほぼ100mmまでの範囲として、および、望ましくは、ほぼ2mmからほぼ20mmまで範囲とする長さを有する。

【0040】

1つの実施形態において、1つ以上の開口は、ガス分配プレート246に均一に分配される。別の形態として、もう一つの実施例では、1つ以上の開口の分配は、均一でない。たとえば、ガス分配プレート246の中央域の範囲内よりも多くの開口が、ガス分配プレート246の周辺領域内にあることができる。

【0041】

ガス分配プレート246は、アルミニウムまたは陽極処理アルミニウムのような金属、またはセラミックで製作されることができる。たとえば、ガス分配プレート246は、石英、シリコン、窒化シリコン、炭化珪素、アルミナ、窒化アルミニウムなどから製作されることができる。加えて、ガス分配プレート246は、セラミック材料、例えば酸化アルミニウムまたはイットリウム酸化物でコーティングされることができる。たとえば、ガス分配プレート246は、 $Al_2O_3$ 、 $Sc_2O_3$ 、 $Sc_2F_3$ 、 $YF_3$ 、 $La_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ 、および、 $DyO_3$ からなる群から選択される材料でコーティングされることができる。

【0042】

ここで図4を参照して、処理システム300は、別の実施形態に係るものが示される。そこにおいて、処理システム300は、たとえば、図2の実施形態に同様であることができ、似た参照番号が、同じであるか同様のコンポーネントを示すように付される。処理システム300は、ラジカル発生システム115の出口に結合されたガス拡散体344を有するラジカル送出システム340を備えている。ガス拡散体344は、ガス拡散体(gas diffuser)344の出口に結合するガス分配プレート346に形成された複数の開口を介して処理空間345内にラジカル発生システム115から受け取られたラジカルを分配する。たとえば、ガス拡散体344は、実質的に円錐ボリュームを含む。加え

て、たとえば、図 4 に示すように、ガス拡散体 3 4 4 は、第 2 のエントラント領域 3 4 3 に結合された第 1 のエントラント領域 3 4 2 を含むことができる。第 1 のエントラント領域 3 4 2、および、第 2 のエントラント領域 3 4 3 は、たとえば、実質的に円錐であることができる。そこにおいて、第 1 のエントラント領域 3 4 2 の半角 (half angle) は、第 2 のエントラント領域 3 4 3 の半角未満である。たとえば、第 1 のエントラント領域 3 4 2 の半角は、ほぼ 45 度以下であることができる。別の形態として、たとえば、第 1 のエントラント領域 3 4 2 の半角は、ほぼ 20 度以下であることができる。あるいは、まだ、たとえば、第 1 のエントラント領域 3 4 2 の半角は、ほぼ 15 度以下であることができる。ガス分配プレート 3 4 6 は、たとえば、図 3 の実施形態に同様であることができる。

10

#### 【0043】

ここで図 5 を参照して、処理システム 4 0 0 は、別の実施形態に係るものが記載されている。処理システム 4 0 0 は、たとえば、図 2 の実施形態に同様であることができ、そこにおいて、類似の参照番号が、同じであるか同様のコンポーネントを示すように付されている。処理システム 4 0 0 は、ラジカル発生システム 1 1 5 の出口に結合されたガス拡散体 4 4 4 を有するラジカル送出システム 4 4 0 を備えている。ガス拡散体 4 4 4 は、処理空間 4 4 5 内にラジカル発生システム 1 1 5 から受け取られたラジカルを分配する。たとえば、ガス拡散体 4 4 4 は、実質的に円錐ボリュームを含む。加えて、たとえば、図 5 に示すように、ガス拡散体 4 4 4 は、第 2 のエントラント領域 4 4 3 に結合された第 1 のエントラント領域 4 4 2 を含むことができる。第 1 のエントラント領域 4 4 2、および、第 2 のエントラント領域 4 4 3 は、たとえば、実質的に円錐であることができ、そこにおいて、第 1 のエントラント領域 4 4 2 の半角は、第 2 のエントラント領域 4 4 3 の半角未満である。たとえば、第 1 のエントラント領域 4 4 2 の半角は、ほぼ 45 度以下であることができる。別の形態として、たとえば、第 1 のエントラント領域 4 4 2 の半角は、ほぼ 20 度以下であることができる。あるいは、まだ、たとえば、第 1 のエントラント領域 4 4 2 の半角は、ほぼ 15 度以下であることができる。

20

#### 【0044】

ここで図 6 A および図 6 B を参照して、処理システム 5 0 0 は、別の実施形態に係るものが記載されている。そこにおいて、処理システム 5 0 0 は、たとえば、図 2 の実施形態に同様であることができ、類似の参照番号が、同じであるか同様のコンポーネントを示すように付されている。処理システム 5 0 0 は、ラジカル発生システム 1 1 5 の出口に結合されたガス拡散体 5 4 4 を有するラジカル送出システム 5 4 0 を含む。ガス拡散体 5 4 4 は、処理空間 5 4 5 内にラジカル発生システム 1 1 5 から受け取られるラジカルを分配する。たとえば、ガス拡散体 5 4 4 は、実質的に円錐ボリュームを含む。加えて、たとえば、図 6 A に示すように、ガス拡散体 5 4 4 は、第 2 のエントラント領域 5 4 3 に結合された第 1 のエントラント領域 5 4 2 を含むことができる。第 1 のエントラント領域 5 4 2、および、第 2 のエントラント領域 5 4 3 は、たとえば、実質的に円錐であることができる。そこにおいて、第 1 のエントラント領域 5 4 2 の半角は第 2 のエントラント領域 5 4 3 の半角未満である。たとえば、第 1 のエントラント領域 5 4 2 の半角は、ほぼ 45 度以下であることができる。別の形態として、たとえば、第 1 のエントラント領域 5 4 2 の半角は、ほぼ 20 度以下であることができる。あるいは、たとえば、第 1 のエントラント領域 5 4 2 の半角は、ほぼ 15 度以下であることができる。

30

40

#### 【0045】

図 6 A および図 6 B に示すように、拡散体プレート 5 4 6 は、第 1 のエントラント領域 5 4 2 の出口と、ガス拡散体 5 4 4 の第 2 のエントラント領域 5 4 3 の入口との間に位置づけられる。別の形態として、拡散体プレート 5 4 6 は、ガス拡散体 5 4 4 の第 2 のエントラント領域 5 4 3 の出口に位置づけられる。拡散体プレート 5 4 6 は、中央ボディ 5 4 8、例えばディスクを含み、そして、1 つ以上の支持アーム 5 4 7 (2 本の支持アームは、図 6 B に示される) で支えられ、そして、ラジカルが流れることができる 1 つ以上の通路 5 4 9 (2 つの通路は、図 6 B に示される) を残している。中央ボディ 5 4 8 は、円形

50

、矩形、または何らかの形状であることができ、ラジカル発生システム 1 1 5 の出口から放射しているガス流れの軸方向の運動量を拡散するように構成される。任意に、図 4 にて図示したように、ガス分配プレートは、また、拡散体プレート 5 4 6 のダウンストリームに使用されることができる。

【 0 0 4 6 】

拡散体プレート 5 4 6 は、アルミニウムまたは陽極処理アルミニウムのような金属、またはセラミックで製作されることができる。たとえば、拡散体プレート 5 4 6 は、石英、シリコン、窒化シリコン、炭化珪素、アルミナ、窒化アルミニウムなどから製作されることができる。加えて、拡散体プレート 5 4 6 は、セラミック材料、例えば酸化アルミニウムまたはイットリウム酸化物でコーティングされることができる。たとえば、拡散体プレート 5 4 6 は、 $Al_2O_3$ 、 $Sc_2O_3$ 、 $Sc_2F_3$ 、 $YF_3$ 、 $La_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ 、および、 $DyO_3$  からなる群から選択される材料でコーティングされることができる。

【 0 0 4 7 】

ここで図 7 を参照して、処理システム 6 0 0 は、別の実施形態に係るものが記載される。そこにおいて、処理システム 6 0 0 は、たとえば、図 2 の実施形態に同様であることができ、類似の参照番号が、同じであるか同様のコンポーネントを示すように付される。処理システム 6 0 0 は、ラジカル発生システム 1 1 5 の出口に結合されたガス拡散体 6 4 4 を有するラジカル送出システム 6 4 0 を含む。ガス拡散体 6 4 4 は、処理空間 6 4 5 内にラジカル発生システム 1 1 5 から受け取られたラジカルを分配する。たとえば、ガス拡散体 6 4 4 は、実質的に円錐ボリュームを含む。加えて、たとえば、図 7 に示すように、ガス拡散体 6 4 4 は、第 2 のエントラント領域 6 4 3 に結合された第 1 のエントラント領域 6 4 2 を含むことができる。第 1 のエントラント領域 6 4 2、および、第 2 のエントラント領域 6 4 3 は、たとえば、実質的に円錐であることができる。そこにおいて、第 1 のエントラント領域 6 4 2 の半角は第 2 のエントラント領域 6 4 3 の半角未満である。たとえば、第 1 のエントラント領域 6 4 2 の半角は、ほぼ 4 5 度以下であることができる。別の形態として、たとえば、第 1 のエントラント領域 6 4 2 の半角は、ほぼ 2 0 度以下であることができる。あるいは、たとえば、第 1 のエントラント領域 6 4 2 の半角は、ほぼ 1 5 度以下であることができる。

【 0 0 4 8 】

図 7 に示すように、拡散体プレート 6 4 6 は、第 1 のエントラント領域 6 4 2 の出口と、ガス拡散体 6 4 4 の第 2 のエントラント領域 6 4 3 の入口との間に位置づけられる。別の形態として、拡散体プレート 6 4 6 は、ガス拡散体 6 4 4 の第 2 のエントラント領域 6 4 3 の出口に位置づけられる。拡散体プレート 6 4 6 は、たとえば、図 6 A および図 6 B に示される拡散体プレート 5 4 6 に類似して設計されることができる；しかしながら、それは、2 本以上の支持アームで支えられる円錐中央ボディ 6 4 7 を更に備えることができ、そして、ラジカルが流れることができる 2 つ以上の通路を残すことができる。円錐拡散体ボディ 6 4 7 は、円形、矩形、または何らかの形状であることができ、ラジカル発生システム 1 1 5 のアウトプットから放射しているガス流れの軸方向の運動量を拡散するように構成される。任意に、図 4 にて図示したように、ガス分配プレートは、また、拡散体プレート 6 4 6 のダウンストリームに使用されることができる。

【 0 0 4 9 】

ここで図 8 A および図 8 B を参照して、処理システム 7 0 0 は、別の実施形態に係るものが記載される。処理システム 7 0 0 は、たとえば、図 2 の実施形態に同様であることができ、そこにおいて、類似の参照番号が同じであるか同様のコンポーネントを示すように付される。処理システム 7 0 0 は、ラジカル発生システム 1 1 5 の出口に結合されたガス拡散体 7 4 4 を有するラジカル送出システム 7 4 0 を含む。ガス拡散体 7 4 4 は、処理空間 7 4 5 内にラジカル発生システム 1 1 5 から受け取られたラジカルを分配する。たとえば、ガス拡散体 7 4 4 は、実質的に円錐ボリュームを含む。加えて、たとえば、図 8 A に示すように、ガス拡散体 7 4 4 は、第 2 のエントラント領域 7 4 3 に結合された第 1 のエントラント領域 7 4 2 を含むことができる。第 1 のエントラント領域 7 4 2、および、第

2のエントラント領域743は、たとえば、実質的に円錐であることができる。そこにおいて、第1のエントラント領域742の半角は、第2のエントラント領域743の半角未満である。たとえば、第1のエントラント領域742の半角は、ほぼ45度以下であることができる。別の形態として、たとえば、第1のエントラント領域742の半角は、ほぼ20度以下であることができる。あるいは、たとえば、第1のエントラント領域742の半角は、ほぼ15度以下であることができる。

#### 【0050】

図8Aおよび図8Bに示すように、拡散体プレート746は、ガス拡散体744の第2のエントラント領域743の出口に位置づけられる。拡散体プレート746は、たとえば、図7に示される拡散体プレート646に類似して設計されることができる。拡散体プレート746は、1つ以上の支持アームで支えられる円錐中央ボディ747を含み、そして、ラジカルが流れることができる1つ以上の通路を残すことができる。別の形態として、拡散体プレート746は、円錐中央ボディ747を支持するように構成された蒸気(vapor)分配プレートを含み、そこにおいて、複数の開口749は、円錐中央ボディ747のベースと、ガス拡散体744の第2のエントラント領域743の内壁との間の拡散体プレート746の周辺領域を通して形成される。円錐の中央ボディ747は、円形、矩形、または何らかの形状であることができ、ラジカル発生システム115のアウトプットから放射しているガス流れの軸方向の運動量を拡散するように構成される。

#### 【0051】

なお図8Aおよび図8Bを参照し、処理システム700は、真空排気システム170に対する基板125の周囲エッジを越えていくプロセスガスの流れを妨げるために、台エッジリング750、および/もしくは拡散体プレートエッジリング752、または両方を更に備える。台エッジリング750、もしくは拡散体プレートエッジリング752、または両方は、ほぼ10%からほぼ80%までのどこかで、望ましくは、ほぼ20%からほぼ50%までのどこかで、基板125の周囲エッジでフロースロー(flow through)空間を減少するように構成されることができる。これは、基板全体のラジカルのより均一な分配を提供することができ、および/または、基板の処理速度を改良することができる。

#### 【0052】

台エッジリング750、もしくは拡散体プレートエッジリング752、または両方は、アルミニウムまたは陽極処理アルミニウムのような金属、またはセラミックで製作されることができる。たとえば、各々のリングは、石英、シリコン、窒化シリコン、炭化珪素、アルミナ、窒化アルミニウムなどから製造されることができる。加えて、各々のリングは、セラミック材料、例えば酸化アルミニウムまたはイットリウム酸化物でコーティングされることができる。たとえば、各々のリングは、 $Al_2O_3$ 、 $Sc_2O_3$ 、 $Sc_2F_3$ 、 $YF_3$ 、 $La_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ 、および、 $DyO_3$ からなる群から選択される材料でコーティングされることができる。

#### 【0053】

図12は、実施形態に係る基板から残渣を除去する方法のフローチャートを示す。フローチャート1000は、残渣を有する基板を処理チャンバの台に配置することに関する1010で開始する。台は、図9～図11の台構成のいずれかであることができ、処理チャンバは、図2～図8に記載されたどれか1つ、またはそれらのどれかの組み合わせを含むことができる。残渣は、エッチングプロセスから残渣を含むことができる。

#### 【0054】

1020において、プロセスガスは、処理チャンバに結合されたラジカル発生チャンバに導入される。プロセスガスは $N_xO_y$ を含み、そこにおいて、 $x$ および $y$ は、1以上の整数である。プロセスガスは、 $NO$ 、 $N_2O$ もしくは $NO_2$ の1つ以上、またはそれらの2つ以上の組合せを含んでいる。望ましくは、プロセスガスは $N_2O$ を含み、そして、ここで開示されたようなりモトラジカル発生システムを使用するときに、それは、良好な処理速度を提供すると予想される。 $N_xO_y$ ガスは、後述するように $N_2$ および/また

10

20

30

40

50

は $O_2$ ガスの有無にかかわらず使用されることができる。別の形態として、プロセスガスは、酸素含有ガス、例えば $O_2$ 、 $CO$ 、もしくは $CO_2$ またはそれらの2つ以上の組合せを更に含む。本発明の発明者は、酸素含有ガスが基板にダメージを与える可能性のために（特にFEOLOペレーションにおいて）、局所的プラズマに対して好ましくなくなる一方、ダメージを最小にしながら、リモートラジカル発生装置で使用される酸素含有ガスが基板の処理速度を容易にできると認識した。別の形態として、プロセスガスは、窒素含有ガス、例えば $N_2$ 、 $NH_3$ もしくは $NF_3$ またはそれらの2つ以上の組合せを更に含む。別の形態として、プロセスガスは、ハロゲン含有ガス、例えば $C_xF_y$ を更に含む、そこにおいて、 $x$ および $y$ は1以上の整数である。あるいは、まだ、プロセスガスは、 $N_2$ 、および、 $O_2$ を更に含む。あるいは、まだ、プロセスガスは、 $N_2O$ 、 $N_2$ 、および、 $O_2$ から成る。別の形態として、プロセスガスは、不活性ガス、例えば希ガスを更に含む。

10

#### 【0055】

たとえば、プロセスパラメータ空間は、約1～約10 Torrのチャンバ圧力、約3 s 1 mから約5 s 1 mまでの範囲のプロセスガス流量、および、約100 から約300までの範囲の台の温度を含むことができる。

#### 【0056】

1030において、プロセスガスのラジカルは、ラジカル発生チャンバにおいて形成される。ラジカルは、プラズマを形成し、プロセスガスの解離を引き起こすことによって形成されることができる。別の形態として、プロセスガスを解離させることの他の技術は、電磁（EM）放射、例えば紫外線（UV）放射を含み、使用されることができる。

20

#### 【0057】

1040において、プロセスガスから形成されるラジカルは、ラジカル発生チャンバから処理チャンバまで移送される。たとえば、ラジカルは、図2～図8に記載されたラジカル送出システムのどれか、またはそれらの何らかの組合せを介して移送されることができる。

#### 【0058】

1050において、基板はラジカルの流れに曝され、残渣は、除去される。ラジカル発生チャンバのプラズマに曝されない一方、基板は、ラジカルに曝されることができる。

#### 【0059】

本発明の特定の実施形態だけが、上で詳述されたが、当業者は、本発明の新規進歩の事項から逸脱することなく実施形態において多数の変更態様が可能であることを容易に理解することができる。したがって、全てのこのような変更態様は、本発明の範囲内に含まれることを目的とする。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0060】

【図1A】薄膜をパターンエッチングするための手順の概略表現を示す図である。

【図1B】薄膜をパターンエッチングするための手順の概略表現を示す図である。

【図1C】薄膜をパターンエッチングするための手順の概略表現を示す図である。

【図2】本発明の1つの実施形態に係る処理システムの概略図を示す図である。

40

【図3】本発明の他の実施形態に係る処理システムの概略図を示す図である。

【図4】本発明の他の実施形態に係る処理システムの概略図を示す図である。

【図5】本発明の他の実施形態に係る処理システムの概略図を示す図である。

【図6A】本発明の他の実施形態に係る処理システムの概略図を示す図である。

【図6B】本発明の他の実施形態に係る処理システムの概略図を示す図である。

【図7】本発明の他の実施形態に係る処理システムの概略図を示す図である。

【図8A】本発明の他の実施形態に係る処理システムの概略図を示す図である。

【図8B】本発明の他の実施形態に係る処理システムの概略図を示す図である。

【図9】本発明の1つの実施形態に係る基板ホルダの上面の平面図を示す図である。

【図10】本発明の他の実施形態に係る基板ホルダの上面の平面図を示す図である。

50

【図 1 1】本発明の他の実施形態に係る基板ホルダの上面の平面図を示す図である。

【図 1 2】本発明の 1 つの実施形態に係る基板上の残渣を除去する方法を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 6 1 】

1 0 0 ... 処理システム、 1 1 5 ... ラジカル発生システム、 1 2 0 ... 台、 1 2 5 ... 基板、 1 3 0 ... 温度制御システム、 1 3 5 ... 加熱部材、 1 4 0 ... ラジカル送出システム、 1 4 5 ... 処理空間、 1 6 0 ... ガス供給システム、 1 6 2 ... ガス供給導管、 1 6 4 ... 補助ガス供給導管、 1 7 0 ... 真空排気システム、 1 8 0 ... コントロールシステム、 2 0 0 ... 処理システム。

【図 1 A】

図 1A

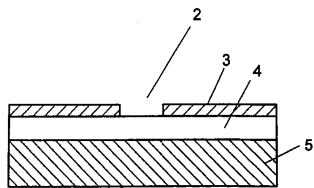


FIG. 1A

【図 1 B】

図 1B

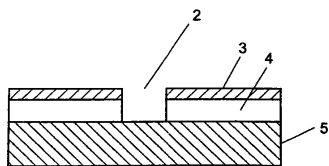


FIG. 1B

【図 1 C】

図 1C

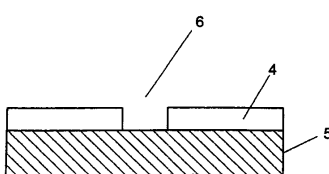


FIG. 1C

【図 2】

図 2

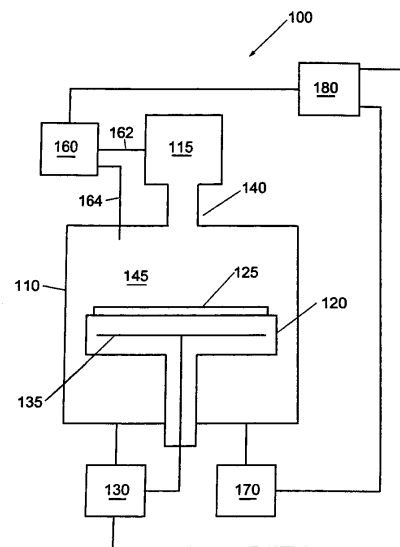


FIG. 2



【図 3】

図 3

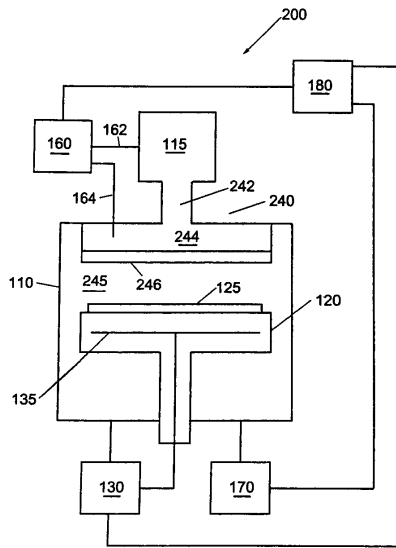


FIG. 3

【図 4】

図 4

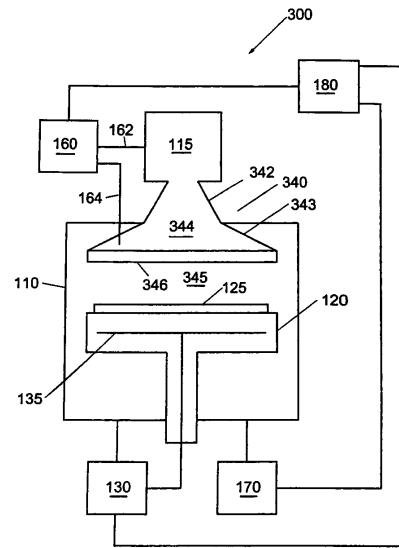


FIG. 4

【図 5】

図 5

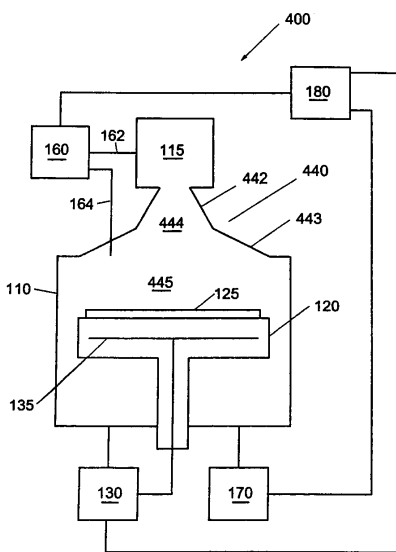


FIG. 5

【図 6 A】

図 6A

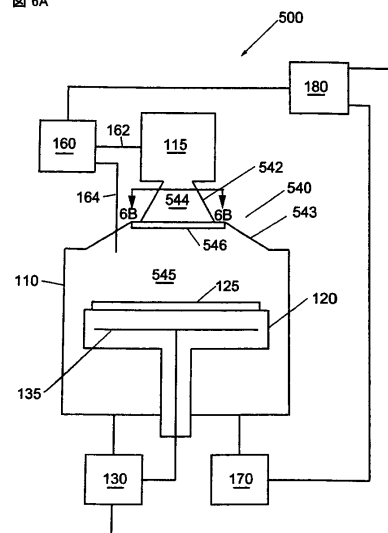


FIG. 6A

【図 6 B】

図 6B

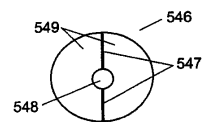


FIG. 6B

【図 7】

図 7

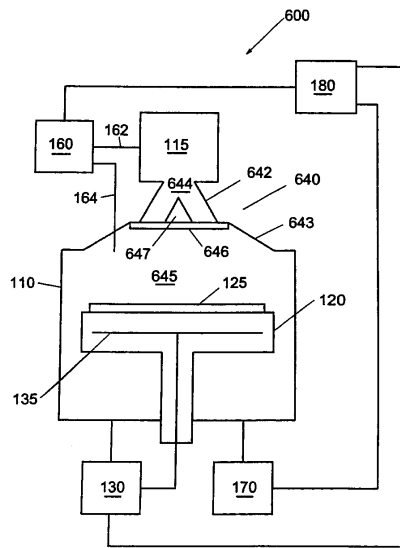


FIG. 7

【図 8 A】

図 8A

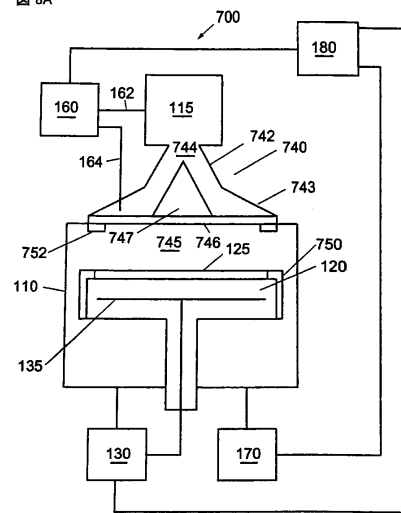


FIG. 8A

【図 8 B】

図 8B

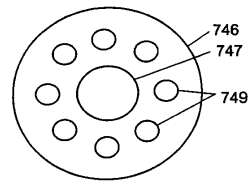


FIG. 8B

【図 9】

図 9

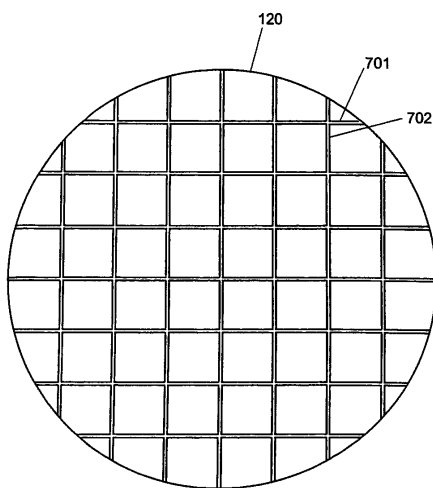


FIG. 9

【図 10】

図 10

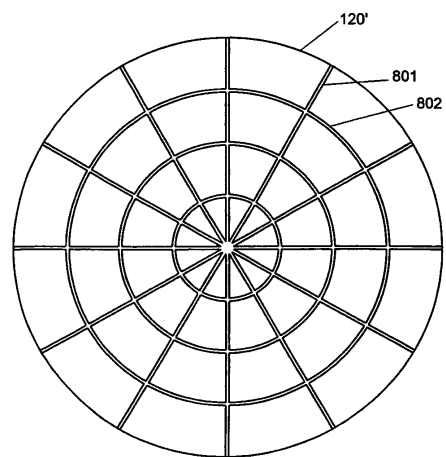


FIG. 10

【図 11】

図 11

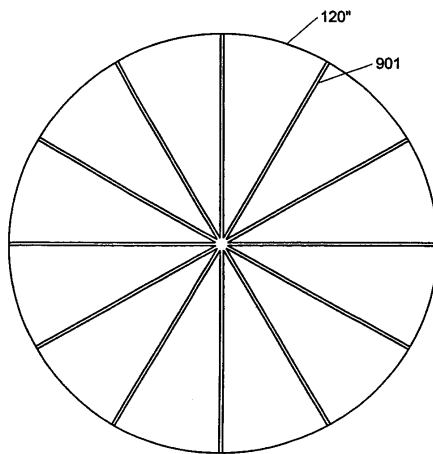


FIG. 11

【図 12】

図 12

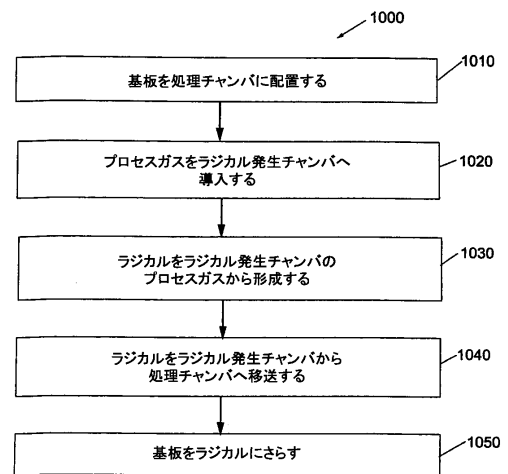


FIG. 12

## フロントページの続き

- (74)代理人 100109830  
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034  
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100092196  
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952  
弁理士 風間 鉄也
- (72)発明者 塚本雄二  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 01887、ウィルミントン、エバーグリーン・ドライブ  
2132
- (72)発明者 エイチ・スティーブン・トモザワ  
アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー州 03038、デリー、ドゥルー・ウッズ・ドライブ  
46
- (72)発明者 サム・ヨン・キム  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 01924、レキシントン、パーカー・ストリート 37
- (72)発明者 トーマス・ハメリン  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 01833、ジョージタウン、セントラル・ストリート  
91

審査官 今井 淳一

- (56)参考文献 特開平05-184977(JP,A)  
特開平06-204179(JP,A)  
特開平08-335568(JP,A)  
特開2003-318155(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065  
H01L 21/304