

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5555743号  
(P5555743)

(45) 発行日 平成26年7月23日(2014.7.23)

(24) 登録日 平成26年6月6日(2014.6.6)

(51) Int.Cl. F I  
H O 1 L 21/302 (2006.01) H O 1 L 21/302 2 O 1 A

請求項の数 15 外国語出願 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-144125 (P2012-144125)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成24年6月27日 (2012.6.27)		東京エレクトロン株式会社
(62) 分割の表示	特願2010-201148 (P2010-201148) の分割		東京都港区赤坂五丁目3番1号
原出願日	平成16年3月16日 (2004.3.16)	(74) 代理人	110001737 特許業務法人スズエ国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2012-209574 (P2012-209574A)	(74) 代理人	100091351
(43) 公開日	平成24年10月25日 (2012.10.25)		弁理士 河野 哲
審査請求日	平成24年7月27日 (2012.7.27)	(74) 代理人	100084618
(31) 優先権主張番号	60/454, 642		弁理士 村松 貞男
(32) 優先日	平成15年3月17日 (2003.3.17)	(74) 代理人	100087653
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 鈴江 正二
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板を化学的処理する処理システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板をエッチングするための処理システムであって、  
 温度制御される化学的処理チャンバと、  
 前記温度制御される化学的処理チャンバに組み合わされた壁加熱部材に接続され、化学的処理チャンバ温度を 10 ~ 200 の範囲に制御するように構成された壁温度コントロールユニットと、  
 前記化学的処理チャンバ内にマウントされ、1つ以上のさらされた表面層を有する前記基板を支持するように構成された温度制御される基板ホルダと、  
 前記温度制御される基板ホルダに接続された温度制御コンポーネントと、  
 前記化学的処理チャンバに組み合わされた真空排気システムと、  
 前記化学的処理チャンバに接続され、前記基板上の前記さらされた表面層を化学的に変更するために前記化学的処理チャンバに1つ以上のプロセスガスを導入するように構成されたガス分配システムと、を具備し、  
 前記化学的処理チャンバは、基板上の化学的に変更されたさらされた表面層を脱離または蒸発するように昇温される熱処理チャンバに組み合わされるように構成され、  
 前記ガス分配システムは、前記化学的処理チャンバ内の前記1つ以上のプロセスガスにさらされかつ温度制御される部分を備え、  
 前記温度制御される部分は、少なくとも1つのガス分配プレートを備え、  
 前記ガス分配プレートは、1つ以上のガス注入オリフィスを備えており、

10

20

前記温度制御される部分に組み合わされたガス分配加熱部材に接続され、ガス分配システム温度を 40 ~ 60 の範囲に制御するように構成されたガス分配システム温度コントロールユニットを更に具備する、処理システム。

【請求項 2】

前記 1 つ以上のプロセスガスは、HF もしくは  $\text{NH}_3$ 、または、HF および  $\text{NH}_3$  の両方を含んでいる請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 3】

前記温度制御コンポーネントは、抵抗加熱部材を更に備えている請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 4】

前記温度制御される基板ホルダは、この温度制御される基板ホルダに前記基板をクランプするように構成された静電クランプを更に備えている請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 5】

前記温度制御される基板ホルダは、前記基板の裏面に熱伝達ガスを供給するように構成された裏面ガス供給システムを更に備えている請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 6】

前記壁加熱部材は、抵抗加熱部材を備えている請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 7】

前記ガス分配加熱部材は、抵抗加熱部材を備えている請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 8】

前記化学的処理チャンバの 1 つ以上の表面は、防護壁で被覆され、  
前記防護壁は、ポリテトラフルオロエチレンを備えている請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 9】

前記 1 つ以上のプロセスガスは、HF および  $\text{NH}_3$  を含んでおり、  
前記ガス分配システムは、互いに独立して前記 HF ガス、および、前記  $\text{NH}_3$  ガスを導入するように構成されている請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 10】

前記温度制御される基板ホルダに接続された前記温度制御コンポーネントは、基板ホルダ温度を 10 ~ 50 の範囲に制御するように構成されている請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 11】

前記温度制御コンポーネントは、流体流れのための冷却チャンネルもしくは流体流れのための加熱チャンネル、または、冷却チャンネルおよび加熱チャンネルの両方を備えている請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 12】

基板をエッチングする方法であって：

温度制御される化学的処理チャンバの温度制御される基板ホルダに基板を配置することと、

前記基板の表面層を化学的に変更するために、前記化学的処理チャンバ内で化学的処理プロセスを前記基板上に実行することと、を具備し、

前記化学的処理チャンバは、基板上の化学的に変更されたさらされた表面層を脱離または蒸発するように昇温される熱処理チャンバに組み合わされるように構成され、

前記化学的処理プロセスは、

前記基板の温度を制御することと、

前記化学的処理チャンバの温度を 10 ~ 200 の範囲内に制御することと、

前記化学的処理チャンバ内の前記 1 つ以上のプロセスガスにさらされる温度制御される部分を備えているガス分配システムを介して、前記化学的処理チャンバに 1 つ以上のプロセスガスを導入することと、

前記温度制御される部分の温度を 40 ~ 60 の範囲内に制御することとを備えて

10

20

30

40

50

いる、方法。

【請求項 1 3】

前記 1 つ以上のプロセスガスは、HF もしくは  $\text{NH}_3$ 、または、HF および  $\text{NH}_3$  の両方を含んでいる請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記化学的処理チャンバから前記熱処理チャンバへと前記基板を移送することと、  
前記化学的に変更された表面層を取り除くために前記熱処理チャンバ内で熱処理プロセスを実行することとを更に具備し、  
前記熱処理プロセスは、前記基板の温度を 100 上回る温度に上昇させることを備えている、請求項 1 2 に記載の方法。

10

【請求項 1 5】

前記基板の前記温度を 10 ~ 50 の範囲内に制御することを更に具備する請求項 1 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この出願は、2003年3月17日に提出された米国仮出願番号60/454、642号の利益を求めたものであり、その内容は、全体としてここに組み込まれる。

【0002】

本出願は、「基板を処理するための処理システムおよび方法 (Processing System and Method for Treating a Substrate)」というタイトルの2003年11月12日に提出された出願中の米国特許出願シリアル番号10/705,201号と、「熱的に基板を処理する処理システムおよび方法 (Processing System and Method for Thermally Treating a Substrate)」というタイトルの2003年11月12日に提出された出願中の米国特許出願シリアル番号10/504,969号と、「隣接した温度制御されるチャンバを熱的に絶縁するための方法と装置 (Method and Apparatus for Thermally Insulating Adjacent Temperature Controlled Chambers)」というタイトルの2003年11月12日に提出された出願中の米国特許出願シリアル番号10/705,397号とに関連する。それら出願の全ての全体の内容は、全体として参照して、ここに組み込まれる。

20

30

【0003】

本発明は、基板を処理するシステムと方法に関し、より詳しくは、本発明は、基板の化学的な処理のシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0004】

半導体プロセスの間、(ドライ)プラズマエッチングプロセスは、微細線に沿った、またはシリコン基板上にパターン化されたバイア(via)もしくはコンタクト内の材料を取り除くか、またはエッチングを行うために利用され得る。プラズマエッチングプロセスは、一般に上層に横たわっているパターン化された保護層、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置くことを含む。一度、基板がチャンバの中に配置されると、真空ポンプが周囲のプロセス圧力に達成するようにスロットル調整(抑圧)されながら、イオン化可能な、解離性ガス混合が予め指定された流量でチャンバ中へ導入される。その後、ある一部分のガス種が、誘導的にもしくは容量的にラジオ周波数(RF)パワーの移送、またはマイクロ波パワー例えば電子サイクロトロン共鳴(ECR)の使用を介して、加熱された電子によってイオン化されるときに、プラズマが形成される。さらに、加熱された電子は、周囲の気体種のいくつかの種を解離し、さらされた表面のエッチング化学に適している反応種を生成するのに役立つ。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

40

50

域に、さまざまな形態 ( f e a t u r e ) ( 例 えば 溝、バ イ ア、コ ン タ ク ト、ゲ ー ト、そ の 他 ) に エ ッ チ ン グ す る よ う 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 コ ン デ ィ シ ョ ン を 達 成 す る よ う に 調 整 さ れ る。エ ッ チ ン グ が 必 要 と さ れ る こ の よ う な 基 板 材 料 に は、二 酸 化 珪 素 ( S i O 2 )、l o w - k 誘 電 材 料 ( 低 誘 電 率 材 料 )、ポ リ シ リ コ ン お よ び 窒 化 シ リ コ ン が 含 ま れ る。材 料 処 理 の 間、一 般 に、こ の よ う な 形 態 に エ ッ チ ン グ す る こ と は、そ れ ぞ れ の 形 態 が 形 成 さ れ る 下 層 の フ ィ ル ム へ の マ ス ク 層 内 に 形 成 さ れ た パ タ ー ン の 転 写 を 具 備 す る も の で あ る。マ ス ク は、( ネ ガ テ ィ ブ か、も し く は ポ ジ テ ィ ブ の ) フ ォ ト レ ジ ス ト、フ ォ ト レ ジ ス ト お よ び 反 射 防 止 コ ー テ ィ ン グ ( A R C ) の よ う な 層 を 含 む 多 重 層、ま た は フ ォ ト レ ジ ス ト の よ う な 第 1 の 層 内 の パ タ ー ン の 下 層 の ハ ー ド マ ス ク 層 へ の 転 写 か ら 形 成 さ れ た ハ ー ド マ ス ク の よ う な 感 光 材 料 を 具 備 し 得 る。

10

【発明の概要】

【0005】

本発明は、化学的に基板を処理するシステムと方法に関するものである。

【0006】

本発明の一態様において、処理システムは、基板を化学的に処理することに対し記載される。処理システムは、化学的処理システムを備え、ここで化学的処理システムは、温度制御される化学的処理チャンバ、化学的処理チャンバから実質的に熱的に分離されるように構成された温度制御される基板ホルダ、化学的処理チャンバに接続された真空排気システム、および化学的処理チャンバに1つ以上のプロセスガスを導入するための温度制御されるガス分配システムを備え、ここで、プロセスガスは、プラズマを形成するために、利用されない。

20

【0007】

加えて、基板を処理するための処理システムの操作方法は、記載される。この方法は、基板を化学的処理へ移送することと；化学的処理システムのための1つ以上の化学的処理パラメータをセットすることと；とを具備し、ここで1つ以上の化学的処理パラメータは、化学的処理プロセス圧力、化学的処理チャンバ温度、化学的処理基板温度、化学的処理基板ホルダ温度、および化学的処理ガス流量の少なくとも1つを備え、前記方法は、1つ以上の化学的処理パラメータを使用して化学的処理システムにおいて基板を処理することをさらに具備する。あるいはまたは加えて、1つ以上の化学的処理パラメータは、ガス分配システム温度を備えることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1A】本発明の1つの実施形態に係る化学的処理システムおよび熱処理システムのための移送システムの概略図である。

【図1B】本発明の他の実施形態に係る化学的処理システムおよび熱処理システムのための移送システムの概略図である。

【図1C】本発明のさらにもう1つの他の実施形態に係る化学的処理システムおよび熱処理システムのための移送システムの概略図である。

【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断面図である。

【図3】本発明の1つの実施形態に係る化学的処理システムの概略断面図である。

40

【図4】本発明の他の実施態様に係る化学的処理システムの斜視図である。

【図5】本発明の1つの実施形態に係る熱処理システムの概略断面図である。

【図6】本発明の他の実施形態に係る熱処理システムの斜視図である。

【図7】本発明の1つの実施形態に係る基板ホルダの概略断面図である。

【図8】本発明の1つの実施形態に係るガス分配システムの概略断面図である。

【図9A】本発明の他の実施形態に係るガス分配システムの概略断面図である。

【図9B】本発明の1つの実施形態に係る図9Aに示されるガス分配システムの拡大された図である。

【図10A】本発明の1つの実施形態に係る図9Aに示されるガス分配システムの斜視図である。

50

【図10B】本発明の1つの実施形態に係る図9Aに示されるガス分配システムの斜視図である。

【図11】本発明の1つの実施形態に係る基板リフターアセンブリを示す図である。

【図12】本発明の1つの実施形態に係る断熱アセンブリの側面図である。

【図13】本発明の1つの実施形態に係る断熱アセンブリの平面図である。

【図14】本発明の1つの実施形態に係る断熱アセンブリの縦断面図である。

【図15】基板処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

材料プロセス手順において、パターンエッチングは、感光材料、例えばフォトレジストの薄膜層を基板の上側表面に塗布すること(application)を具備し、引き続き、エッチング中に、このパターンを下層の薄膜に転写するためのマスクを提供する目的で、パターン化される。感光材料のパターニングは、一般に、例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)を介して放射線源による露光を含み、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)の除去が続く。

10

【0010】

加えて、マルチレイヤ(多層)およびハードマスクは、薄膜のエッチング形態のために実施することができる。例えば、ハードマスクを使用して、薄膜の形態エッチングのとき、光感応層のマスクパターンは、薄膜のためのメインエッチング工程の前に、別々のエッチング工程を使用してハードマスク層に転写される。例えばハードマスクは、例として二酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )、窒化シリコン( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )およびカーボンを含むシリコンプロセスに対して、いくつかの材料から、選ばれ得る。

20

【0011】

薄膜に形成される形態のサイズを縮小するために、ハードマスクは、例えば、ハードマスク層の表面化学を変更するため、ハードマスク層のさらされた表面の化学的処理と、変更された表面化学を脱離するため、ハードマスク層のさらされた表面の後処理とを含む2ステッププロセスを使用して、側面が整えられ得る(trimmed laterally)。

【0012】

1つの実施形態によれば、図1Aは、例えばマスク層トリミングを使用して、基板を処理するための基板処理システム1を示す。処理システム1は、第1の処理システム10、および第1の処理システム10に組み合わされた第2の処理システム20を具備する。例えば、第1の処理システム10は、化学的処理システムを備え、第2の処理システム20は、熱処理システムを備えることができる。あるいは、第2の処理システム20は、基板リンスシステム、例えば水リンスシステムを備えることができる。また、図1Aにて示したように、移送システム30は、第1の処理システム10および第2の処理システム20の中へおよび外に基板を移送するために第1の処理システム10に組み合わされることができて、基板をマルチ部材(multi-element)製造システム40で交換することができる。第1および第2の処理システム10、20および移送システム30は、例えば、マルチ部材製造システム40内の処理部材を備えることができる。例えば、マルチ部材製造システム40は、エッチングシステム、堆積システム、コーティングシステム、パターニングシステム、計測システム等のようなデバイスを含んでいる処理部材へ/から、基板の移送ができるようにし得る。第1および第2のシステムで起こっているプロセスを分離するために、アイソレーションアセンブリ50は、各々のシステムを接続させるために利用され得る。例えば、アイソレーションアセンブリ50は、熱的な分離を提供する断熱アセンブリ、および真空の分離を提供するゲートバルブアセンブリの少なくとも1つを備えることができる。もちろん、処理システム10と20、および移送システム30は、いかなるシーケンスにも配置され得る。

30

40

【0013】

50

あるいは、他の実施の形態において、図1Bは、マスク層トリミングのようなプロセスを使用して基板を処理するための処理システム100を示す。処理システム100は、第1の処理システム110、および第2の処理システム120を備えている。例えば、第1の処理システム110は、化学的処理システム、および熱処理システムを備える得る第2の処理システム120を具備し得る。あるいは、第2の処理システム120は、基板リンス(substrate rinsing)システム、例えば水リンスシステムを備え得る。また、図1Bにて示したように、移送システム130は、第1の処理システム110との間で基板を移送するために第1の処理システム110に組み合わせることができ、第2の処理システム120との間で基板を移送するために、第2の処理システム120に組み合わせることができる。加えて、移送システム130は、基板を1つ以上の基板カセット(図示せず)で交換することができる。2つの処理システムだけが図1Bにおいて示されているが、他の処理システムは、エッチングシステム、堆積システム、コーティングシステム、パターニングシステム、計測学システム等のようなデバイスを含む移送システム130にアクセスできる。第1および第2のシステムで起こっているプロセスを分離するために、アイソレーションアセンブリ150は、各々のシステムを組み合わせるように利用され得る。例えば、アイソレーションアセンブリ150は、熱的な分離を提供する断熱アセンブリおよび真空の分離を提供するゲートバルブアセンブリの少なくとも1つを備えることができる。加えて、例えば、移送システム130は、アイソレーションアセンブリ150の一部として役に立ち得る。

#### 【0014】

あるいは、もう1つの実施の形態として、図1Cは、マスク層トリミングのようなプロセスを使用して、基板を処理する処理システム600を示す。処理システム600は、第1の処理システム610および第2の処理システム620を備えており、ここで第1の処理システム610は、第2の処理システム620の上に、示されるように縦方向に積み重ねられる。例えば、第1の処理システム610は、化学的処理システムを備えることができ、そして第2の処理システム620は、熱処理システムを備えることができる。あるいは、第2の処理システム620は、基板リンスシステム、例えば水リンスシステムを備えることができる。また、図1Cにて示したように、移送システム630は、第1の処理システム610との間で基板を移送するために第1の処理システム610に組み合わせられ得、そして第2の処理システム620との間で基板を移送するために、第2の処理システム620に組み合わせられ得る。加えて、移送システム630は、基板を1つ以上の基板カセット(図示せず)で交換することができる。2つのプロセスシステムだけが図1Cで示されるが、他の処理システムは、エッチングシステム、堆積システム、コーティングシステム、パターニングシステム、および計測学システム等のようなデバイスを含む移送システム630にアクセスすることができる。第1および第2のシステムで起こっているプロセスを分離するために、アイソレーションアセンブリ650は、各々のシステムを組み合わせるために利用されることができる。例えば、アイソレーションアセンブリ650は、熱的な分離を提供する断熱アセンブリ、および真空の分離を提供するゲートバルブアセンブリのうちの少なくとも1つを備えることができる。加えて、例えば、移送システム630は、アイソレーションアセンブリ650の一部として役に立つことができる。

#### 【0015】

概ね、図1Aにおいて記載される処理システム1の、第1の処理システム10および第2の処理システム20の少なくとも1つは、少なくとも2つの移送開口部を、そこを通して基板の通過ができるように、備えている。例えば、図1Aにて図示するように、第1の処理システム10は2つの移送開口部を備え、第1の移送開口部は、第1の処理システム10および移送システム30の間を基板が通過できるようにし、そして第2の移送開口部は、第1の処理システムおよび第2の処理システムの間を基板が通過できるようにする。しかしながら、図1Bおよび、それぞれ、図1C、各々の処理システム110, 120および610, 620において記載される処理システム600において記載される処理システム100に注意することは、それによって基板の通路ができるようにするために開い

10

20

30

40

50

ている少なくとも1つの移送を備えている。しかしながら、図1Bにおいて記載される処理システム100および図1Cにおいて記載される処理システム600に関し、各々の処理システム110と120、および610と620は、それぞれ少なくとも1つの移送開口部を、そこを通して基板の通過ができるように、備えている。

#### 【0016】

図2を、ここで参照すると、基板の化学的処理および熱的処理を実行するための処理システム200が示されている。処理システム200は、化学的処理システム210、および化学的処理システム210に組み合わされた熱処理システム220を備えている。化学的処理システム210は、温度制御され得る化学的処理チャンバ211を備えている。熱処理システム220は、温度制御され得る熱処理チャンバ221を備えている。化学的処理チャンバ211および熱処理チャンバ221は、より詳しくは以下で記載されるように、断熱アセンブリ230を使用して、お互いから断熱されることができ、かつゲートバルブアセンブリ296を使用して、お互いから真空分離されることができる。

10

#### 【0017】

図2および図3にて示されるように、化学的処理システム210は、化学的処理チャンバ211から実質的に熱的に分離されるように構成されて、かつ基板242を支持するように構成された温度制御される基板ホルダ240と、化学的処理チャンバ211を排気するように化学的処理チャンバ211に接続された真空排気システム250と、化学的処理チャンバ211内のプロセス空間262にプロセスガスを導入するためのガス分配システム260とを、さらに備えている。

20

#### 【0018】

図2および図5にて示されるように、熱処理システム220は、熱処理チャンバ221内にマウントされて、熱処理チャンバ221から実質的に熱的に絶縁されるように構成されて、かつ基板242'を支持するように構成された温度制御される基板ホルダ270と、熱処理チャンバ221を排気する真空排気システム280と、熱処理チャンバ221に接続された基板リフターアセンブリ290とを、さらに備えている。リフターアセンブリ290は、保持平面(実線)および基板ホルダ270(破線)の間を、またはその間に位置される移送平面へ、基板242'を垂直に移動することができる。熱処理チャンバ221は、上部アセンブリ284を、さらに備えることができる。

30

#### 【0019】

加えて、化学的処理チャンバ211、熱処理チャンバ221および断熱アセンブリ230は、基板が移送され得る共通の開口部294を定める。プロセスの間、共通の開口部294は、2つのチャンバ211, 221内で独立したプロセスができるようにするために、ゲートバルブアセンブリ296を使用して密閉され得る。さらにまた、移送開口部298は、図1Aにて示したように、移送システムで基板交換を許すために、熱処理チャンバ221に形成され得る。例えば、第2の断熱アセンブリ231は、移送システム(図示せず)から熱処理チャンバ221を断熱するように使用され得る。開口部298が熱処理チャンバ221の一部として(図1Aと整合して)示されるけれども、移送開口部298は、熱処理チャンバ221ではなく、化学的処理チャンバ211に形成されることができ(図1Aで示す逆チャンバ位置)、または移送開口部298は、化学的処理チャンバ211

40

#### 【0020】

図2および図3にて示したように、化学的処理システム210は、基板242を熱的に制御し、かつ処理するため、いくつかの操作上の機能を提供することを目的に、基板ホルダ240および基板ホルダアセンブリ244を備えている。基板ホルダ240および基板ホルダアセンブリ244は、基板ホルダ240に基板242を電氣的に(または機械的に)クランプするために、静電クランプシステム(または機械的なクランプシステム)を備えることができる。さらにまた、基板ホルダ240は、例えば、基板ホルダ240から熱を受けて、熱交換器システム(図示せず)へ熱を移すか、または加熱する場合に

50

は、熱交換器システムから熱を移す、再循環冷却剤流れ (re-circulating coolant flow) を有する冷却システムをさらに含むことができる。さらに、熱伝達ガスは、例えば、基板 242 および基板ホルダ 240 の間のガス空隙 (gas-gap) 熱伝導 (thermal conductance) を改良するように、裏面ガスシステムを介して基板 242 の裏面に分配されることができる。例えば、基板 242 の裏面に供給される熱伝達ガスは、ヘリウム、アルゴン、キセノン、クリプトンのような不活性ガス、プロセスガス、または酸素、窒素もしくは水素のような他のガスを含むことができる。基板の温度制御が、上昇した、もしくは低下した温度で必要とされるとき、このようなシステムは利用され得る。例えば、裏面ガスシステムは、2ゾーン (中心部と端部) システムのようなマルチゾーンガス分配システムを有することができる、ここで裏面ガス空隙圧力は、基板 242 の中心部および端部間で、独立して変化させることができる。他の実施の形態において、例えば抵抗加熱部材 (resistive heating elements) のような加熱/冷却部材 (heating/cooling elements) または熱電ヒータ/クーラ (thermo-electric heaters/coolers) は、化学的処理チャンバ 211 のチャンバ壁と同様に、基板ホルダ 240 内に含まれることができる。

#### 【0021】

例えば、図 7 は、先ほど確認した機能のいくつかを実行するための温度制御される基板ホルダ 300 を示す。基板ホルダ 300 は、化学的処理チャンバ 211 の下壁に接続されたチャンバ嵌合コンポーネント 310 (chamber mating component 310)、チャンバ嵌合コンポーネント 310 に接続された絶縁コンポーネント 312、および絶縁コンポーネント 312 に接続された温度制御コンポーネント 314 を備えている。チャンバ嵌合および温度制御コンポーネント 310、314 は、例えば、電気的および熱的に伝導している材料、例えばアルミニウム、ステンレス鋼、ニッケルなどから製造されることができる。絶縁コンポーネント 312 は、例えば、石英、アルミナ、テフロン (登録商標) など比較的低い熱伝導率を有する熱的な抵抗材料から製造されることができる。

#### 【0022】

温度制御コンポーネント 314 は、冷却チャンネル、加熱チャンネル、抵抗加熱部材または熱電変換素子 (thermo-electric elements) のような温度制御部材を備えることができる。例えば、図 7 にて示したように、温度制御コンポーネント 314 は、冷却剤 (クーラント) 注入口 322 および冷却剤出口 324 を有する冷却剤チャンネル 320 を備えている。冷却剤チャンネル 320 は、例えば、温度制御コンポーネント 314 の伝導の対流冷却を提供するために、水、フロリナート (登録商標) (Fluorinert)、ガルデン (登録商標) (Galden) HT-135 等のような冷却剤の流量を許容する温度制御コンポーネント 314 内のスパイラル通路であり得る。あるいは、温度制御コンポーネント 314 は、それぞれの部材を通る電気的な電流の流れの方向によって、基板を加熱するかまたは冷却することができる熱電変換素子の配列 (array) を含むことができる。典型的な熱電変換素子は、Advanced Thermoelectric から、市販されているものの 1 つとして、モデル ST-127-1.4-8.5M (72W の最大熱伝達パワーが可能で 40mm x 40mm x 3.4mm の熱電デバイス (thermo-electric device)) がある。

#### 【0023】

加えて、基板ホルダ 300 は、静電クランプ (ESC: electrostatic clamp) 328 をさらに備えることができ、この静電クランプ 328 は、セラミック層 330 と、その中に埋められたクランピング電極 332 と、電気的接続 336 を使用してクランピング電極 332 に接続された高電圧 (HV) 直流電圧源 334 とを含んでいる。ESC 328 は、例えば、単極 (mono-polar) であり得、または双極 (bi-polar) であり得る。このようなクランプの設計および実装は、静電クランピングシステムの当業者にとって周知である。

10

20

30

40

50



## 【0024】

加えて、基板ホルダ300は、少なくとも1つのガス供給ライン342を介して基板242の裏面に熱伝達ガス、例えばヘリウム、アルゴン、キセノン、クリプトンを含む不活性ガス、プロセスガス、または酸素、窒素もしくは水素を含む他のガスを供給するための裏面ガス供給システム340と、複数の、オリフィスおよびチャンネルの少なくとも1つとを、さらに備えることができる。裏面ガス供給システム340は、例えば、2ゾーン（中心部と端部）システムのようなマルチゾーン供給システムであり得、ここで裏面圧力は、中心部から端部に放射状に変化し得る。

## 【0025】

絶縁コンポーネント312は、温度制御コンポーネント314および下層の嵌合コンポーネント310の間の追加の断熱を提供するために、断熱空隙350をさらに含むことができる。断熱空隙350は、排気システム（図示せず）、または真空排気システム250の一部としての真空ラインを使用して、排気されることができ、および/または、その熱伝導率を変えるためにガス供給（図示せず）に接続されることができ、ガス供給は、例えば、熱伝達ガスを基板242の裏面に接続させるように利用される裏面ガス供給340であり得る。

## 【0026】

嵌合コンポーネント310は、基板ホルダ300の上側表面および処理システムの移送平面へ/から垂直に基板242を移動するために、3つ以上のリフトピン362を上下させることができるリフトピンアセンブリ360を、さらに含むことができる。

## 【0027】

各々のコンポーネント310、312および314は、1つのコンポーネントをもう一方に付けるために、そして基板ホルダ300を化学的処理チャンバ211に付けるために、ボルトおよびタップ穴のような留め具デバイスを、さらに備えている。さらにまた、各々のコンポーネント310、312および314は、それぞれのコンポーネントに上記のユーティリティの通過を容易にし、かつエラストマO-リングのような真空シールは、処理システムの真空完全性を維持するために必要なところには、利用される。

## 【0028】

温度制御される基板ホルダ240の温度は、熱電対（例えばK-タイプ熱電対、Ptセンサー等）のような温度感知装置344を使用してモニタされることができ、さらにまた、コントローラは、基板ホルダ240の温度を制御するために、基板ホルダアセンブリ244へのフィードバックとして、温度測定を利用することができる。例えば、流体流量、流体温度、熱伝達ガスタイプ、熱伝達ガス圧、クランプ力、抵抗ヒータ部材の電流または電圧、および熱電対デバイスの電流または極性等の少なくとも1つは、基板ホルダ240および/または基板242の温度変化に影響を与える目的で、調整することができる。

## 【0029】

図2および図3を再度参照し、化学的処理システム210は、ガス分配システム260を備えている。1つの実施形態において、図8に示すように、ガス分配システム400は、ガス分配アセンブリ402を有するシャワーヘッドガス注入システム、およびガス分配アセンブリ402に接続し、かつガス分配プレナム406を形成するように構成されたガス分配プレート404を備えている。図示はしていないが、ガス分配プレナム406は、1つ以上のガス分配パツフル板を備えることができる。ガス分配プレート404は、化学的処理チャンバ211内でガス分配プレナム406からプロセス空間までプロセスガスを分配するように、1つ以上のガス分配オリフィス408を、さらに備えている。追加の、1つ以上のガス供給ライン410、410'等は、1つ以上のガスを含んでいるプロセスガスを供給するために、例えばガス分配アセンブリを介して、ガス分配プレナム406に接続されることができ、プロセスガスは、例えば、NH<sub>3</sub>、HF、H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、Ar、He等を含むことができる。

## 【0030】

もう一つの実施形態では、図9Aおよび図9B（図9Aの図を拡大した）に示すように

10

20

30

40

50

、少なくとも2つのガスを含んでいるプロセスガスを分配するためのガス分配システム420は、1つ以上のコンポーネント424、426および428を有するガス分配アセンブリ422と、ガス分配アセンブリ422に接続し、かつ第1のガスを化学的処理チャンバ211のプロセス空間に接続させるように構成された第1のガス分配プレート430と、第1のガス分配プレート430に接続し、かつ第2のガスを化学的処理チャンバ211のプロセス空間に接続させるように構成された第2のガス分配プレート432とを備えている。ガス分配アセンブリ422に接続するときに、第1のガス分配プレート430は、第1のガス分配プレナム440を形成する。加えて、第1のガス分配プレート430に接続するときに、第2のガス分配プレート432は、第2のガス分配プレナム442を形成する。図示はしていないが、ガス分配プレナム440、442は、1つ以上のガス分配バツフル板を備えることができる。第2のガス分配プレート432は、第1のガス分配プレート430内に形成された1つ以上の通路446の配列と接続し、一致する1つ以上のオリフィス444の第1の配列と、1つ以上のオリフィス448の第2の配列とを、さらに備えている。1つ以上のオリフィス444の第1の配列は、1つ以上の通路446の配列と合わさって、第1のガス分配プレナム440から化学的処理チャンバ211のプロセス空間まで第1のガスを分配するように構成されている。1つ以上のオリフィス448の第2の配列は、第2のガス分配プレナム442から化学的処理チャンバ211のプロセス空間まで第2のガスを分配するように構成されている。プロセスガスは、例えば、NH<sub>3</sub>、HF、H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、Ar、He等を含むことができる。この構成によって、第1のガスおよび第2のガスは、プロセス空間以外、いかなる相互作用も無く、プロセス空間に独立して導入される。

#### 【0031】

図10Aに示すように、第1のガスは、ガス分配アセンブリ422内に形成された第1のガス供給通路450を介して、第1のガス分配プレナム440に接続することができる。加えて、図10Bに示すように、第2のガスは、ガス分配アセンブリ422内に形成された第2のガス供給通路452を介して、第2のガス分配プレナム442に接続することができる。

#### 【0032】

再び図2および図3を参照し、化学的処理システム220は、昇温状態に維持される温度制御される化学的処理チャンバ211を、さらに備えている。例えば、壁加熱部材266は、壁温度コントロールユニット268に接続することができ、かつ壁加熱部材266は、化学的処理チャンバ211に接続するように構成されることができる。加熱部材は、例えば、タングステン、ニッケル-クロム合金、アルミニウム-鉄合金、窒化アルミニウム、その他、フィラメントのような抵抗ヒータ部材を含むことができる。抵抗加熱部材を製造する市販の材料の実施例は、Kanthal（登録商標）、Nikrothal（登録商標）、Akrothal（登録商標）を含み、そして、それはBethel、CTのKanthal社によって生産される合金の登録商標名である。Kanthal系統は、フェライト合金（FeCrAl）を含み、そしてNikrothal系統は、オーステナイト合金（NiCr、NiCrFe）を含む。電流がフィラメントを介して流れるときに、パワーは熱として放散され、そして、それゆえに、壁温度コントロールユニット268は、例えば、制御可能な直流電源装置を備えることができる。例えば、壁加熱部材266は、Watlow（1310 Kingsland Dr., Batavia, IL, 60510）から市販の少なくとも1つのFirerodカートリッジヒータを備えることができる。冷却部材は、また、化学的処理チャンバ211において使用されることができる。化学的処理チャンバ211の温度は、熱電対（例えばK-タイプ熱電対、Ptセンサ等）のような温度感知装置（temperature-sensing device）を使用して、モニタされることができる。さらにまた、コントローラは、化学的処理チャンバ211の温度を制御するために、壁温度コントロールユニット268へのフィードバックとして温度測定を利用することができる。

#### 【0033】

図3を再度参照し、化学的処理システム210は、どれかの選択された温度に維持され得る、温度制御されるガス分配システム260を、さらに備えることができる。例えば、ガス分配加熱部材267は、ガス分配システム温度コントロールユニット269に接続することができる。ガス分配加熱部材267は、ガス分配システム260に接続するように構成されることができる。加熱部材は、例えば、タングステン、ニッケル-クロム合金、アルミニウム-鉄合金、窒化アルミニウム、その他、フィラメントのような抵抗ヒータ部材を備えることができる。抵抗加熱部材を製造する市販の材料の実施例は、Kanthal（登録商標）、Nikrothal（登録商標）、Akrothal（登録商標）を含み、そして、それはBethel、CTのKanthal社によって生産される合金の登録商標名前である。Kanthal系統は、フェライト合金（FeCrAl）を含み、そしてNikrothal系統は、オーステナイト合金（NiCr、NiCrFe）を含む。電流がフィラメントを介して流れるときに、パワーは熱として放散され、そして、それゆえに、ガス分配システム温度コントロールユニット269は、例えば、制御可能な直流電源装置を備えることができる。例えば、ガス分配加熱部材267は、約1400W（または約5W/in<sup>2</sup>の出力密度）を許容できる二重ゾーンシリコンゴムヒータ（厚さ約1.0mm）を備えることができる。ガス分配システム260の温度は、熱電対（例えばK-タイプ熱電対、Ptセンサ等）のような温度感知装置を使用してモニタされることができる。さらに、コントローラは、ガス分配システム260の温度を制御するために、ガス分配システム温度コントロールユニット269へのフィードバックとして、温度測定を利用することができる。図8～図10Bのガス分配システムは、また、温度制御システムを組み込むことができる。代わりにまたは加えて、冷却部材は、実施形態のいずれかにおいて使用されることができる。

#### 【0034】

図2および3をさらに参照し、真空排気システム250は、真空ポンプ252およびチャンバ圧をスロットル調整するためのゲートバルブ254を含むことができる。真空ポンプ252は、例えば、1秒につき約5000リットル（より大きい）までの排気スピードが可能なターボモレキュラ真空ポンプ（TMP）を含むことができる。例えば、TMPは、セイコーSTPA803真空ポンプまたは荏原ET1301W真空ポンプであり得る。TMPは、典型的には約50mTorr未満の低圧プロセスに有効である。高圧（すなわち、約100mTorrより高い）または低いスループットプロセス（すなわち気体流でない）に対し、メカニカルブースターポンプおよびドライ荒引き（roughing）ポンプは、使用されることができる。

#### 【0035】

図3を再度参照し、化学的処理システム210は、マイクロプロセッサと、メモリと、化学的処理システム210へ通信し、入力起動をし、そして同じく温度および圧力感知装置のような化学的処理システム210からの出力をモニタするのに十分な制御電圧の生成を可能とするデジタルI/Oポートとを有するコントローラ235を、さらに含むことができる。さらに、コントローラ235は、基板ホルダアセンブリ244、ガス分配システム260、真空排気システム250、ゲートバルブアセンブリ296、壁温度コントロールユニット268およびガス分配システム温度コントロールユニット269に接続され、情報を交換することができる。例えば、メモリに格納されたプログラムは、プロセスレシピに従って化学的処理システム210の上述したコンポーネントへの入力を起動させるために利用されることができる。コントローラ235の1つの実施例は、デル社、オースティン、テキサスから入手可能なデルプレジジョンワークステーション610（登録商標）である。

#### 【0036】

1つの実施例において、図4は、ハンドル213および少なくとも1つの留め金214を有する蓋212と、少なくとも1つのヒンジ217と、光学ビューポート215と、少なくとも1つの圧力感知装置216とをさらに備えている化学的処理システム210'を示す。

10

20

30

40

50

## 【0037】

図2および図5に記載されているように、熱処理システム220は、温度制御される基板ホルダ270を、さらに備えている。基板ホルダ270は、熱障壁274を使用して、熱処理チャンバ221から熱的に絶縁された台272 (pedestal 272) を備えている。例えば、基板ホルダ270は、アルミニウム、ステンレス鋼またはニッケルから製造されることができ、熱障壁274は、テフロン(登録商標)、アルミナまたは石英のような熱絶縁物から製造されることができ、基板ホルダ270は、その内部に埋め込まれる加熱部材276、およびそこに接続される基板ホルダ温度コントロールユニット278をさらに備えている。加熱部材276は、例えば、タングステン、ニッケル-クロム合金、アルミニウム-鉄合金、窒化アルミニウム、その他、フィラメントのような抵抗ヒータ部材を備えることができる。抵抗加熱部材を製造する市販の材料の実施例は、Kanthal(登録商標)、Nikrothal(登録商標)およびAkrothal(登録商標)を含み、そして、それはBethel、CTのKanthal社によって生産される合金の登録商標名である。Kanthal系統は、フェライト合金(FeCrAl)を含み、そしてNikrothal系統は、オーステナイト合金(NiCr、NiCrFe)を含む。電流がフィラメントを介して流れるときに、パワーは熱として放散され、そして、それゆえに、基板ホルダ温度コントロールユニット278は、例えば、制御可能な直流電源装置を備えることができる。あるいは、温度制御される基板ホルダ270は、例えば、400~450の最高動作温度が可能であるWatlow(1310 Kingsland Dr., Batavia, IL, 60510)から市販されている鑄込みヒータ、または、Watlowから同じく市販され、約300程度の動作温度と、約23.25W/cm<sup>2</sup>までの出力密度が可能で窒化アルミニウム材料を備えているフィルムヒーターであり得る。あるいは、冷却部材は、基板ホルダ270に組み入れられることができる。

10

20

## 【0038】

基板ホルダ270の温度は、熱電対(例えばK-タイプ熱電対)のような温度感知装置を使用してモニタされることができ、さらにまた、コントローラは、基板ホルダ270の温度を制御するために、基板ホルダ温度コントロールユニット278へのフィードバックとして温度測定を利用することができる。

## 【0039】

加えて、基板温度は、温度感知装置を使用してモニタされることができ、その温度感知装置は、例えば約50~2000の測定と、約プラスマイナス1.5の精度とが可能でAdvanced Energies, Inc(1625 Sharp Point Drive, Fort Collins, CO, 80525)から市販されている光ファイバー温度計モデルNo. OR2000F、または2002年7月2日に出願された係属中の米国特許出願10/168544にて説明したような帯端(band-edge)温度計測システムであり、その内容は、それら全体として参照し、ここに組み込まれる。

30

## 【0040】

図5を再度参照し、熱処理システム220は、選択された温度に維持される、温度制御される熱処理チャンバ221をさらに備えている。例えば、熱壁加熱部材283は、熱壁温度コントロールユニット281に接続することができ、熱壁加熱部材283は、熱処理チャンバ221に接続されるように構成されることができ、加熱部材は、例えば、タングステン、ニッケル-クロム合金、アルミニウム-鉄合金、窒化アルミニウム、その他、フィラメントのような抵抗ヒータ部材を含むことができる。抵抗加熱部材を製造する市販の材料の実施例は、Kanthal(登録商標)、Nikrothal(登録商標)、Akrothal(登録商標)を含み、そして、それはBethel、CTのKanthai社によって生産される合金の登録商標名である。Kanthal系統は、フェライト合金(FeCrAl)を含むおよび、Nikrothal系統は、オーステナイト合金(NiCr、NiCrFe)を含む。電流がフィラメントを介して流れるときに、パワーは

40

50

熱として放散され、それゆえに、熱壁温度コントロールユニット281は、例えば、制御可能な直流電源装置を備えることができる。例えば、熱壁加熱部材283は、Watlow(1310 Kingsland Dr., Batavia, IL, 60510)から市販の、少なくとも1つのFirerodカートリッジヒータを備えることができる。代わりに、または加えて、冷却部材は、熱処理チャンバ221において使用され得る。熱処理チャンバ221の温度は、熱電対(例えばK-タイプ熱電対、Ptセンサ等)のような温度感知装置を使用してモニタされることができる。さらに、コントローラは、熱処理チャンバ221の温度を制御するために、熱壁温度コントロールユニット281へのフィードバックとして温度測定を利用することができる。

#### 【0041】

図2および図5をさらに参照し、熱処理システム220は、上部アセンブリ284を、さらに備えている。上部アセンブリ284は、例えば、熱処理チャンバ221にパージガス、プロセスガスまたはクリーニングガスを導入するためのガス注入システムを含むことができる。あるいは、熱処理チャンバ221は、上部アセンブリから独立したガス注入システムを備えることができる。例えば、パージガス、プロセスガスまたはクリーニングガスは、熱処理チャンバ221に、その側壁を通して、導入されることができる。それは、閉位置の蓋に掛け金をかけるための少なくとも1つのヒンジ、ハンドルおよび留め金を有するカバーまたは蓋を、さらに備えることができる。他の実施形態では、上部アセンブリ284は、基板リフターアセンブリ290のブレード500(図11を参照)の上に載置している基板242'を加熱するための、タングステンハロゲンランプの配列のような放射性ヒータを備えることができる。この場合、基板ホルダ270は、熱処理チャンバ221から除外されることができた。

#### 【0042】

図5を再度参照し、熱処理システム220は、選択された温度に維持されることができる温度制御される上部アセンブリ284をさらに備えることができる。例えば、上部アセンブリ285は、上部アセンブリ温度コントロールユニット286に接続することができる。上部アセンブリ加熱部材285は、上部アセンブリ284に接続させるように構成されることができる。加熱部材は、例えば、タングステン、ニッケル-クロム合金、アルミニウム-鉄合金、窒化アルミニウム、その他、フィラメントのような抵抗ヒータ部材を含むことができる。抵抗加熱部材を製造する市販の材料の実施例は、Kanthal(登録商標)、Nikrothal(登録商標)、Akrothal(登録商標)を含み、そして、それは、Bethel, CTのKanthal社によって生産される合金の登録商標名である。Kanthal系統は、フェライト合金(FeCrAl)を含み、Nikrothal系統はオーステナイト合金(NiCr、NiCrFe)を含む。電流がフィラメントを介して流れるときに、パワーは熱として放散され、そして、それゆえに、上部アセンブリ温度コントロールユニット286は、例えば、制御可能な直流電源装置を備えることができる。例えば、上部アセンブリ加熱部材267は、約1400W(または5W/in<sup>2</sup>の出力密度)を許容できる二重ゾーンシリコンゴムヒーター(厚さ約1.0mm)を備えることができる。上部アセンブリ284の温度は、熱電対(例えばK-タイプ熱電対、Ptセンサ等)のような温度感知装置を使用してモニタされることができる。さらにまた、コントローラは、上部アセンブリ284の温度を制御するために、上部アセンブリ温度コントロールユニット286へのフィードバックとして、温度測定を利用することができる。上部アセンブリ284は、加えて、または代わりに、冷却部材を含むことができる。

#### 【0043】

図2および図5を再度参照し、熱処理システム220は、基板リフターアセンブリ290をさらに備えている。基板リフターアセンブリ290は、基板ホルダ270の上側表面に基板242'を降下させるように、同様に、基板ホルダ270の上側表面から保持平面、またはその間の移送平面に基板242'を上昇させように、構成される。移送平面で、基板242'は、化学的および熱処理チャンバ211, 221との間で基板を移送す

10

20

30

40

50

るために利用される移送システムを用いて交換されることができる。保持平面で、基板 242' は、他の基板が移送システムおよび化学的もしくは熱処理チャンバ 211, 221 の間で交換される間、冷やされることができる。図 11 に示すように、基板リフターアセンブリ 290 は、3 つ以上のタブ 510 を有するブレード 500 と、基板リフターアセンブリ 290 を熱処理チャンバ 221 に接続させるためのフランジ 520 と、熱処理チャンバ 221 内でブレード 500 の垂直移送ができるようにするための駆動システム 530 とを備える。タブ 510 は、上昇位置において基板 242' をつかむように、下降位置のときには、基板ホルダ 270 (図 5 を参照) 内に形成された収容腔 540 内に置かれるように構成される。駆動システム 530 は、例えば、シリンダー行程長 (stroke length)、シリンダー行程速度、位置決め精度、非回転精度、その他を含むさまざまな仕様を満たすように設計された空気駆動システムであり得、その設計は、空気圧駆動システム設計の当業者にとって公知である。

10

#### 【0044】

図 2 および図 5 をさらに参照して、熱処理システム 220 は、真空排気システム 280 を、さらに備えている。真空排気システム 280 は、例えば、真空ポンプおよびスロットバルブ例えばゲートバルブまたはバタフライ弁を含むことができる。真空ポンプは、例えば、1 秒につき約 5000 リットル (より大きい) までの排気速度が可能なターボモレキュラ真空ポンプ (TMP) を含むことができる。TMP は、典型的には約 50 mTorr 未満の低圧プロセスに有効である。高圧プロセス (すなわち約 100 mTorr を超える) に対しては、メカニカルブースターポンプおよびドライ荒引きポンプは、使用され得る。

20

#### 【0045】

図 5 を再度参照し、熱処理システム 220 は、マイクロプロセッサと、メモリと、熱処理システム 220 へ通信し、入力を起動し、そして同じく熱処理システム 220 からの出力をモニタするのに十分な制御電圧の生成を可能とするデジタル I/O ポートとを有するコントローラ 275 を、さらに備えることができる。さらに、コントローラ 275 は、基板ホルダ温度コントロールユニット 278、上部アセンブリ温度コントロールユニット 286、上部アセンブリ 284、熱壁温度コントロールユニット 281、真空排気システム 280 および基板リフターアセンブリ 290 に接続され、情報を交換することができる。例えば、メモリに格納されたプログラムは、プロセスレシピに従って熱処理システム 220 の上述したコンポーネントへの入力を起動させるために利用されることができる。コントローラ 275 の 1 つの実施例は、デル社、オースティン、テキサスから入手可能なデルプレジジョンワークステーション 610 (登録商標) である。

30

#### 【0046】

代替の実施形態では、コントローラ 235 および 275 は、同じコントローラであり得る。

#### 【0047】

1 つの実施例において、図 6 は、ハンドル 223 および少なくとも 1 つのヒンジ 224 を有する蓋 222 と、光学ビューポート 225 と、少なくとも 1 つの圧力感知装置 226 とをさらに備えている熱処理システム 220' を示す。加えて、熱処理システム 220' は、基板が保持平面に位置されているかどうか識別するために、基板検出システム 227 をさらに備えている。基板検出システムは、例えば、キーエンスデジタルレーザセンサを備えることができる。

40

#### 【0048】

図 12、13 および 14 は、断熱アセンブリ 230 の側面図、平面図および側面の断面図を、それぞれ記載する。断熱アセンブリ 50、150 または 650 のような類似したアセンブリも、使用されることができる。断熱アセンブリ 230 は、例えば、図 12 に示すように、化学的処理チャンバ 211 に接続し、かつ熱処理チャンバ 221 (図 14 を参照) および化学的処理チャンバ 211 の間の構造的なコンタクトを形成するように構成されたインタフェースプレート 231 と、インタフェースプレート 231 に接続され、熱処理

50

チャンバ 2 2 1 および化学的処理チャンバ 2 1 1 間の熱接触を減らすように構成された絶縁体板 2 3 2 (insulator plate 2 3 2) を備えることができる。さらにまた、図 1 2 において、インタフェースプレート 2 3 1 は、熱処理チャンバ 2 2 1 上の結合面に接続するように構成された結合面 2 3 4、を有する 1 つ以上の構造的な接点部材 2 3 3 を備えている。インタフェースプレート 2 3 1 は、2 つのチャンバ 2 1 1、2 2 1 間の剛性コンタクト (rigid contact) を形成するために、アルミニウム、ステンレス鋼等のような金属から製作され得る。絶縁体板 2 3 2 は、テフロン (登録商標)、アルミナ、石英等のような低い熱伝導率を有する材料から製作されることができ、断熱アセンブリは、2 0 0 3 年 1 1 月 1 2 日に出願された、タイトルが「熱的に絶縁隣接した温度制御されるチャンバのための方法と装置 (Method and apparatus for thermally insulating adjacent temperature controlled chambers)」の係属中の米国出願番号 1 0 / 7 0 5 , 3 9 7 において更に詳細に記載され、それは全体として参照し、ここに組み込まれる。

10

#### 【 0 0 4 9 】

図 2 および図 1 4 にて図示したように、ゲートバルブアセンブリ 2 9 7 は、共通の開口部 2 9 4 を開閉するために垂直にゲートバルブ 2 9 7 を移動するように利用される。ゲートバルブアセンブリ 2 9 6 は、真空シールにインタフェースプレート 2 3 1 を提供し、かつシールにゲートバルブ 2 9 7 を提供するゲートバルブアダプタープレート 2 3 9 をさらに備えることができる。

20

#### 【 0 0 5 0 】

2 つのチャンバ 2 1 1、2 2 1 は、図 6 のように、1 つ以上のアラインメント装置 2 3 5 および 1 つ以上の配列レセプタ 2 3 5 ' 内への終端と、第 1 のチャンバ (例えば化学的処理チャンバ 2 1 1) 上のフランジ 2 3 7 を通って延びている 1 つ以上の固定デバイス 2 3 6 (すなわちボルト) および第 2 のチャンバ (例えば熱処理チャンバ 2 2 1) の 1 つ以上の収容デバイス 2 3 6 ' (すなわちタップ穴) 内に、図 6 のように、終端することを使用し、互いに接続することができる。図 1 4 に示すように、真空シールは、例えば、エラストマ O リングシール 2 3 8 を使用して、絶縁体板 2 3 2、インタフェースプレート 2 3 1、ゲートアダプタープレート 2 3 9、および化学的処理チャンバ 2 1 1 との間に形成されることができ、真空シールは、O リングシール 2 3 8 を介して、インタフェースプレート 2 3 2 および熱処理チャンバ 2 2 1 の間に形成されることができ、

30

#### 【 0 0 5 1 】

さらに、化学的処理チャンバ 2 1 1 および熱処理チャンバ 2 2 1 を備えているコンポーネントの 1 つ以上の表面は、防護壁で被覆され得る。防護壁は、カプトン (登録商標)、テフロン (登録商標)、表面陽極酸化、アルミナやイットリア等のようなセラミックスプレー塗装、プラズマ電解酸化等の少なくとも 1 つを備えることができる。

#### 【 0 0 5 2 】

図 1 5 は、化学的処理システム 2 1 0 および熱処理システム 2 2 0 を備えている処理システム 2 0 0 を操作する方法を示す。この方法は、ステップ 8 1 0 から始まるフローチャート 8 0 0 として示され、ここで基板は、基板移送システムを使用して、化学的処理システム 2 1 0 に移送される。基板は、基板ホルダ内に収容されるリフトピンによって受け取られ、そして基板は、基板ホルダに降るされる。その後、基板は、静電クランピングシステムのようなクランピングシステムを使用して、基板ホルダに固定され、そして熱伝達ガスは、基板の裏面に供給される。

40

#### 【 0 0 5 3 】

ステップ 8 2 0 において、基板の化学的処理のための 1 つ以上の化学的処理パラメータは、セットされる。例えば、1 つ以上の化学的処理パラメータは、化学的処理プロセス圧力、化学的処理壁温度、化学的処理基板ホルダ温度、化学的処理基板温度、化学的処理ガス分配システム温度、および化学的処理ガス流量の少なくとも 1 つを備えている。例えば、次の 1 つ以上は起こり得る：1) 壁温度コントロールユニットおよび第 1 の温度感知装

50

置に接続されたコントローラは、化学的処理チャンバのための化学的処理チャンバ温度をセットするように利用される；2) ガス分配システム温度コントロールユニットおよび第2の温度感知装置に接続されたコントローラは、化学的処理チャンバのための化学的処理ガス分配システム温度をセットするように利用される；3) 少なくとも1つの温度制御部材および第3の温度感知装置に接続されたコントローラは、化学的処理基板ホルダ温度をセットするように利用される；4) 温度制御部材、裏面ガス供給システム、クランピングシステム、および基板ホルダ内の第4の温度感知装置の少なくとも1つに接続されたコントローラは、化学的処理基板温度をセットするように利用される；5) 真空排気システム、ガス分配システムおよび圧力感知装置の少なくとも1つに接続されたコントローラは、化学的処理チャンバ内のプロセス圧力をセットするように利用される；および/または、

6) 1つ以上のプロセスガスのマス流量 (mass flow rates) は、ガス分配システム内の1つ以上のマスフローコントローラに接続されたコントローラによってセットされる。

10

#### 【0054】

ステップ830において、基板は、第1の期間の間、ステップ820に記載されるコンディションの下で、化学的に処理される。例えば、第1の期間は、約10～約480秒の範囲とすることができる。

#### 【0055】

ステップ840において、基板は、化学的処理チャンバから熱処理チャンバへ移送される。ある時間の間で、基板クランプは、除去され、そして基板の裏面に対する熱伝達ガスの流れは、終了される。基板は、基板ホルダ内に収容されているリフトピンアセンブリを使用して、基板ホルダから移送平面へ、垂直に持ち上げられる。移送システムは、リフトピンから基板を受けとり、そして熱処理システム内に基板を配置する。その中で、基板リフターアセンブリは、移送システムから基板を受けとり、そして基板ホルダへ基板を降ろす。

20

#### 【0056】

ステップ850において、基板の熱処理のための熱処理パラメータは、セットされる。例えば、1つ以上の熱処理パラメータは、熱処理壁温度、熱処理上部アセンブリ温度、熱処理基板温度、熱処理基板ホルダ温度、熱処理基板温度、および熱処理プロセス圧力の少なくとも1つを備えている。例えば、次の1つ以上は起こり得る：1) 熱壁温度コントロールユニットおよび熱処理チャンバの第1の温度感知装置に接続されたコントローラは、熱処理壁温度をセットするように利用される；2) 上部アセンブリ温度コントロールユニットおよび上部アセンブリの第2の温度感知装置に接続されたコントローラは、熱処理上部アセンブリ温度をセットするように利用される；3) 基板ホルダ温度コントロールユニットおよび加熱された基板ホルダの第3の温度感知装置に接続されたコントローラは、熱処理基板ホルダ温度をセットするように利用される；4) 基板ホルダ温度コントロールユニットおよび加熱された基板ホルダの第4の温度感知装置に接続し、基板に接続されたコントローラは、熱処理基板温度をセットするように利用される；および/または、5) 真空排気システム、ガス分配システム、および圧力感知装置に接続されたコントローラは、熱処理チャンバ内の熱処理プロセス圧力をセットするように利用される。

30

40

#### 【0057】

ステップ860において、基板は、第2の期間の間、ステップ850に記載されるコンディションの下で、熱的に処理される。例えば、第2の期間は、約10秒～約480秒までの範囲とすることができる。

#### 【0058】

実施例において、処理システム200は、図2にて図示するように、酸化物ハードマスクを整える (trimming) ための化学的酸化物除去システムであり得る。処理システム200は、基板上の、酸化物表面層のようなさらされた表面層を化学的に処理する化学的処理システム210を備え、それによって、さらされた表面上のプロセス化学の吸着は、表面層の化学的変更に影響を及ぼす。加えて、処理システム200は、熱的に基板を

50



処理する熱処理システム220を備え、それによって、基板温度は、基板上の化学的に変更されたさらされた表面層を脱離（または蒸発）するように昇温される。

【0059】

化学的処理システム210において、プロセス空間262（図2を参照）は排気され、そしてHFおよびNH<sub>3</sub>を含んでいるプロセスガスは、導入される。あるいは、プロセスガスは、キャリアガスを、さらに備えることができる。キャリアガスは、例えば、アルゴン、キセノン、ヘリウム等のような不活性ガスを含むことができる。プロセス圧力は、約1～約100mTorrまでの範囲とできる。あるいは、圧力は、約2～約25mTorrまでの範囲とできる。プロセスガス流量は、各々の種に対して、約1～約200sccmまでの範囲とできる。あるいは、流量は、約10～約100sccmまでの範囲とできる。真空排気システム250は、横から化学的処理チャンバ211に、アクセルするように図2および図3に示されるけれども、均一な（三次元の）圧力フィールドは、達成され得る。表1は、プロセス圧力、およびガス分配システム260と基板242の上側表面との間の間隔の関数として、基板表面での圧力均一性の依存を示す。

10

【表1】

表1

(%)	h(間隔)				
圧力	50 mm	62	75	100	200
20 mTorr	0.6	NA	NA	NA	NA
9	NA	NA	0.75	0.42	NA
7	3.1	1.6	1.2	NA	NA
4	5.9	2.8	NA	NA	NA
3	NA	3.5	3.1	1.7	0.33

20

【0060】

加えて、化学的処理チャンバ211は、約10～約200の範囲の温度に加熱され得る。あるいは、チャンバ温度は、約35～約55の範囲とすることができる。加えて、ガス分配システムは、約10～約200の範囲の温度に加熱され得る。あるいは、ガス分配システム温度は、約40～約60の範囲とすることができる。基板は、約10～約50の範囲の温度に維持され得る。あるいは、基板温度は、約25～約30の範囲とすることができる。

30

【0061】

熱処理システム220において、熱処理チャンバ221は、約20～約200の範囲の温度に加熱され得る。あるいは、チャンバ温度は、約75～約100の範囲とすることができる。加えて、上部アセンブリは、約20～200の範囲の温度に加熱され得る。あるいは、上部アセンブリ温度は、約75～約100の範囲とすることができる。基板は、約100を超える温度に加熱することができ、例えば、約100～約200の範囲とすることができる。あるいは、基板温度は、約100～150の範囲とすることができる。

40

【0062】

ここに記載されている化学的処理および熱処理は、熱酸化物に対して、化学的処理の60秒につき、約10ナノメートルを上回るさらされた酸化物表面層のエッチング量を、熱酸化物に対して、化学的処理の180秒につき、約25ナノメートルを上回るさらされた酸化物表面層のエッチング量を、およびオゾンTEOSに対して、化学的処理の180秒につき、約10ナノメートルを上回るさらされた酸化物表面層のエッチング量を生じることができる。処理は、また、約2.5%未満の前記基板全体のエッチング偏差（バリエーション：variation）を生じ得る。

【0063】

50

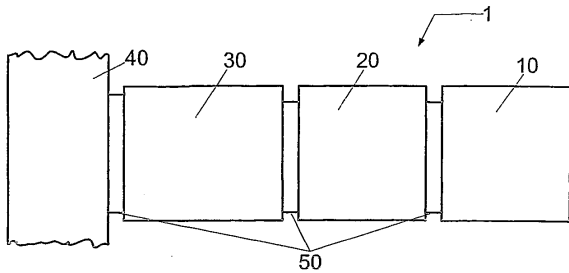
本発明の特定の実施形態だけが上で詳述したけれども、当業者は多くの変更態様が本発明の新規進歩の事項から逸脱することなく実施形態において可能であると容易に認める。

【符号の説明】

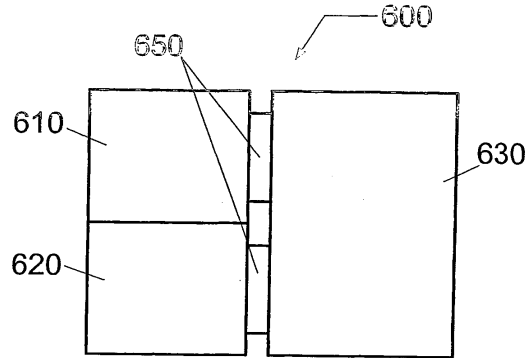
【0064】

1 ... 処理システム、10 ... 第1の処理システム、20 ... 第2の処理システム、30 ... 移送システム、40 ... マルチ部材製造システム、50 ... アイソレーションアセンブリ、100 ... 処理システム、110 ... 第1の処理システム、120 ... 第2の処理システム、130 ... 移送システム、150 ... アイソレーションアセンブリ、200 ... 処理システム、210 ... 化学的処理システム、210' ... 化学的処理システム、211 ... 化学的処理チャンバ、212 ... 蓋、213 ... ハンドル、214 ... 留め金、215 ... 光学ビューポート、216 ... 圧力感知装置、217 ... ヒンジ、220 ... 熱処理システム、220' ... 熱処理システム、221 ... 熱処理チャンバ。

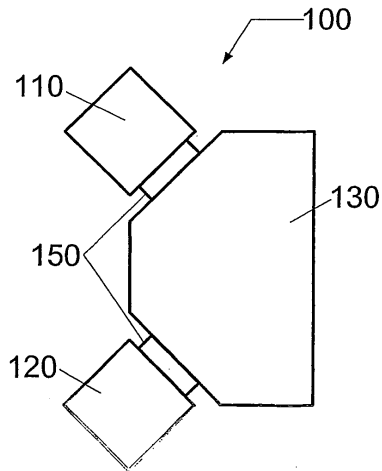
【図1A】



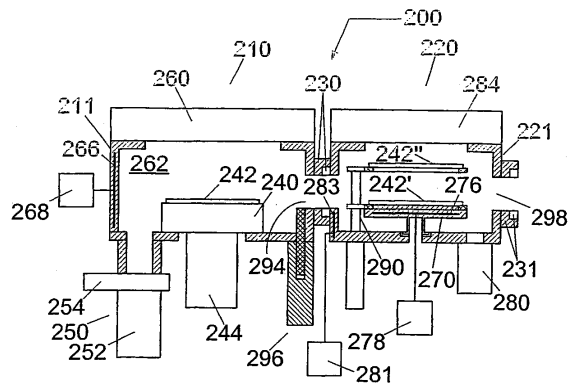
【図1C】



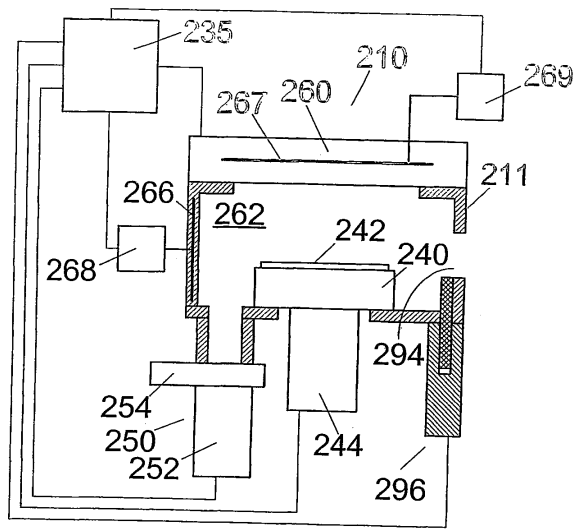
【図1B】



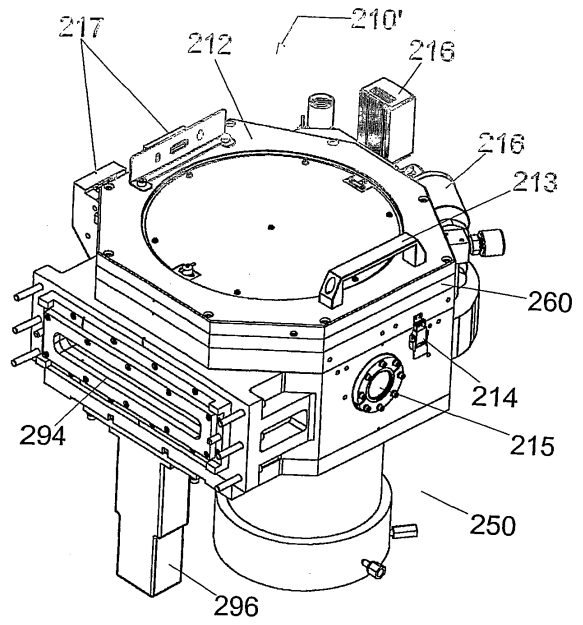
【図2】



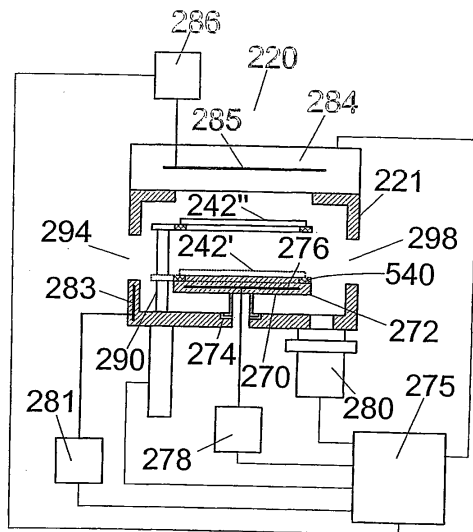
【図3】



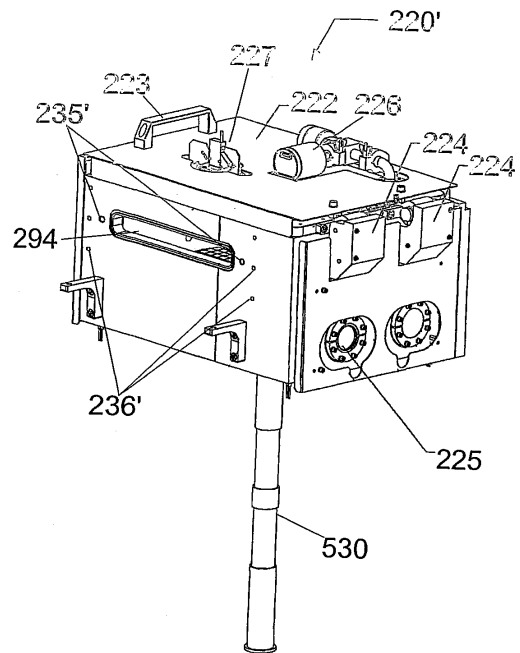
【図4】



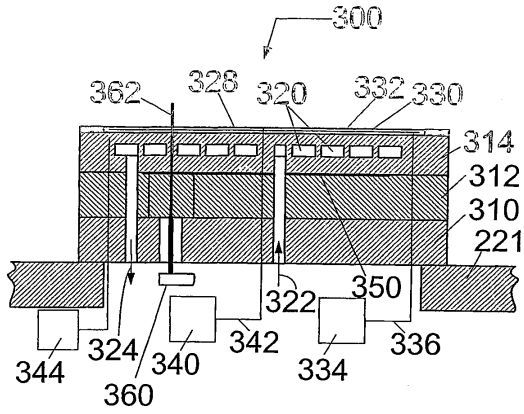
【図5】



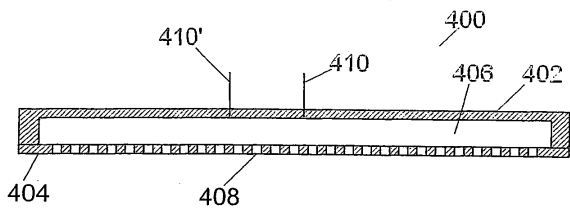
【図6】



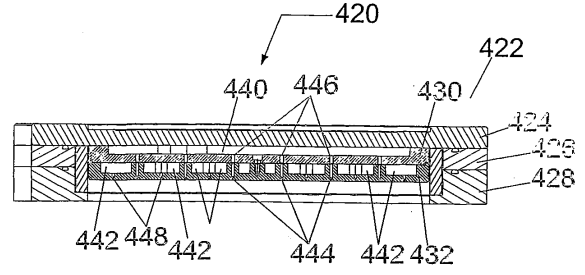
【図7】



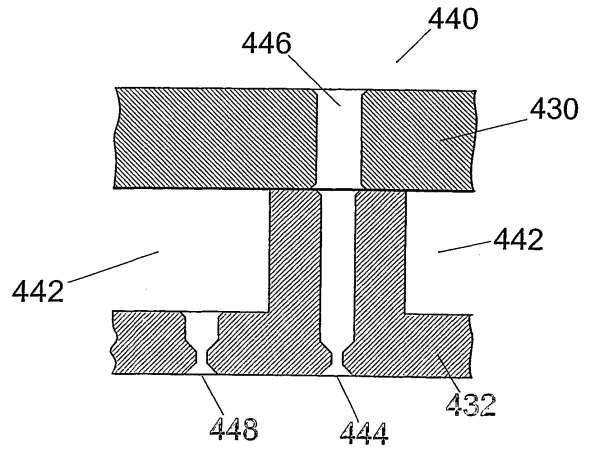
【図8】



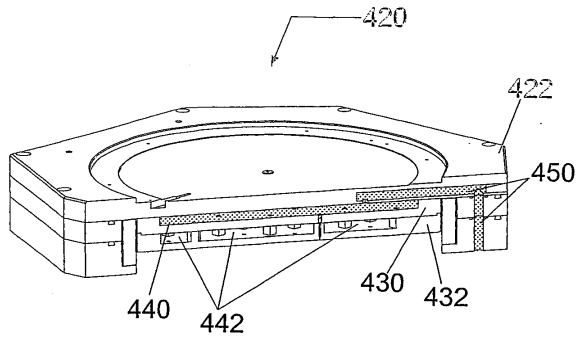
【図9A】



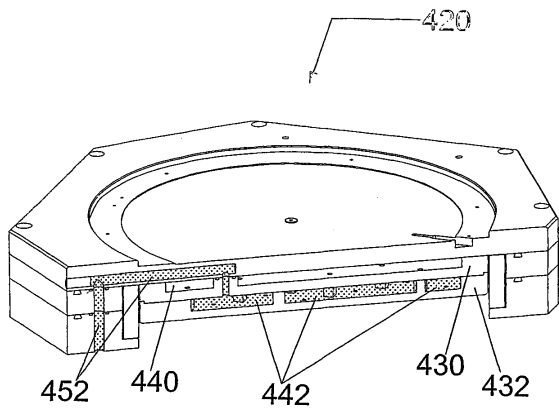
【図9B】



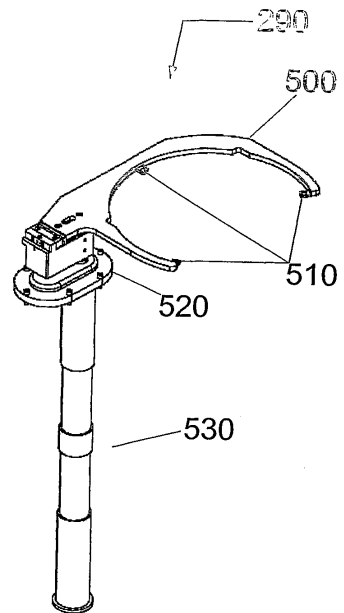
【図10A】



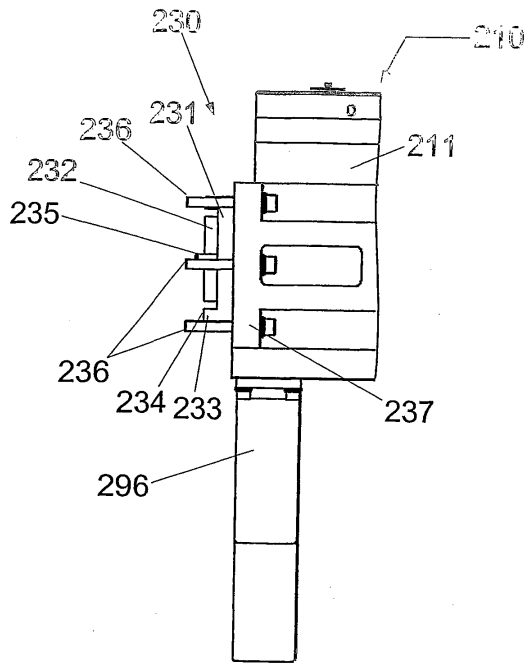
【図10B】



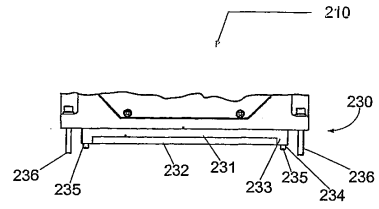
【図11】



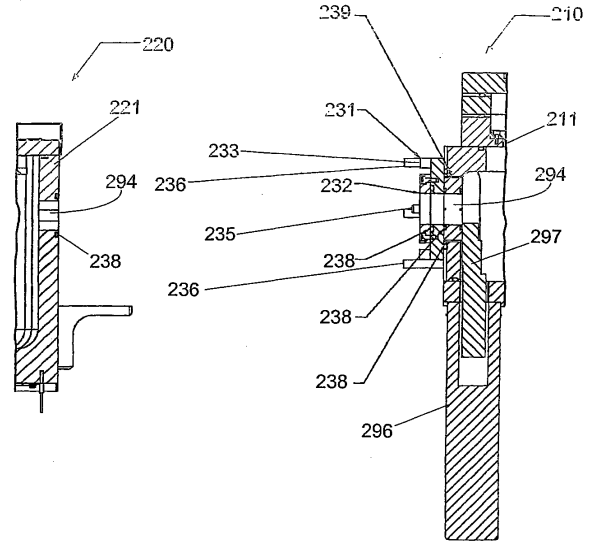
【図12】



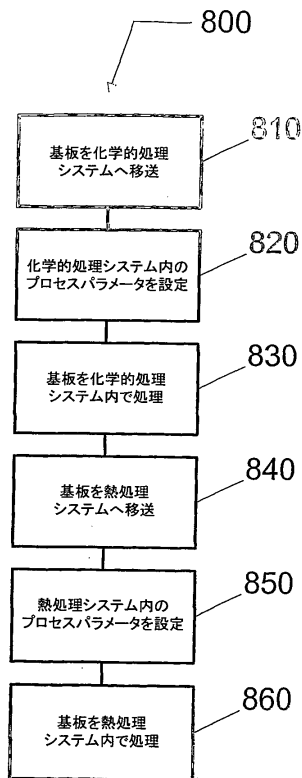
【図13】



【図14】



【図15】



## 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 100075672  
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100103034  
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓
- (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 018333、ジョージタウン、セントラル・ストリート  
91
- (72)発明者 ジェイ・ウォーレス  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 01923、ダンバース、チェイス・ストリート 38
- (72)発明者 アーサー・エイチ・ジュニア・ラフランム  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 01969、ロウレイ、キッターリー・アベニュー 15

審査官 井上 由美子

- (56)参考文献 特開平10-041277(JP,A)  
特開平11-340149(JP,A)  
特開平10-050661(JP,A)  
特開2002-075955(JP,A)  
特開平07-283205(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/302  
H01L 21/3065  
H01L 21/205  
C23C 16/44  
C23C 14/22  
C23F 4/00