

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5792174号

(P5792174)

(45) 発行日 平成27年10月7日(2015. 10. 7)

(24) 登録日 平成27年8月14日(2015. 8. 14)

(51) Int. Cl.

F I

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

H O 5 H 1/46 (2006. 01)

H O 1 L 21/302 1 O 1 G

H O 5 H 1/46 M

H O 5 H 1/46 L

H O 1 L 21/302 1 O 1 B

H O 1 L 21/302 1 O 1 C

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-531102 (P2012-531102)  
 (86) (22) 出願日 平成22年9月27日(2010. 9. 27)  
 (65) 公表番号 特表2013-506301 (P2013-506301A)  
 (43) 公表日 平成25年2月21日(2013. 2. 21)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/050401  
 (87) 国際公開番号 W02011/038344  
 (87) 国際公開日 平成23年3月31日(2011. 3. 31)  
 審査請求日 平成25年9月26日(2013. 9. 26)  
 (31) 優先権主張番号 61/246, 526  
 (32) 優先日 平成21年9月28日(2009. 9. 28)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 592010081  
 ラム リサーチ コーポレーション  
 LAM RESEARCH CORPOR  
 ATION  
 アメリカ合衆国, カリフォルニア 945  
 38, フレモント, クッシング パークウ  
 ェイ 4650  
 (74) 代理人 110000028  
 特許業務法人明成国際特許事務所  
 (72) 発明者 ディンドサ・ラジンダー  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州945  
 38 フレモント, クッシング・パークウ  
 ェイ, 4650, ラム・リサーチ・コーポ  
 レーション, リーガル・デパートメント内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 一体化閉じ込めリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の処理中にプラズマ処理システムの処理チャンバ内で圧力制御を実行するための装置であって、

上側電極と、

下側電極と、

スロットを有する単一のリングで構成されている一体化閉じ込めリング装置と、

第1のガス流路および第2のガス流路の少なくとも一方を調節して前記圧力制御を実行するために前記一体化閉じ込めリング装置を垂直方向に移動させるために構成されている少なくとも1つのプランジャと、を備え、

前記上側電極、前記下側電極、および、前記一体化閉じ込めリング装置は、閉じ込めチャンバ領域を囲むために少なくとも構成され、前記閉じ込めチャンバ領域は、基板処理中に前記基板をエッチングするためにプラズマを支持することが可能であり、前記一体化閉じ込めリング装置は、前記閉じ込めチャンバ領域内に前記プラズマを閉じ込めるために構成されており、

前記第1のガス流路は、前記上側電極の第1の突起部と前記一体化閉じ込めリング装置の第2の突起部との間に形成され、前記第2の突起部の少なくとも一部は前記第1の突起部と重なっており、前記閉じ込めチャンバ領域内の前記圧力制御は、前記少なくとも1つのプランジャを垂直方向に移動させて前記第1のガス流路の幅を調節することによって実行され、前記第2のガス流路は、前記一体化閉じ込めリング装置の下面と前記下側電極の

10

20

上面との間に形成され、前記一体化閉じ込めリング装置の前記下面の幅の少なくとも一部が、前記下側電極の前記上面と重なっており、前記閉じ込めチャンバ領域内の前記圧力制御は、前記少なくとも 1 つのプランジャを垂直方向に移動させて前記第 2 のガス流路の幅を調節することによって実行される、装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は、誘電材料から形成されている、装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は、導電材料から形成されている、装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の装置であって、前記プラズマ処理システムは、容量結合プラズマ処理システムである、装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の装置であって、さらに、前記閉じ込めチャンバ領域内の圧力を少なくとも監視および安定化するように構成されている自動フィードバック装置を備える、装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の装置であって、前記自動フィードバック装置は、前記閉じ込めチャンバ領域内の圧力に関する処理データを収集するように構成されている 1 組のセンサを備える、装置。

20

【請求項 7】

請求項 6 に記載の装置であって、前記自動フィードバック装置は、精密垂直移動装置を備え、前記精密垂直移動装置は、

前記 1 組のセンサから前記処理データを受信し、

前記処理データを分析し、

前記一体化閉じ込めリング装置の新たな位置を決定するために少なくとも構成されている、装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の装置であって、前記スロットは、1 組のスロットであり、前記 1 組のスロットの内の各スロットは、前記閉じ込めチャンバ領域からガスを排出するための追加の流路を提供するために構成され、前記各スロットの効果は、前記少なくとも 1 つのプランジャを垂直に移動させることによって変更される、装置。

30

【請求項 9】

基板の処理中にプラズマ処理システムの処理チャンバ内で圧力制御を実行するための装置であって、

上側電極と、

下側電極と、

スロットを有する単一のリングで構成されている一体化閉じ込めリング装置と、前記上側電極、前記下側電極、および、前記一体化閉じ込めリング装置は、閉じ込めチャンバ領域を囲むために少なくとも構成され、前記閉じ込めチャンバ領域は、基板処理中に前記基板をエッチングするためにプラズマを支持することが可能であり、前記一体化閉じ込めリング装置は、前記閉じ込めチャンバ領域内に前記プラズマを閉じ込めるために構成されており、

40

前記閉じ込めチャンバ領域内の圧力を制御するために少なくとも構成されたバルブと、

第 1 のガス流路および第 2 のガス流路の少なくとも一方を調節して前記圧力制御を実行するために前記一体化閉じ込めリング装置を垂直方向に移動させるために構成されている少なくとも 1 つのプランジャと、

を備え、

前記第 1 のガス流路は、前記上側電極の第 1 の突起部と前記一体化閉じ込めリング装置

50

の第2の突起部との間に形成され、前記第2の突起部の少なくとも一部は前記第1の突起部と重なっており、前記閉じ込めチャンバ領域内の前記圧力制御は、前記少なくとも1つのプランジャを垂直方向に移動させて前記第1のガス流路の幅を調節することによって実行され、

前記第2のガス流路は、前記下側電極と前記一体化閉じ込めリング装置との間に形成され、前記閉じ込めチャンバ領域内の前記圧力制御は、前記少なくとも1つのプランジャを垂直方向に移動させて前記第2のガス流路の幅を調節することによって実行される、装置。

【請求項10】

請求項9に記載の装置であって、前記第1のガス流路は、前記閉じ込めチャンバ領域からガスを排出するための第1の経路を提供する、装置。

10

【請求項11】

請求項10に記載の装置であって、前記第2のガス流路は、前記閉じ込めチャンバ領域から前記ガスを排出するための第2の経路を提供する、装置。

【請求項12】

請求項9に記載の装置であって、さらに、前記閉じ込めチャンバ領域内の圧力を監視および安定化するように少なくとも構成されている自動フィードバック装置を備える、装置。

【請求項13】

請求項9に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は、誘電材料および導電材料の少なくとも一方から形成される、装置。

20

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

プラズマ処理の進歩は、半導体業界の成長をもたらした。今日の競争的市場において、廃棄物を最小化しつつ高品質の半導体デバイスを製造できれば、製造会社は競争上優位に立つことができる。したがって、基板処理中に十分な結果を達成するには、一般に、処理パラメータの厳密な管理が必要である。こうして、製造会社は、基板処理を向上させるための方法および/または構成を特定するために時間と資源を費やしてきた。

【0002】

容量結合プラズマ(CCP)または誘導結合プラズマ(ICP)システムなどのプラズマ処理システムでは、半導体デバイスの製造は、処理チャンバ内でプラズマを用いる複数工程の処理を必要とする。処理中、ガスが高周波(RF)電力と相互作用して、プラズマを形成しうる。プラズマ形成を制御しつつ処理チャンバ壁を保護するために、閉じ込めリングが用いられてよい。閉じ込めリングは、互いに重なった複数のリングを含んでよく、プラズマが形成されるチャンバ空間(すなわち、閉じ込められたチャンバ領域)の周りを囲むよう構成される。

30

【0003】

閉じ込めリングは、さらに、閉じ込めチャンバ領域内の圧力レベルを制御するために用いられてもよい。通例、処理中に、処理チャンバは、基板処理に必要とされる所望のプラズマを生成するために、通常は、各処理工程のための所定の圧力に維持される。当業者にとって明らかなように、基板処理中には安定したプラズマが重要になる。したがって、基板処理中のプロセスパラメータの厳密な管理を維持する能力が、プラズマの安定性にとって重要である。プロセスパラメータ(例えば、圧力またはその他のパラメータ)が狭い所定のウィンドウを外れた時には、必要とされる処理レシピに従って安定したプラズマを維持するために、プロセスパラメータを調整しなければならないことがある。

40

【0004】

図1は、処理チャンバ内の閉じ込めリング装置を示す概略断面図である。例えば、基板102が下側電極104(静電チャックなど)の上に配置される状況を考える。基板処理中、基板102と上側電極108との間にプラズマ106が形成されうる。プラズマを囲んで、複数の閉じ込めリング(110a、110b、110c、110dなど)が設けら

50

れており、これらは、プラズマ１０６を閉じ込めると共に、閉じ込め領域（閉じ込めチャンバ領域１１８など）内の圧力を制御するために用いられ得る。複数の閉じ込めリング間のギャップ（ギャップ１１２a、１１２b、１１２cなど）は、排気速度（ひいては、基板表面の上方の圧力）を制御するために調節され得る。

【０００５】

複数の閉じ込めリング（１１０a、１１０b、１１０c、１１０dなど）を用いる典型的な処理チャンバでは、閉じ込めリングは結合点を有しうる。各結合点には、プランジャ（例えば、１１４および１１６など）が配置される。閉じ込め領域１１８内の圧力の大きさを制御するために、プランジャ制御モジュール１２０（カムリング装置など）が、プランジャを垂直（上下）に移動させて、複数の閉じ込めリング（１１０a、１１０b、１１０c、１１０dなど）の間のギャップを調節しうる。閉じ込めリングの間のギャップを調節することによって、閉じ込めチャンバ領域から排気されるガスのコンダクタンス率を制御することが可能であり、それにより、処理チャンバ内の圧力の大きさを制御することができる。換言すると、基板処理中に、チャンバ圧が、指定された範囲（現在のレシピ工程によって決定された範囲など）を外れた場合に、閉じ込めリングが調節されうる。一例では、処理チャンバ内の圧力を高めるために、閉じ込めリング間のギャップが縮小されうる。

10

【０００６】

競争的な市場において、処理および／または構成要素を簡略化することができれば、通常、製造会社は競争相手よりも優位に立つことができる。ますます競争が激しくなる基板処理市場に鑑みれば、プラズマ生成領域内にプラズマ形成を閉じ込めつつ圧力制御を提供する簡単な装置が望まれる。

20

【図面の簡単な説明】

【０００７】

添付の図面では、限定ではなく例示を目的として本発明を図示する。なお、これらの添付図面においては、同様の構成要素には同様の符号が付されている。

【０００８】

【図１】処理チャンバ内の閉じ込めリング装置を示す概略断面図。

【０００９】

【図２】本発明の実施形態において、圧力制御およびプラズマ閉じ込めを実行するための単一の一体化閉じ込めリング装置の構成を示す断面図。

30

【図３A】本発明の実施形態において、圧力制御およびプラズマ閉じ込めを実行するための単一の一体化閉じ込めリング装置の構成を示す断面図。

【図３B】本発明の実施形態において、圧力制御およびプラズマ閉じ込めを実行するための単一の一体化閉じ込めリング装置の構成を示す断面図。

【図３C】本発明の実施形態において、圧力制御およびプラズマ閉じ込めを実行するための単一の一体化閉じ込めリング装置の構成を示す断面図。

【図３D】本発明の実施形態において、圧力制御およびプラズマ閉じ込めを実行するための単一の一体化閉じ込めリング装置の構成を示す断面図。

【図４】本発明の実施形態において、圧力制御およびプラズマ閉じ込めを実行するための単一の一体化閉じ込めリング装置の構成を示す断面図。

40

【図５】本発明の実施形態において、圧力制御およびプラズマ閉じ込めを実行するための単一の一体化閉じ込めリング装置の構成を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下では、添付図面に例示された、いくつかの実施形態を参照しつつ、本発明の詳細な説明を行う。以下の説明では、本発明の完全な理解を促すために、数多くの具体的な詳細事項が示されている。しかしながら、当業者にとって明らかなように、本発明は、これらの具体的な詳細事項の一部または全てがなくとも実施することが可能である。また、本発明が不必要に不明瞭となるのを避けるため、周知の処理工程および／または構造について

50

は、詳細な説明を省略した。

【 0 0 1 1 】

以下では、方法および技術を含め、様々な実施形態について説明する。本発明は、本発明の技術の実施形態を実行するためのコンピュータ読み取り可能な命令を格納するコンピュータ読み取り可能な媒体を含む製品も含みうることに留意されたい。コンピュータ読み取り可能な媒体としては、例えば、コンピュータ読み取り可能な暗号を格納するための半導体、磁気、光磁気、光学、または、その他の形態のコンピュータ読み取り可能な媒体が挙げられる。さらに、本発明は、本発明の実施形態を実施するための装置も含んでよい。かかる装置は、本発明の実施形態に関するタスクを実行するために、専用および/またはプログラム可能な回路を備えてよい。かかる装置の例は、汎用コンピュータおよび/または適切にプログラムされた専用コンピュータデバイスを含み、本発明の実施形態に関する様々なタスクに適合したコンピュータ/コンピュータデバイスおよび専用/プログラム可能回路を組み合わせたものを含んでもよい。

10

【 0 0 1 2 】

本発明の実施形態によると、プラズマ生成領域内にプラズマを閉じ込めると共にプラズマ生成領域内の圧力を制御するために、単一すなわち一体化（本発明の文脈においてはこれらの用語は同義である）閉じ込めリング装置が提供される。この用語が本明細書で定義されるように、一体化閉じ込めリングは、1または複数の実施形態では、単一の材料ブロックから形成されうるリングであり、他の実施形態では、後に組み立てられる複数の個別に製造された部品を含みうるリングである。単一の一体化閉じ込めリングを形成するために複数の部品が組み立てられると、様々な閉じ込め部品は、配備および格納中に互いに相対的に動くことができなくなる。これは、リングが配備および格納中に拡張して崩壊する可能性のある従来技術の状況と異なる。一実施形態では、一体化リングは、1または複数のリングを備えてよい。

20

【 0 0 1 3 】

本発明の実施形態は、処理チャンバの要件に応じて異なる構成で実装されてよい一体化閉じ込めリング装置を含む。本発明の実施形態は、さらに、プラズマ生成領域内の圧力を監視および安定化するための自動フィードバック装置を含む。

【 0 0 1 4 】

一実施形態では、プラズマ生成領域内にプラズマを閉じ込め、プラズマ生成領域内の圧力を制御するために、一体化閉じ込めリング装置が提供される。閉じ込めリングは、プラズマが閉じ込めチャンバ領域から逸脱するのを防ぐと共に、チャンバ壁を保護するために、プラズマが形成される処理チャンバ領域（すなわち、閉じ込めチャンバ領域）の周りを囲んでよい。一般に、閉じ込めチャンバ領域からガス（中性ガス種など）を排出するための1または複数の流路（チャンネル）が提供される。閉じ込めチャンバ領域内のガス排出のコンダクタンス率は、通常、プラズマ生成領域からガスを排気するために利用できる流路のサイズおよび長さの因子であるため、一実施形態において、処理チャンバ内に一体化閉じ込めリングを実装するために、異なる構成が提供されうる。

30

【 0 0 1 5 】

一実施形態において、閉じ込めリングを垂直に上下動させることによって、流路のサイズが縮小または拡張されてよく、それにより、コンダクタンス率を変化させて、閉じ込めチャンバ領域内の圧力を調節することができる。一例では、閉じ込めリングを下方に移動させることによって、一体化閉じ込めリングの下面と下側接地延長部の上面との間のギャップが縮小されうる。したがって、閉じ込めチャンバ領域から排出されうるガスが少なくなることにより、プラズマ生成領域内の圧力レベルが上昇する。

40

【 0 0 1 6 】

別の実施形態では、閉じ込めリングが垂直に上下動される時に、流路の長さが調節されてもよい。一例では、閉じ込めリングを上方に動かすと、閉じ込めリングの左の側壁と上側電極の右の側壁との間の流路が長くなりうる。流路が長くなると、通常、ガス流に対する抵抗が大きくなる。したがって、排出されるガスが少なくなり、閉じ込めチャンバ領域

50

内の圧力が上昇する。

【0017】

流路のサイズおよび長さに加えて、利用できる流路の数も、閉じ込めチャンバ領域からガスを排出する際の総コンダクタンス率に影響を与えうる。一例では、閉じ込めチャンバ領域からガスを排出するための2つの可能な流路が存在する場合、両方の流路が総コンダクタンス率の決定に際して考慮されうる。これは、一方の流路が他方の流路のコンダクタンス率に逆の影響を与える場合、特に当てはまる。例えば、上側の流路および下側の流路が、閉じ込めチャンバ領域からガスを排出するために利用できるとする。閉じ込めリングが下方に移動されると、上側の流路は短くなり（したがって、流れに対する抵抗が小さくなり）、下側の流路は縮小される（したがって、流れに対する抵抗が大きくなる）。閉じ込めチャンバ領域に対する総コンダクタンス率を計算するために、上側の流路および下側の流路の両方に対するコンダクタンス率が考慮されてよい。

10

【0018】

一実施形態では、排気流を円滑にするために、1または複数のスロットが、一体化閉じ込めリングに形成されてよい。スロットは、長さが等しくてもよいし、長さが異なってもよい。スロットは、均等に、または、不均等に離間されてよい。スロットの長さおよび断面積は、様々であってもよい。

【0019】

一実施形態では、圧力を閉じ込めて圧力制御を管理するために、フィードバック装置が提供されてよい。フィードバック装置は、閉じ込めチャンバ領域内の圧力レベルを監視するよう構成されたセンサを備えてもよい。センサによって収集されたデータは、分析のために精密垂直移動装置に送信される。所定の閾値範囲との比較が実行され得る。圧力レベルが閾値範囲外にある場合、閉じ込めリングは、閉じ込めチャンバ領域内の圧力レベルを局所的に変化させるために、新たな位置に移動され得る。

20

【0020】

本発明の特長および利点は、図面と以下の説明を参照すれば、よりよく理解できる。

【0021】

以下の式1は、制御可能なギャップのコンダクタンスを示す簡単な式である。

$$\text{制御可能なギャップのコンダクタンス} \sim (C * D n) / L \quad (\text{式1})$$

C = 定数（ガスの分子量、温度などの関数）

D = 排ガスを排出するためのチャンネルの幅

L = 排ガスを排出するためのチャンネルの長さ

n = 排ガスを排出するためのチャンネル（スロットなど）の数

30

【0022】

式1で示されるように、ガス排出のコンダクタンス率は、上記の変数（D、L、または、n）の1つを変化させることによって制御されうる。次のいくつかの図（図2～図5）は、閉じ込めチャンバ領域内のプラズマ閉じ込めおよび圧力制御の少なくとも一方を制御するために単一の一体化閉じ込めリングを実装するための異なる構成例を提供する。

【0023】

図2は、本発明の一実施形態において、圧力制御および/またはプラズマ閉じ込めを実行するための一体化閉じ込めリング装置を備えた処理チャンバ200を示す概略部分図である。一実施形態では、処理チャンバ200は、容量結合プラズマ処理チャンバである。

40

【0024】

本明細書では、一例として容量結合プラズマ（CCP）処理システムを用いて、様々な実施例が記載されうる。ただし、本発明は、CCP処理システムに限定されず、存在し得る他の処理システム（誘導結合プラズマ（ICP）処理システムなど）にも適用されうる。このように、記載事項は例であり、本発明は提示された例に限定されない。

【0025】

基板処理中、基板のエッチングに利用可能なプラズマが、閉じ込めチャンバ領域204内で形成され得る。プラズマ形成を制御すると共に処理チャンバ部品を保護するために、

50

一実施形態において、一体化閉じ込めリング202が、閉じ込めチャンバ領域204の周りを囲むために用いられ得る。一実施形態では、閉じ込めリング202の少なくとも一部は、略円筒形であり、上側電極206とチャンバ壁208との間に配置される。さらに、閉じ込めリング202の幅の一部は、下部接地延長部210と重なっている。一実施形態において、閉じ込めリング202は、誘電材料またはRF接地導電材料から形成されてもよい。一体化閉じ込めリングに加えて、閉じ込めチャンバ領域204の周囲は、さらに、上側電極206、下側電極上に配置された基板、下部接地延長部210、および、その他のチャンバ構造によって規定され得る。

#### 【0026】

基板処理中、ガスは、ガス分配システム（図示せず）から閉じ込めチャンバ領域204内に流れ、RF電力と相互作用して、プラズマを形成しうる。閉じ込め領域（閉じ込めチャンバ領域204）から排ガスを排出するために、通常、1または複数の排出流路が提供される。一例では、排ガスは、上側流路212または下側流路214に沿って流れることによって、閉じ込めチャンバ領域204から排出されうる。一実施形態では、閉じ込めチャンバ領域204からの排ガスの排出速度は、閉じ込めリング202を垂直（上下）に移動させることによって制御され得る。

#### 【0027】

上記の式1に示したように、ガス排出のコンダクタンス率は、変数（D、L、または、n）の1つを変化させることによって制御されうる。一例では、閉じ込めリング202を垂直に上下動させることによって、閉じ込めリング202の下面と下部接地延長部210の上面との間の距離であるギャップ218（D）が調節されうる。換言すると、ギャップ218を調節することによって、コンダクタンス率が変化しうるため、それにより、閉じ込めチャンバ領域204内の圧力レベル（ $P_w$ ）を変化させることができる。例えば、ギャップ218を縮小することによって、閉じ込めチャンバ領域204から排出されるガスが少なくなり、それにより、閉じ込めチャンバ領域204内の圧力レベル（ $P_w$ ）が上昇する。逆に、ギャップ218を拡大することによって、閉じ込め領域204から排出されるガスが多くなり、それにより、閉じ込めチャンバ領域204内の圧力レベル（ $P_w$ ）が低下する。

#### 【0028】

図2に示すように、閉じ込めチャンバ領域204からガスを排出するための2つの流路（214および212）が存在するため、閉じ込めチャンバ領域204の総コンダクタンス率は、下側流路コンダクタンス率および上側流路コンダクタンス率の両方の因子でありえる。下側流路214と同様に、閉じ込めリング202が調節されると、上側流路コンダクタンス率も変化しうる。一実施形態において、逆の影響は、流路の長さ（L）によって変わりうる。一例では、閉じ込めリング202を下方に移動させることによって、一体化閉じ込めリング202と上側電極206との間の上側流路212の一部が短くなり（すなわち、上側流路212の長さが短くなり）、それにより、排出速度が増大する。別の例では、通常、流路が長くなるとガス流に対する抵抗が大きくなるため、閉じ込めリング202が垂直上方に移動されると、一体化閉じ込めリング202と上側電極206との間の上側流路212の一部が延長されて、排出速度が減少しうる。

#### 【0029】

別の実施形態では、閉じ込めリング202の側壁と上側電極206の右側壁との間の距離（ギャップ228）が、総コンダクタンス率に影響を有しうる。換言すると、ギャップ228の幅は、上側流路212のコンダクタンス率を変化させうる。一例では、ギャップ228が広くなると、上側流路212のコンダクタンス率が増大しうる。例えば、狭いギャップ228を有する処理チャンバAは、広いギャップ228を有する処理チャンバよりも総コンダクタンス率に対して小さい影響を有しうる。

#### 【0030】

一実施形態では、1組のブランジャ222が、利用可能な結合点で閉じ込めリング202に取り付けられてよい。ブランジャの数は、結合点の数に依存しうる。ブランジャは、

10

20

30

40

50

閉じ込めリング 202 を垂直方向上下に調節するために、同時に移動されうる。一実施形態において、1組のプランジャ 222 は、精密垂直移動装置 224 ( ステッパアセンブリ、カムリング装置など ) に結合されてよい。精密垂直移動装置 224 は、閉じ込めチャンバ領域 204 内の圧力レベル (  $P_w$  ) を所望のレシピ工程のレベルに維持することを可能にする位置に閉じ込めリング 202 を移動するために用いられてよい。

#### 【0031】

一実施形態において、1組のプランジャ 222 は、1組のセンサ ( センサ 226 など ) によって収集された処理データ ( 圧力データなど ) に応じて移動されうる。圧力データは、精密垂直移動装置 224 に送信されてよく、精密垂直移動装置 224 は、圧力データを処理および分析するためのモジュールをさらに備えてよい。処理データが閾値範囲を外れた場合、1組のプランジャ 222 は、閉じ込めチャンバ領域 204 内の圧力レベルを変化させるために、垂直に上下動されてよい。一例では、圧力レベルが所定の閾値より高いことを処理データが示す場合、ギャップ 218 は、閉じ込めチャンバ領域 204 内の圧力を下げるために拡大されてよい。一実施形態において、データの収集、データの分析、および、1組のプランジャ 222 の調節の内の少なくとも1つの動作が、人間の介入なしに自動的に実行されてよい。

10

#### 【0032】

本明細書に述べたように、「外れる」という用語は、超える、下回る、範囲内にある、などの意味を含みうる。「外れる」という単語の意味は、閾値 / 閾値範囲の条件に依存しうる。一例において、圧力の値が、例えば、或る値以上であることが、レシピによって求められる場合、処理データは、圧力の値が閾値 / 閾値範囲未満であれば、閾値 / 閾値範囲を外れたと見なされる。別の例において、圧力の値が、例えば、或る値未満であることが、レシピによって求められる場合、処理データは、圧力の値が閾値 / 閾値範囲を超えれば、閾値 / 閾値範囲を外れたとされる。

20

#### 【0033】

一実施形態において、閉じ込めリング 202 は、1または複数のスロット 250 を備え得る。1組のスロット (  $n$  ) は、一実施形態において、閉じ込めチャンバ領域からガスを排出するためのさらなる流路を提供するために用いられ得る。スロットは、長さが等しくてもよいし、長さが異なってもよい。スロットは、均等に、または、不均等に離間されてよい。スロットの長さおよび断面積は、様々であってもよい。一実施形態において、1組のスロットは、光学センサによるプラズマ状態の検出を容易にするための通路を含んでよく、光学センサは、基板処理中に終点データを取得するために用いられてよい。

30

#### 【0034】

一実施形態において、閉じ込めリング 202 が、プラズマ閉じ込めを管理するために用いられてよく、外部構成要素が、圧力制御を実行するために用いられてよい。当業者にとって周知のように、処理チャンバ内の構成要素が処理中に動かないことを必要とするレシピもありうる。この種の環境において、閉じ込めリング 202 は、所定の静止位置に配置されうる。所定の静止位置は、プラズマ非閉じ込めの可能性を最小化する位置でありうる。一実施形態において、閉じ込めチャンバ領域 204 内の圧力レベルを調節するために、バルブ ( V A T バルブ 252 など ) が用いられてよい。

40

#### 【0035】

図 3 A は、本発明の一実施形態において、高インダクタンスの上側流路実装を備えた一体化閉じ込めリングを示す断面図である。一実施形態において、プラズマ処理システムは、容量結合プラズマ ( C C P ) 処理システムであってもよい。処理チャンバ 300 は、プラズマが形成されるチャンバ空間 ( すなわち、閉じ込めチャンバ領域 304 ) の周りを囲むよう構成された閉じ込めリング 302 を備えてよい。閉じ込めリング 302 は、閉じ込めリング 302 の上側部分がショルダ構造 330 を有することを除けば、閉じ込めリング 202 と同様である。

#### 【0036】

図 2 と同様に、上側電極 306 および下部接地延長部 310 も、閉じ込めチャンバ領域

50



304の外周の一部を規定し得る。一実施形態において、上側電極306は、突起部（シェルフ構造332）を備え得る。したがって、閉じ込めリング302が垂直下方に動く時、閉じ込めリング302が移動しうる距離は、下部接地延長部310の上面（図2と同様）だけでなく、シェルフ構造332によっても規定され得る。

#### 【0037】

基板処理中、閉じ込めチャンバ領域304から排ガスを排出するために、2つの流路（312および314）が利用可能であってもよい。コンダクタンス率は、閉じ込めリング302の下面と下部接地延長部310の上面との間のギャップ318を調節することによって制御され得る。一例において、コンダクタンス率を低下させるために、1組のプランジャ322を下げて、閉じ込めリング302を垂直下方に移動させ、それにより、ギャップ318を狭くしてもよい。同時に、ショルダ構造330が上側電極306のシェルフ構造332に近づくので、ギャップ328も狭くなる。

10

#### 【0038】

一実施形態では、ギャップ318およびギャップ328は、同じ幅を有し得る。この場合、ショルダ構造330がシェルフ構造332上に載っている時には、流路312および314が両方とも閉じられるため、閉じ込めチャンバ領域304からガスが排出されない。

#### 【0039】

別の実施形態では、ギャップ318およびギャップ328が、異なる幅を有してもよい。一例において、ギャップ318は、ギャップ328よりも広くてよい。この例では、ショルダ構造330がシェルフ構造332上に載っている時に、流路312のみが閉じられ、流路314は排ガスを排出するために利用可能である。別の例において、ギャップ318は、ギャップ328よりも狭くてよい。その結果として、閉じ込めリング302の下面が下部接地延長部310の上面の上に載っている時に、流路314のみが閉じられる。換言すると、流路312は、まだ、排ガスを排出するために利用可能である。

20

#### 【0040】

一実施形態において、シェルフ - ショルダ構成の代わりに、閉じ込めリング302の左上側壁（364）が傾斜されてもよい（図3B、図3C、および、図3Dに示すように）。一例において、閉じ込めリング302の左上側壁364は、90度未満の傾斜であってもよい。同様に、上側電極306の右側壁の一部（362）が傾斜されてもよい。一例において、上側電極の右側壁の一部（362）は、90度よりも大きく傾斜されてもよい。この結果、排ガスを排出することを可能にするために、2つの側壁の間にギャップ360が形成され得る。コンダクタンス率は、ギャップ360を調節することによって制御され得る。一例では、コンダクタンス率を低くするために、閉じ込めリング302を垂直下方に移動させてギャップ360を狭くしてよく、それにより、閉じ込めチャンバ領域304内の圧力が上昇される（図3C）。逆に、コンダクタンス率を高くするために、閉じ込めリング302を垂直上方に移動させてギャップ360を広げてよく、それにより、閉じ込めチャンバ領域304内の圧力が低下される（図3D）。

30

#### 【0041】

一実施形態において、閉じ込めチャンバ領域304内の圧力データを収集するために、センサ326が用いられてよい。圧力データは、分析のために精密垂直移動装置324（ステップアセンブリ、カムリング装置など）に送信されてよい。圧力レベルが所定の閾値範囲を外れた場合、閉じ込めリング302を新たな位置に調節するために、1組のプランジャ322が移動されてよい。図2と同様に、一実施形態において、データの収集、データの分析、および、1組のプランジャ222の調節の内の少なくとも1つの動作が、人間の介入なしに自動的に実行されてよい。

40

#### 【0042】

一実施形態において、閉じ込めリング302は、1または複数のスロット350を備えてよい。1組のスロット（n）は、一実施形態において、閉じ込めチャンバ領域からガスを排出するためのさらなる流路を提供し得る。スロットは、長さが等しくてもよいし、長

50

さが異なってもよい。スロットは、均等に、または、不均等に離間されてよい。スロットの長さおよび断面積は、様々であってもよい。一実施形態において、1組のスロットは、光学センサによるプラズマ状態の検出を容易にするための通路を含んでよく、光学センサは、基板処理中に終点データを取得するために用いられてよい。

#### 【0043】

一実施形態において、閉じ込めリング302が、プラズマ閉じ込めを管理するために用いられてよく、外部構成要素が、圧力制御を実行するために用いられ得る。例えば、レシピ実行中に処理チャンバ内の全構成要素が静止していることをレシピが要求する状況を考える。この種の環境において、閉じ込めリング302は、所定の静止位置に配置されうる。所定の静止位置は、プラズマ非閉じ込めの可能性を最小化する位置でありうる。一実施形態において、閉じ込めチャンバ領域304内の圧力レベルを調節するために、バルブ(VATバルブ352など)が用いられてよい。

10

#### 【0044】

上述のように、コンダクタンス率は、流路の断面寸法だけでなく、流路の長さおよび間隔からも影響を受ける。図4および図5は、流路の長さを変化させてプラズマ閉じ込めおよび圧力制御を実行するために一体化閉じ込めリング装置が利用されうる方法の例である。

#### 【0045】

図4は、本発明の一実施形態において、プラズマ処理システムの処理チャンバ400内の一体化閉じ込めリング装置を示す断面図である。一実施形態において、プラズマ処理システムは、容量結合プラズマ(CCP)処理システムである。例えば、基板が処理チャンバ400内で処理されている状況を考える。基板処理中、エッチングを実行するために、基板上方でプラズマが形成される。

20

#### 【0046】

一実施形態では、プラズマを閉じ込めるために、閉じ込めリング402を用いて、プラズマ生成領域(すなわち、閉じ込めチャンバ領域404)を囲む。図2と同様に、閉じ込めリング402は、単一の一体化閉じ込めリングである。ただし、閉じ込めリング402は、上側電極406から下部接地延長部410の上面よりも下方まで伸長し得る。

#### 【0047】

図2と異なり、ギャップ458(図4の閉じ込めリング402の左側壁と上側電極406の右側壁との間の距離)およびギャップ418(図4の閉じ込めリング402の左側壁と下部接地延長部410の右側壁との間の距離)の両方が、固定距離であってもよい。ガス排出のコンダクタンス率を制御するために、各流路(412および414)の長さが調節されてよい。

30

#### 【0048】

一実施形態において、排ガスは、閉じ込めリング402を垂直に(上下に)移動させることによって、閉じ込めチャンバ領域404から排出されうる。上記の式1からわかるように、流路の長さ(L)が長くなると、コンダクタンス率が低下する。換言すると、流路が長くなると、ガス流の抵抗が増大する。結果として、プラズマ生成領域から排気されるガスが少なくなりうるため、閉じ込めチャンバ領域404内の圧力が上昇しうる。

40

#### 【0049】

以上からわかるように、流路412および414は、互いに逆の影響を有しうる。一例において、閉じ込めリング402が垂直下方に移動されると、一体化閉じ込めリング402と下部接地延長部410との間の流路414の一部が長くなり、一体化閉じ込めリング402と上側電極406との間の流路412の一部が短くなる。結果として、下側流路414のコンダクタンス率が増大し、上側流路412のコンダクタンス率が低下する。したがって、閉じ込めチャンバ領域404の総コンダクタンス率を決定する際には、両方の流路におけるコンダクタンス率が考慮されうる。

#### 【0050】

一実施形態において、閉じ込めリング402の構成は、上側流路(412)におけるコ

50

ンダクタンス率の変動の可能性を最小化しうる。一例において、閉じ込めリング402の構成は、閉じ込めリング402が下方に移動された時に、閉じ込めリング402の左側と上側電極406の右側との間の長さが同じままであることにより、上側流路(412)のコンダクタンス率が相対的に変化しないように維持されるような構成であってよい。このタイプの構成では、総コンダクタンス率は、下側流路414を調節することによって制御されてよい。

【0051】

一実施形態において、閉じ込めリング402は、利用可能な結合点で1組のプランジャ422に取り付けられてよい。ここでも、プランジャの数は、結合点の数に依存する。1組のプランジャは、閉じ込めリング402の垂直部分を調節するために、同時に移動されうる。図2と同様に、1組のプランジャ422の移動を制御するために、精密垂直移動装置424(ステッパアセンブリ、カムリング装置など)が用いられてよい。

10

【0052】

一実施形態において、フィードバック装置が提供されてよい。フィードバック装置は、閉じ込めチャンバ領域404内の圧力レベルに関するデータを収集するために利用されるセンサ426を備えてよい。圧力データは、分析のために精密垂直移動装置424に送信されてよい。処理データが閾値範囲を外れた場合、1組のプランジャ422は、閉じ込めチャンバ領域404内の圧力レベルを変化させるために、垂直に移動されてよい。一実施形態において、データの収集、データの分析、および、1組のプランジャ422の調節の内の少なくとも1つの動作が、人間の介入なしに自動的に実行されてよい。

20

【0053】

一実施形態において、閉じ込めリング402が、プラズマ閉じ込めを管理するために用いられてよく、外部構成要素が、圧力制御を実行するために用いられ得る。例えば、レシピ実行中に処理チャンバ内の全構成要素が静止していることをレシピが要求する状況を考える。この種の環境において、閉じ込めリング402は、所定の静止位置に配置され得る。所定の静止位置は、プラズマ非閉じ込めの可能性を最小化する位置であり得る。一実施形態において、閉じ込めチャンバ領域404内の圧力レベルを調節するために、バルブ(VATバルブ452など)が用いられ得る。

【0054】

一実施形態において、閉じ込めリング402は、図5に示すように、追加的あるいは代替的に、1組のスロットを備えるよう実装されてもよい。上述のように、閉じ込めチャンバ領域からガスを排出するための流路のサイズおよび長さに加えて、排出のために利用できる流路の数(n)および間隔も、コンダクタンス率の因子でありうる。一例において、閉じ込めリング402は、4つのスロット(502、504、506、および、508)を有してもよい。したがって、閉じ込めチャンバ領域404からガスを排出するのに利用可能なのは2つの流路(412および414)だけではなく、排ガスを排出するためにさらに4つの流路が利用可能である。

30

【0055】

一実施形態において、ガス排出のコンダクタンス率は、利用可能なスロットの数を調節することによって制御されてもよい。一例において、コンダクタンス率を低下させるために、スロットの内の1または複数を遮断することにより、スロットによって提供される流路を通して閉じ込めチャンバ領域404にガスが流出するのを防ぐことができる。一例では、スロット502および504が、下部接地延長部410の上面よりも下に配置されてよい。この場合、スロット506および508のみが、閉じ込めチャンバ領域404からガスを排出するために利用できる。換言すると、閉じ込めリング402が垂直下方に移動されると、スロット502および504が、下部接地延長部410によって遮断されうる。結果として、スロット502および504を通る流路は、もはや閉じ込めチャンバ領域404から排ガスを排出するために利用できなくなる。

40

【0056】

図2～図5は、式1に関連して記載されている。しかしながら、当業者にとって明らか

50

なように、式 1 は、コンダクタンス率を計算する式の一例に過ぎない。式 1 は、コンダクタンス率に影響を及ぼしうる 3 つの変数 ( D、L、および、n ) の間の関係性を示す例として用いられている。コンダクタンス率を計算するために、他の式が用いられてもよい。一例において、以下の式 2 は、コンダクタンス率を計算するために利用可能な別の式の例を示す。

【数 1】

$$C = \frac{2 * K * w^2 * h^2 * \bar{v}}{3 (w + h) * t}, \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{8 kT}{\pi m}} \quad (\text{式 2})$$

10

【0057】

ここでも、C = コンダクタンス率、K = 定数、w = 幅、h = 高さ、v = 速度、t = 厚さ、T = 温度、および、m = ガスの質量である。

【0058】

以上からわかるように、本発明の 1 または複数の実施形態は、一体化閉じ込めリング装置を提供する。一体化閉じ込めリングによると、流路の数、流路のサイズ、および / または、利用できる流路の長さなどを変化させることによって、コンダクタンス率を管理することができる。設計を単純化することによって、プラズマ生成領域内におけるプラズマ閉じ込めおよび / または圧力制御の機能を実行するために必要な機械的構成要素が少なくなっている。機械的構成要素が少ないため、一体化閉じ込めリング装置は、より信頼性が高くなり、一体化閉じ込めリング装置の維持および修理のコストが低減される。

20

【0059】

以上、いくつかの好ましい実施形態を参照しつつ本発明を説明したが、本発明の範囲内で、種々の代替物、置換物、および、等価物が可能である。本明細書では様々な例を提供したが、これらの例は、例示を目的としたものであり、本発明を限定するものではない。

【0060】

また、発明の名称および発明の概要は、便宜上、本明細書で提供されているものであり、特許請求の範囲を解釈するために用いられるべきものではない。さらに、要約書は、非常に簡潔に書かれており、便宜上提供されているものであるため、特許請求の範囲に記載された発明全体を解釈または限定するために用いられるべきではない。「セット (組)」という用語が用いられている場合には、かかる用語は、一般的に理解される数学的な意味を持ち、0、1、または、2 以上の要素を網羅するよう意図されている。また、本発明の方法および装置を実施する他の態様が数多く存在することにも注意されたい。したがって、以下に示す特許請求の範囲は、本発明の真の趣旨および範囲内に含まれる代替物、置換物、および、等価物の全てを網羅するものとして解釈される。

30

適用例 1 : 基板の処理中にプラズマ処理システムの処理チャンバ内で圧力制御を実行するための装置であって、上側電極と、下側電極と、一体化閉じ込めリング装置と、前記上側電極、前記下側電極、および、前記一体化閉じ込めリング装置は、閉じ込めチャンバ領域を囲むために少なくとも構成され、前記閉じ込めチャンバ領域は、基板処理中に前記基板をエッチングするためにプラズマを支持することが可能であり、前記一体化閉じ込めリング装置は、前記閉じ込めチャンバ領域内に前記プラズマを閉じ込めるために構成されており、第 1 のガス流路および第 2 のガス流路の少なくとも一方を調節して前記圧力制御を実行するために前記一体化閉じ込めリング装置を垂直方向に移動させるために構成されている少なくとも 1 つのプランジャと、前記第 1 のガス流路は、前記上側電極と前記一体化閉じ込めリング装置との間に形成され、前記第 2 のガス流路は、前記下側電極と前記単一の一体化リング装置との間に形成されていること、を備える、装置。

40

適用例 2 : 適用例 1 に記載の装置であって、前記第 2 のガス流路は、前記一体化閉じ込めリング装置の下面と前記下側電極の上面との間に形成され、前記一体化閉じ込めリング装置の前記下面の幅の少なくとも一部が、前記下側電極の前記上面と重なっており、前記

50

閉じ込めチャンバ領域内の前記圧力制御は、前記少なくとも1つのプランジャを垂直方向に移動させて前記第2のガス流路の幅を調節することによって実行される、装置。

適用例3：適用例1に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は、前記第2のガス流路が前記一体化閉じ込めリング装置の左側壁と前記下側電極の右側壁との間に形成されるように、前記上側電極から前記下側電極の上面よりも下方まで伸びており、前記閉じ込めチャンバ領域内の前記圧力制御は、前記少なくとも1つのプランジャを垂直方向に移動させて前記第2のガス流路の長さを調節することによって実行される、装置。

適用例4：適用例1に記載の装置であって、前記第1のガス流路は、前記一体化閉じ込めリング装置の左側壁と前記上側電極の右側壁との間に形成され、前記閉じ込めチャンバ領域内の前記圧力制御は、前記少なくとも1つのプランジャを垂直方向に移動させて前記第1のガス流路の長さを調節することによって実行される、装置。

10

適用例5：適用例1に記載の装置であって、前記第1のガス流路は、前記上側電極の第1の突起部と前記一体化閉じ込めリング装置の第2の突起部との間に形成され、前記第2の突起部の少なくとも一部は前記第1の突起部と重なっており、前記閉じ込めチャンバ領域内の前記圧力制御は、前記少なくとも1つのプランジャを垂直方向に移動させて前記第1のガス流路の幅を調節することによって実行される、装置。

適用例6：適用例1に記載の装置であって、前記第1のガス流路が前記上側電極と前記一体化閉じ込めリング装置との間に形成されるように、前記上側電極の右側壁の少なくとも一部が第1の角度で傾斜されると共に、前記一体化閉じ込めリング装置の左側壁の少なくとも一部が第2の角度で傾斜されており、前記閉じ込めチャンバ領域内の前記圧力制御は、前記少なくとも1つのプランジャを垂直方向に移動させて前記第1のガス流路の幅を調節することによって実行される、装置。

20

適用例7：適用例1に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は単一のリングで構成されている、装置。

適用例8：適用例1に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は、各構成要素が互いに対して移動できないように一体化された複数の構成要素で構成されている、装置。

適用例9：適用例1に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は、誘電材料から形成されている、装置。

適用例10：適用例1に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は、導電材料から形成されている、装置。

30

適用例11：適用例1に記載の装置であって、前記プラズマ処理システムは、容量結合プラズマ処理システムである、装置。

適用例12：適用例1に記載の装置であって、さらに、前記閉じ込めチャンバ領域内の圧力を少なくとも監視および安定化するように構成されている自動フィードバック装置を備える、装置。

適用例13：適用例12に記載の装置であって、前記自動フィードバック装置は、前記閉じ込めチャンバ領域内の圧力に関する処理データを収集するように構成されている1組のセンサを備える、装置。

適用例14：適用例13に記載の装置であって、前記自動フィードバック装置は、精密垂直移動装置を備え、前記精密垂直移動装置は、前記1組のセンサのから前記処理データを受信し、前記処理データを分析し、前記単一の一体化リング装置の新たな位置を決定するために少なくとも構成されている、装置。

40

適用例15：適用例1に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は、1組のスロットを有し、前記1組のスロットの内の各スロットは、前記閉じ込めチャンバ領域からガスを排出するための追加の流路を提供するために構成され、前記各スロットの効果は、前記少なくとも1つのプランジャを垂直に移動させることによって変更される、装置。

適用例16：基板の処理中にプラズマ処理システムの処理チャンバ内で圧力制御を実行するための装置であって、上側電極と、下側電極と、一体化閉じ込めリング装置と、前

50

記上側電極、前記下側電極、および、前記一体化閉じ込めリング装置は、閉じ込めチャンバ領域を囲むために少なくとも構成され、前記閉じ込めチャンバ領域は、基板処理中に前記基板をエッチングするためにプラズマを支持することが可能であり、前記一体化閉じ込めリング装置は、前記閉じ込めチャンバ領域内に前記プラズマを閉じ込めるために構成されており、前記閉じ込めチャンバ領域内の圧力を制御するために少なくとも構成されたバルブと、を備える、装置。

適用例 17：適用例 16 に記載の装置であって、第 1 のガス流路が、前記上側電極と前記一体化閉じ込めリングとの間に形成され、前記第 1 のガス流路は、前記閉じ込めチャンバ領域からガスを排出するための第 1 の経路を提供する、装置。

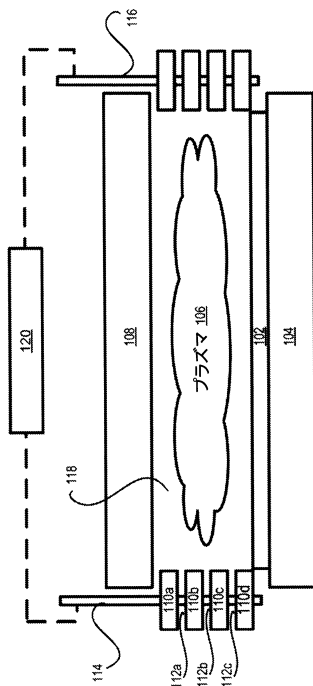
適用例 18：適用例 17 に記載の装置であって、第 2 のガス流路が、前記下側電極と前記一体化閉じ込めリングとの間に形成され、前記第 2 のガス流路は、前記閉じ込めチャンバ領域から前記ガスを排出するための第 2 の経路を提供する、装置。

適用例 19：適用例 16 に記載の装置であって、さらに、前記閉じ込めチャンバ領域内の圧力を監視および安定化するように少なくとも構成されている自動フィードバック装置を備える、装置。

適用例 20：適用例 16 に記載の装置であって、前記一体化閉じ込めリング装置は、誘電材料および導電材料の少なくとも一方から形成される、装置。

10

【図 1】

FIG. 1  
従来技術

【図 2】

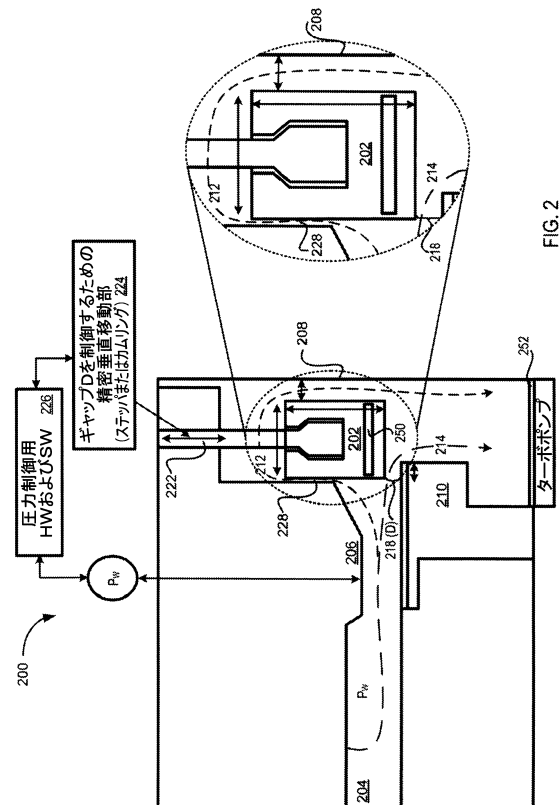


FIG. 2

【図 3 A】

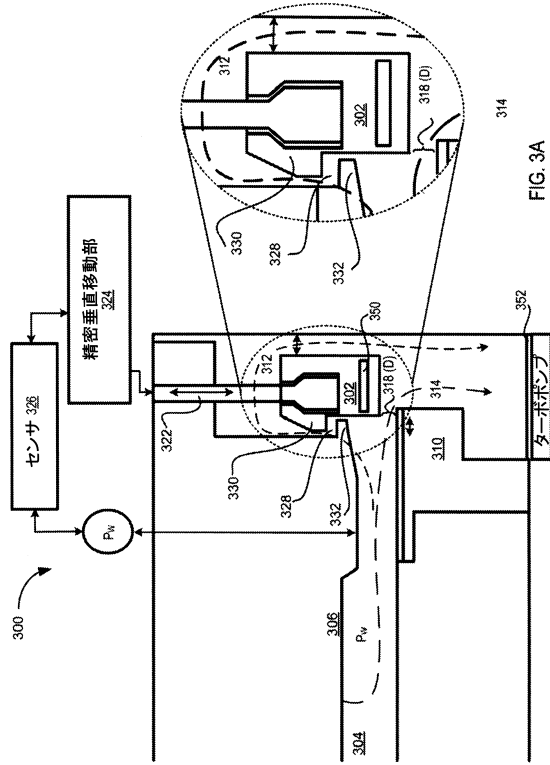


FIG. 3A

【図 3 B】

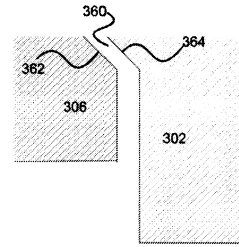


FIG. 3B

【図 3 C】

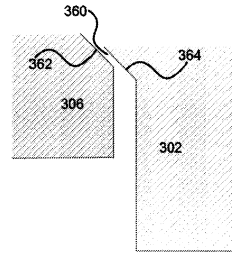


FIG. 3C

【図 3 D】

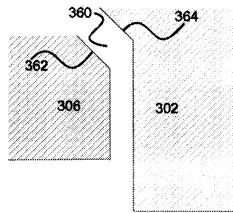


FIG. 3D

【図 4】

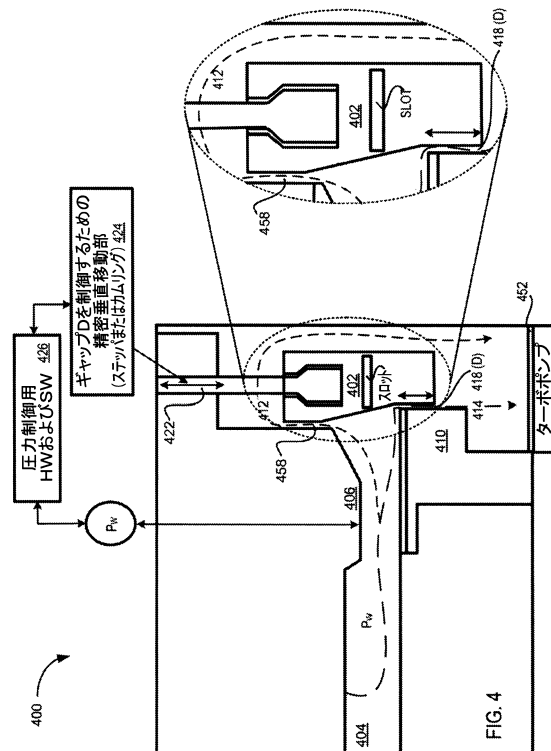


FIG. 4





---

フロントページの続き

- (72)発明者 カリヤナラマン・ラジャラマナン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 8 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4 6 5  
0, ラム・リサーチ・コーポレーション, リーガル・デパートメント内
- (72)発明者 マニ・サシャナラヤナン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 8 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4 6 5  
0, ラム・リサーチ・コーポレーション, リーガル・デパートメント内
- (72)発明者 バッタチャリヤ・グアタム  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 8 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4 6 5  
0, ラム・リサーチ・コーポレーション, リーガル・デパートメント内

審査官 正山 旭

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 5 8 2 9 8 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 9 / 1 0 0 2 8 9 ( W O , A 2 )  
特表 2 0 0 3 - 5 1 9 9 0 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 0 8 2 6 9 8 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 0 5 5 3 7 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 3 1 8 1 6 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 1 8 5 5 4 2 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 3 2 1 6 0 5 ( J P , A )  
特表 2 0 1 1 - 5 1 5 8 2 8 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 1 0 6 0 9 5 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 2 8 3 4 9 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5  
H 0 5 H 1 / 4 6